

Контрафактные компоненты — анализ и проверка

Дэвид Бернارد, Dage Precision Industries, Калифорния, США, d.bernard@dage-group.com

Боб Виллис, ASKbobwillis.com, Великобритания, bob@bobwillis.co.uk

Статья обращает внимание читателя на то, что в настоящее время все чаще подделываются не только дорогие компоненты узкого назначения, но и самой широкой номенклатуры. Авторы предлагают определенные процедуры анализа и проверки поступающих компонентов для снижения рисков, связанных с использованием контрафактных компонентов при сборке изделий.

ВВЕДЕНИЕ

Так как сегодня электронные компоненты становятся все дороже и так как то и дело многие компоненты снимаются с производства и становятся дефицитными, то, к сожалению, этим безжалостно пользуются всякого рода мошенники для поставки контрафактной продукции. Неважно, как тщательно выстроена цепочка поставок, иногда в реальной жизни в трудных ситуациях для выполнения заказа производители электроники или их поставщики вынуждены через интернет (что стало очень просто) искать нужные компоненты на сером рынке. И это касается не только самых дорогих и редких компонентов, где особенно важно их качество из-за цены: контрафактная продукция всплывает, если срок поставки оригинальных компонентов слишком долгий или если компоненты вышли из употребления, причем стоимость таких компонентов может быть даже меньше \$10. Поэтому вполне возможна ситуация, когда после первичной проверки небольшого количества компонентов в начале катушки, вся партия передается в сборочный цех несмотря на то, что большая часть компонентов в катушке — подделка.

Данная статья обращает внимание читателя на то, что сегодня подделываются не только дорогие компоненты узкого назначения, а также предлагает некоторые процедуры анализа и проверки поступающих компонентов для снижения рисков, связанных с их использованием при сборке. В статье также предлагается процедура сбора информации о компонентах и создания базы компонентов для уменьше-

ния риска попадания контрафакта в производственный процесс.

Хотя широкое распространение контрафактных компонентов и нельзя назвать повсеместным стихийным бедствием, тем не менее, авторы отмечают, что большая часть их коллег, занимающихся сборкой печатных плат, признавались в том, что в прошлом им приходилось получать подделки. Некоторые также признавались, что получают такие компоненты не часто, но регулярно. Поэтому контрафактные компоненты — это реальная угроза, которая нависла над электронной отраслью и которая, к сожалению, увеличивается в масштабе.

Далее под контрафактными компонентами подразумеваются полученные производителем компоненты, которые внешне выглядят как какие-то конкретные компоненты, но на самом деле являются совершенно другими компонентами. Под это определение не попадают так называемые «восстановленные» компоненты, снятые с печатных плат. Ведь в этом случае компоненты не выдаются за другие. Просто они уже ранее использовались где-то еще. Хотя факт использования компонентов ранее может и не скрываться от покупателя, и хотя при сборке повторное использование компонентов может привести к целому ряду проблем, которые будет еще труднее исправить, такие компоненты не являются контрафактными с точки зрения данного обсуждения.

КОГДА ВЫ РИСКУЕТЕ БОЛЬШЕ ВСЕГО?

Исходя из закона спроса и предложения, чем выше спрос, тем больше у производителей контрафактной про-

дукции возможностей для действий. Следующие факторы (и это далеко не все) «подстегивают» развитие контрафактной продукции в области сборки электроники:

- Дефицит специальных компонентов — возникает вследствие, например, ограничений возможностей OEM-производителей;

- Дефицит на рынке обычных компонентов — возникает вследствие, например, появления нового массового производства, где задействованы эти компоненты;

- Необходимость найти вышедшие из употребления компоненты — зачастую основная причина попадания контрафактной продукции на производство;

- Слишком длительный срок поставки компонентов основным поставщиком, например, в течение 26 или 52 недель, при необходимости собрать изделие уже сегодня;

- Недоступность необходимых компонентов для сборки нового изделия;

- Давление со стороны заказчиков, которым необходимы собранные изделия как можно раньше;

- Вынужденное приобретение компонентов на сером рынке, чтобы выполнить требования заказчика.

