

Исследования поддельных силовых полупроводниковых приборов в ООО «Элемент-Преобразователь»

Владимир Веревкин, главный конструктор ООО «Элемент-Преобразователь»

Андрей Санчугов, начальник отдела маркетинга ООО «Элемент-Преобразователь»

Анатолий Солодовник, директор ООО «Элемент-Преобразователь»

Владимир Гутин, коммерческий директор ООО «Фирма ТКД»

E-mail: tkd@tkd.com.ua

В статье речь идет о фальсифицированных силовых полупроводниковых приборах. Приведены краткие результаты исследований фальсификатов в лаборатории ООО «Элемент-Преобразователь».

Компания «Фирма ТКД» осуществляет поставки электронных компонентов на территории Украины. Основную долю этих поставок составляют комплектующие текущего производства от заводов-изготовителей, дилером которых она является.

ООО «Фирма ТКД» дорожит репутацией и поэтому направляет свои усилия на обеспечение потребителей качественной продукцией. С этой целью производится опрос покупателей и анализ отказов поставляемых электронных компонентов, если таковые имеются. В связи с объективными экономическими процессами, цены на предприятиях-изготовителях увеличиваются, что заставляет потребителей искать источники более дешевых комплектующих. В настоящее время, наверное, нет ни одного сегмента рынка, который избежал бы нашествия поддельной продукции. Особо ощутимо это сказалось на электротехнической и электронной отраслях. Поддельваются диоды и транзисторы, соединители и переключатели, силовые полупроводниковые приборы и модули.

Весьма остро стоит эта проблема на рынке, в частности, силовых полупроводниковых приборов (СПП). Высокая стоимость мощных полупроводниковых приборов и огромные технические и экономические потери при аварийных

ситуациях, вызванных отказами фальсифицированных тиристоров или диодов низкого качества, требуют весьма тщательного подхода к выбору не только поставляемой продукции, но и организации, осуществляющей поставку.

Предприятие ООО «Элемент-Преобразователь» имеет в своем составе измерительную лабораторию, аттестованную Госстандартом Украины на право проведения испытаний силовых полупроводниковых приборов. За последние два года в лаборатории по многочисленным просьбам потребителей проводились исследования значительного количества фальсифицированных СПП различных типов.

Учитывая большой объем потребления СПП штыревой конструкции на токи 10–100 А, прежде всего рассмотрим результаты лабораторных исследований поддельных изделий этой группы, например, тиристора типа **T142** (рис. 1). Как правило, подделки изготавливаются в точеном толстостенном стальном корпусе и имеют стальное или комбинированное (сталь-медь) основание. Во-первых, такая конструкция не обеспечивает хорошего отвода тепла от СПП в охладитель, во-вторых, приводит к растрескиванию стеклянного изолятора и разгерметизации корпуса прибора. Приварка корпуса к осно-

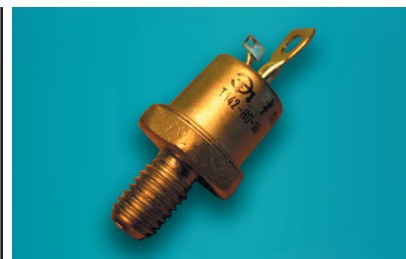


Рис. 1. Тиристор T142 с жесткими выводами

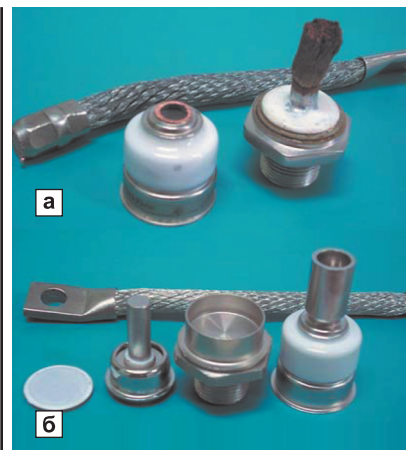


Рис. 2. Элементы конструкции паяного (а) и прижимного (б) диодов типа ДЛ161

ванию выполнена несплошным швом низкого качества, что не обеспечивает герметичность. Основным недостатком конструкции поддельных приборов является использование слишком тонких молибденовых термокомпенсаторов или их полное отсутствие. Кроме того, в поддельных изделиях пайка элементов конструкции выполняется дешевым

оловянно-свинцовым припоем. Все эти недостатки в совокупности приводят к отказам изделий при работе в режимах с циклическими изменениями температуры корпуса. Маркировка подделок выполнена, как правило, легко стирающейся типографской краской. Конфигурация букв сильно отличается от подлинной, могут отсутствовать товарный знак, обозначение даты изготовления и климатического исполнения.

Весьма распространенным случаем фальсификации приборов штыревой конструкции является перемаркировка старых изделий или изделий низкого класса на более «свежие» даты изготовления и параметры, которые лучше фактических. Встречаются даже триаки типа ТС2, снятые с производства в 1979 году, замаркированные как ТС122.

Среди мощных СПП лидером по объему фальсифицированных образцов является лавинный диод типа **ДЛ161** (рис. 2).

Диоды этого типа применяются на железнодорожном транспорте. Естественно, что к изделиям в этой сфере применения предъявляются повышенные требования к качеству и надежности. Они должны, прежде всего, обладать

высокой стойкостью к воздействию импульсов перенапряжения, что характерно только для лавинных диодов. Современные мощные силовые полупроводниковые приборы, в том числе диоды ДЛ161 должны иметь прижимную конструкцию, обеспечивающую высокую надежность при работе в режимах