Хотя лучше всего приобретать компоненты только у одного надежного и проверенного поставщика, реальность (причины описаны выше) такова, что даже надежные поставщики (поставщик) часто не могут поставить вам все, что нужно. Поэтому вам приходится поступать так же, как и вашему внимательному поставщику (поставщикам) и всем другим, кому необходимы такие же компоненты:

искать их в интернете. К сожалению, именно этого и ждет поставщик контрафактной продукции.

Когда у вас нет другого выхода, как искать компоненты по другим каналам, необходимо быть особенно осторожным. И это справедливо даже в тех случаях, когда вы получаете «серые» компоненты от ваших постоянных поставщиков (поставщика). Конечно, если необходимы дорогие компоненты (каждый стоимостью несколько сотен долларов), то такая высокая цена заставит особенно тщательно их выбирать. Поэтому вполне естественно, что зачастую тратятся средства на проведение дополнительных тестов, чтобы получить гарантию качества таких компонентов до их монтажа на печатные платы. Однако подделывают и менее дорогие компоненты стоимостью \$10 и меньше.

КОНТРАФАКТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СТОИМОСТЬЮ ДО \$10

По мнению авторов, подделка таких дешевых компонентов представляет наибольшую опасность для вашего бизнеса и репутации. Это связано с тем, что находчивые производители контрафактных компонентов часто включают в поставку небольшое количество подлинных компонентов, качество которых будет проверяться, или же упаковывают небольшое количество таких компонентов в начале катушки. Кроме этого, SMD-компоненты, упакованные в катушки, не проверяются до монтажа, а подделать этикетку на катушке для производителя контрафактной продукции — проще простого. Более того, так как многие компоненты чувствительны к влаге, то если они поставляются в специальной влагозащитной упаковке с этикетками-индикаторами и упаковками силикагеля, то в таком случае большинство заказчиков и контрактных сборщиков не будут проверять компоненты, находящиеся внутри, из-за боязни повредить компоненты в результате воздействия на них влаги, содержащейся в воздухе. Таким образом, если на этикетку нанесена нужная информация, то этого обычно достаточно для того, чтобы контрафактные компоненты проникли в компанию.

Но даже если проверить несколько компонентов (обычно в начале катуш-

ки) и даже если все эти компоненты окажутся подлинными, можете ли вы позволить себе проверять все образцы или все компоненты в купленной катушке, особенно если стоимость такой катушки совсем невысока? Чаще всего нет, и поэтому контрафактные компоненты так часто попадают на производства. Это вполне справедливо и для компонентов, купленных через легальную цепочку поставки, так как может ли ваш поставщик гарантированно проверять каждый недорогой компонент, который он покупает для вас на сером рынке, и при этом не поднимать цену на эти компоненты? Так как компоненты недорогие, то они не вызывают подозрений.

Тем не менее, именно из-за низкой стоимости компонентов и высокой стоимости проверки их подлинности (с помощью описанных далее способов) дешевые компоненты так коварно и проникают в сборочные цеха. А уже установленные на печатные платы, дешевые контрафактные компоненты чаще всего не фигурируют в начале списка причин при поиске неисправности печатной платы. Обычно, если собранные печатные платы не работают, то последовательность поиска причин и виновных в неисправности выглядит следующим образом:

- Паяльная паста;
- Профиль оплавления;
- Качество пайки BGA;
- Поставщик печатных плат;
- Поставщик компонентов (поставщик BGA, компонентов стоимостью больше \$10 за шт.);
- Плохая антистатическая защита;
- Ошибка разработчиков;
- Вы сами (!?).

Сколько времени, денег и средств вы потратите, проверяя все это?! Какой ущерб вашей репутации будет нанесен?! А причина может крыться в катушке контрафактных компонентов стоимостью меньше \$10, в которой первые три компонента совершенно нормальные! Итак, последствия могут обойтись вам в копейку, и речь идет не только о количестве полученной годной продукции, но и об ущербе для вашей репутации и возможной потери будущих контрактов. К сожалению, в результате такой аферы доходы производителей контрафактной продукции огромны, потому что кроме вас есть еще множество других сборщи-

ков электроники, которые также, как и вы, страдают от сложившейся на рынке ситуации.

ЧТО ДЕЛАТЬ?

Внешне все выглядит ОК! Если при приемке компоненты быстро осматривают внешне (особенно дешевые компоненты) даже без микроскопа, то производителям контрафактных компонентов очень просто будет выдать поддельные компоненты за подлинные: нужное количество выводов, корпус нужного цвета, правильная форма и размер (по крайней мере, на глаз), серийный номер и информация на этикетке кажутся правильными. Многие компоненты похожи, поэтому производителям контрафактных компонентов трудиться сильно не придется! Ведь перебить информацию на корпусе компонента очень просто. А при беглом осмотре во время приемки компонентов контрафактной продукции очень просто проникнуть на производство.

У меня есть сертификат соответствия. Цепочка поставок от производителя компонентов к конечному пользователю зачастую очень длинная, компоненты могут проходить через многие руки. Поэтому существует много возможностей для производителей и поставщиков контрафактных компонентов вклиниться в цепочку поставок. Сертификат соответствия — это еще не гарантия, потому что внешне контрафактные компоненты выглядят так же, как и подлинные, и их легко подменить на любом этапе цепочки поставки. Кроме того, если поставщик контрафактных компонентов может перебить информацию на самих компонентах, то что ему стоит подделать сертификат соответствия?!

Если внешне все выглядит хорошо, то каковы шансы того, что кто-то будет проверять то, что находится внутри компонентов? Ведь можно снять крышку с некоторых компонентов, а также растворить пластиковый корпус, чтобы проверить компоненты внутри. Но такие способы проверки по своей природе являются разрушающими. И даже если проверенные компоненты из смешанной партии (подлинные и контрафактные) окажутся настоящими, то их нельзя пустить в работу. В смешанных партиях, конечно, нельзя проверить каждый компонент таким

способом. Поэтому необходимы неразрушающие способы контроля, в идеале быстрые и простые. Для начала авторы предлагают использовать тщательные способы оптического анализа путем сравнения с качественными образцами компонентов с помощью рентгеноскопии, рентгеновского флуоресцентного анализа и другими оптическими способами.

РЕНТГЕНОСКОПИЯ

С помощью хорошей системы рентгеновского контроля, обладающей большой разрешающей способностью (в том числе и при проведении исследования образца под углом) и большим диапазоном по шкале серого [1–3] (что позволяет четко разделять похожие объекты/области во все уменьшающихся по размеру компонентах), можно легко и быстро проверить, что находится внутри исследуемого компонента, не разрушая его. Если на производстве накоплена библиотека изображений качественных компонентов (на которых четко видны перемычки, такими как они должны быть, и расположение других элементов внутри корпуса), то операторы на производстве и персонал, ответственный за приемку товара, смогут быстро сравнивать те компоненты, которые вызывают подозрения с хорошими. Если все совпадет, то эти компоненты можно передавать в работу. Но если что-то будет не так, то таким образом можно не только предотвратить попадание контрафактных компонентов в производственный процесс, но также возможно провести проверку компонентов непосредственно в той упаковке, в которой они поступили, не разрушая ее и защитные пломбы. И если что-то с компонентами окажется не так, то эти компоненты можно будет вернуть, полностью доказав, что они не взяты с вашего сборочного участка. Без подтвержденных данных, возможно, не удастся доказать, что поступившие компоненты — подделка, или получить от поставщика компенсацию.

ДРУГИЕ СПОСОБЫ

Рентгеновский флуоресцентный анализ позволяет проверять химический состав компонентов, не разрушая их. Особенно точно этот способ показывает наличие свинца, напри-

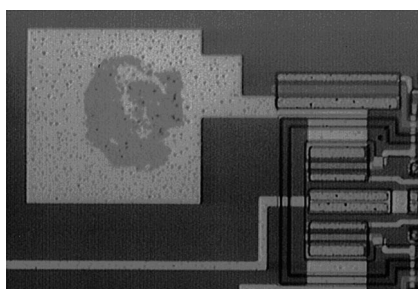


Рис. 1. Изображение, полученное с помощью инфракрасного микроскопа

мер, в компонентах, которые поставлены как «бессвинцовые».

Но есть и разрушающие методы контроля, которые можно применять:

- Инфракрасная микроскопия (см. рис. 1) позволяет выборочно проверять поверхность кристалла и места его крепления, не снимая корпус и не открывая верхний слой кристалла. В результате места сварки не повреждаются и остаются пригодными для проведения электрического теста при полном сохранении характеристик кремниевого чипа для прохождения волн УФ-излучения. Тем не менее, для подготовки компонента необходимо снять корпус с обратной стороны, чтобы открыть доступ к кремнию.

- Размягчение корпуса компонента растворителем. В ходе проведения этого теста исследуемый компонент погружается в специальный растворитель, например, PANASOL или дихлорметан, чтобы пластиковый корпус и герметик разбухли. Это позволит аккуратно снять корпус компонента, чтобы осмотреть его внутреннее состояние и сравнить с качественным образцом.

- Извлечение компонента из корпуса — этот способ используется, главным образом, для керамических и металлических корпусов. С помощью острого лезвия или специальным режущим инструментом можно снять крышку компонента и осмотреть внутреннюю часть корпуса компонента. Или же можно спилить крышку с корпуса. А затем уже проколоть тонкий корпус иглой и снять его, как с консервной банки.

- Струйное или плазменное травление используется для снятия пластикового корпуса с компонента для внимательного изучения кристалла, который может отличаться по форме, отливке или маркировке.

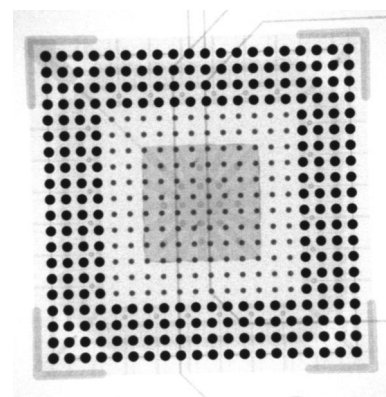


Рис. 2. Рентгеновское изображение контрафактного компонента, в котором отсутствует и кристалл, и сварные соединения

ПРИМЕРЫ

На рисунке 2 показан рентгеновский снимок BGA-компонента, на который снаружи нанесена нужная маркировка, но в котором внутри нет ни кристалла, ни сварных соединений (как в компоненте-пустышке). Быстрая проверка компонента с помощью системы рентгеновского контроля позволила выявить четкие различия по сравнению с известным качественным образцом. Тем не менее, выявить подделку может быть не всегда так просто.

Следующий пример контрафактного компонента (см. рис. 3) — это

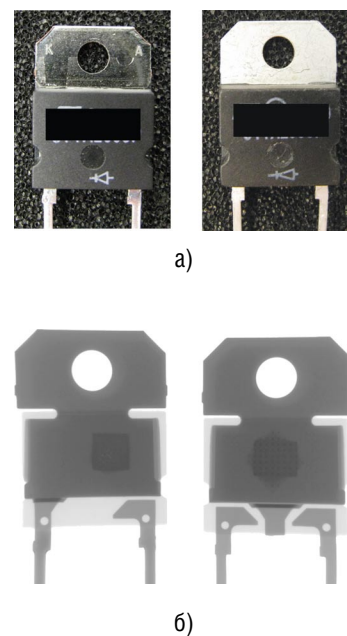


Рис. 3. Вид снаружи и рентгеновский снимок качественного и контрафактного диода

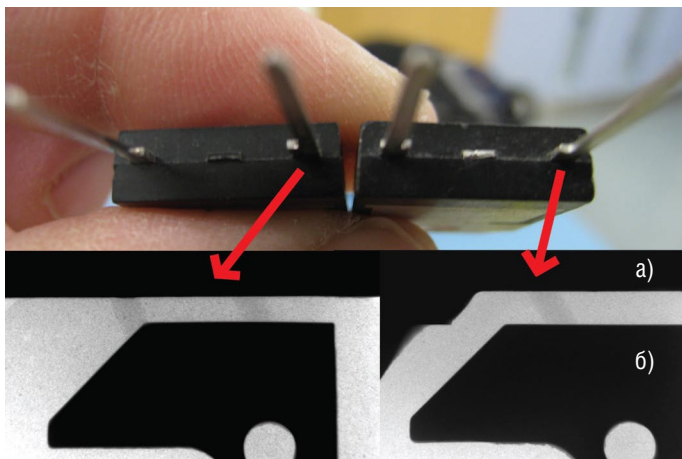


Рис. 4. Оригинальный и контрафактный диод: а) внешний вид контактов; б) алюминиевые контакты

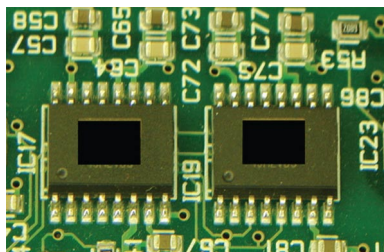


Рис. 5. Компоненты (ЦАП), установленные на плату

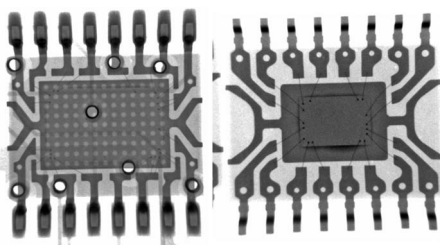


Рис. 6. Рентгеновский снимок хорошего компонента (ЦАП) — слева, и контрафактного компонента — справа. На изображении четко видна разница во внутреннем строении компонентов. Чтобы получить изображение контрафактного компонента, его демонтировали с печатной платы

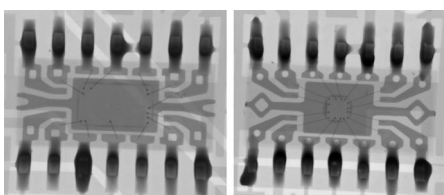


Рис. 7. Рентгеновское изображение хорошего диода стоимостью \$10 (слева) и контрафактного компонента (справа)

уже не выпускаемый диод. Стоимость этого компонента — всего \$10. Внешне оба компонента (один хороший и один контрафактный) выглядят одинаково. Тем не менее, как только оба эти компонента исследовали с помощью системы рентгеновского контроля, разница стала очевидна.

Размер кристалла и его положение, а также количество контактов совсем не одинаковы! После дальнейшего исследования контрафактного компонента (справа) было обнаружено, что это модификация совершенно другого компонента, так как в нем присутствуют проволочные соединения и кристалл. Обрезанный вывод наводит на мысль, что исходный компонент, из которого был сделан контрафактный, — транзистор. Также удалось выяснить, что теплоотвод на контрафактном компоненте был обрезан, чтобы совпадать по форме с теплоотводом оригинального компонента. К тому же, на контрафактном компоненте на теплоотводе нет штамповки, поверхность теплоотвода не гладкая, маркировка сзади читается хуже, чем на оригинальном компоненте, и кроме того, у контрафактного компонента есть еще один вывод, который был отрезан. Остается вопрос, почему при внешнем осмотре компонента всего этого не заметили?

На рисунке 4а видно, что стык на пластиковом корпусе оригинального компонента очень похож на обрезанный вывод контрафактного компонента. Конечно, при более внимательном исследовании компонента с помощью увеличительной линзы

проблему удалось бы быстро выявить, но так как этот компонент стоит всего \$10, то и исследовали его бегло. Дальнейшее изучение этих компонентов с помощью системы рентгеновского контроля показало, что помимо всего сказанного выше, отличаются также и алюминиевые контакты и количество перемычек внутри компонентов (см. рис. 4б).

На рисунке 5 показан другой пример контрафактных компонентов, которые, к сожалению, попали на производство и были установлены на печатные платы. Это компоненты ЦАП стоимостью \$30, устанавливаемые на плату по две штуки. Компоненты были получены от одного поставщика и хранились на складе. Тем не менее, срок поставки этих компонентов составляет 26 недель, поэтому они достаточно дефицитны. Пострадавшая компания получила эти срочно потребовавшиеся компоненты на сером рынке и перед монтажом проверила первые в катушке компоненты из поставки. Внешне даже при исследовании компонентов с помощью лупы они выглядели одинаково, а качество маркировки было гораздо лучше, чем у компонентов, описанных выше. Все проверенные компоненты прекрасно работали, и поэтому вся катушка была отправлена в сборку.

К сожалению, после этого начались проблемы, потому что, конечно же, платы не заработали. После огромных усилий и большого количества затраченного времени, контрафактные компоненты были, наконец-то, обнаружены. А вот быстрая проверка с помощью системы рентгеновского контроля даже тех компонентов, которые все еще находились в катушке, могла бы предотвратить возникновение такой проблемы. Как можно увидеть на рисунке 6, внутри качественный и контрафактный компоненты существенно различались. Использование же неразрушающего контроля с помощью рентгеновских систем помогло бы распознать хорошие и плохие компоненты до начала сборки печатных плат.

На следующем примере показана разница между двумя компонентами, изображения которых получены с помощью системы рентгеновского контроля. Внутри компоненты выглядят совершенно по-разному (см. рис. 7), в то время как снаружи — одинаково.

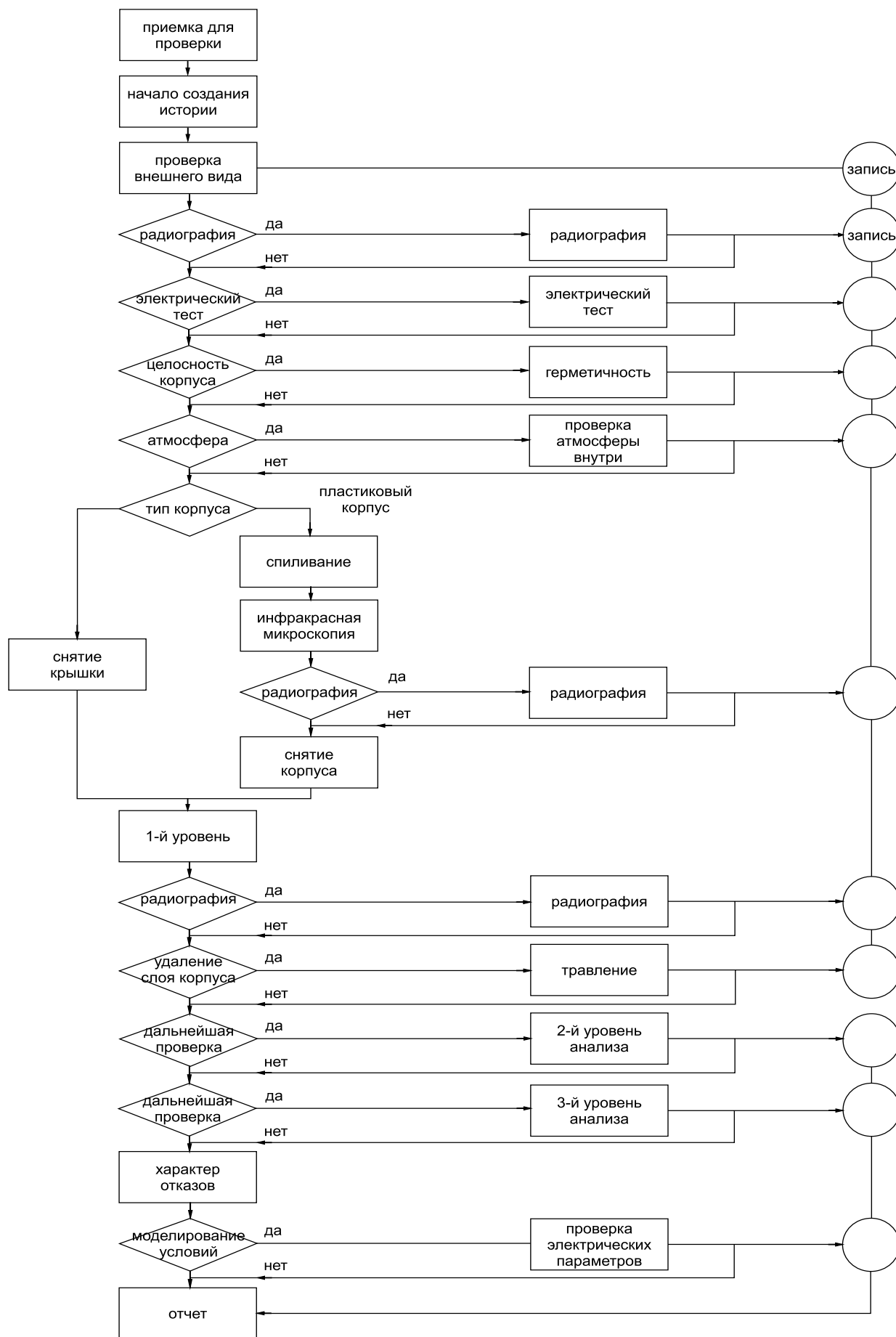


Рис. 8. Предлагаемая процедура поиска контрафактных компонентов. Разработанная в компании GEC Marconi для поиска неисправностей, эта процедура также является прекрасной пошаговой инструкцией для поиска и обнаружения контрафактных компонентов

Это диод стоимостью \$10. Опять же, контрафактные компоненты попали в производство и были установлены на печатные платы.

Тем не менее, следует помнить, что производители оригинальных компонентов могут изменять компоненты и, особенно, уменьшать размер монтируемых в них кристаллов или же менять их корпус. Поэтому не все изменения внутри компонента говорят о том, что исследуемый компонент контрафактный, но лишь еще раз доказывает тот факт, что необходимо иметь изображения качественных компонентов, с которыми и нужно сравнивать компоненты, вызывающие подозрения.

Выводы

Контрафактные компоненты являются проблемой. К сожалению, подделываются не только дорогие компоненты, но и очень дешевые. Трудно оценить, насколько широкомасштабна проблема контрафактных компонентов, но на недавно прошедшем саммите Ассоциации электронных компонентов (ECA) в презентации Департамента торговли США [4] было высказано предположение, что последствия этой проблемы могут достигать \$10 млрд. в год! Поэтому внедрение в процедуру приемки рентгеновского контроля, а также других неразрушающих способов контроля, может оказаться простым и быстрым способом понять, что находится внутри компонентов, вызывающих подозрение. Если все хорошо, то тогда компоненты можно передавать в работу. А если что-то не так, то поставщик таких компонентов не сможет отказаться от выплаты компенсации и полного возврата компонентов, так как упаковка и платы будут НЕ повреждены.

Во время проводимых авторами мастер-классов [5] по поиску и обнаружению контрафактных компонентов, было предложено пользоваться этой процедурой, чтобы сократить риск попадания контрафактных компонентов на производство. Структура процедуры показана на рисунке 8. Если контрафактные компоненты будут обнаружены, тогда для каждого компонента, вызывающего опасения, необходимо

создать уникальный идентификационный файл в таблице и, очень желательно, создать ссылку на качественный образец компонента, который будет использоваться для сравнения. В файле контрафактного компонента должны находиться изображения, полученные оптическими средствами, рентгеновской системой, данные из спецификации поставщика, маркировка, вес компонента и любая другая информация с его физическими характеристиками — все это пригодится в будущем. Пример такой таблицы можно загрузить из интернета [6].

Использование таблицы в качестве собственной базы контрафактных компонентов плюс сохранение изображений качественных компонентов — это самая экономически выгодная, быстрая и простая процедура поиска и обнаружения таких компонентов. Эта процедура поможет снизить количество попадающих на производство контрафактных компонентов или, по крайней мере, быстро сравнивать подозрительные компоненты с качественными. Кроме того, благодаря накоплению такой информации на вашем производстве, вся компания будет «в курсе» о потенциальном риске, к которому может привести попадание контрафактных компонентов в сборку, и отнесется к этому серьезно.

Существует множество компаний, которые уже получали контрафактные компоненты; некоторые из них получают их регулярно, но так как они не торопятся обнародовать эти данные, то от этого страдает вся отрасль. Поэтому если вас действительно беспокоит проблема контрафактных компонентов, то в интересах всех, включая вас самих, будет обнародовать такую информацию в бесплатных базах данных в интернете. Пример такой базы данных, созданной Национальной лаборатории физики Великобритании (NPL), можно найти по ссылке: <http://defectsdatabase.npl.co.uk> [7]. Просто делясь информацией, вы не только поможете другим, но и выиграете сами, так как у вас появится возможность использовать опыт других людей, чтобы предотвратить проблемы, связанные с попаданием контрафактных компонентов на ваше производство.

Да, конечно, внедрение рентгеновского контроля и других видов контроля во время приемки компонентов (или, по крайней мере, совместное использование этих способов контроля для других целей на производстве) требует дополнительного персонала, времени и денег. Но если этого не делать, и если хотя бы один контрафактный компонент попадет на ваши платы, то тогда какая будет реальная стоимость устранения проблемы, если вспомнить о ремонте, репутации и возможных убытках в будущем?

Томасу Джефферсону приписывают следующие слова: «Постоянная бдительность — такова цена свободы». Возможно, сегодня для сборщиков электроники актуально перефразировать высказывание так: «Постоянная бдительность и внедрение рентгеновского и других неразрушающих методов контроля — такова цена качественной сборки печатных плат».

Перевод: Ольга Зотова, ООО «Диполь Технологии», Группа компаний Диполь, OlgaZotova@dipaul.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bernard D., "Selection Criteria for X-ray Inspection Systems for BGA and CSP Solder Joint Analysis", *Proceedings of Nepcon Shanghai, 2003*
2. Bernard, D. and Ainsworth, S., "Comparing Digital and Analogue X-ray Inspection for BGA, Flip Chip and CSP Analysis", *Proceedings of APEX, Anaheim, CA, 2004*.
3. Bernard D. and Willis B., "A Practical Guide to X-ray Inspection Criteria & Common Defect Analysis", *Dage Publications 2006*. Доступна в книжном магазине SMTA.
4. Crawford, M., "Counterfeits: How Big a Bite Will They Take Out of Your Business", *ECA Spring Engineering Summit 2008*/www.ecaus.org.
5. *Step by Step Failure Analysis Workshops held at ITRI Innovation Ltd., St Albans, U.K.* Дополнительную информацию можно найти на сайте www.ASKbobwillis.com/faworkshops.pdf.
6. Процедура поиска и обнаружения контрафактных компонентов/www.ASKbobwillis.com/www.ASKbobwillis.com/counterfeit/ccomponent.xls
7. База данных Национальной лаборатории физики Великобритании (NPL): <http://defectsdatabase.npl.co.uk>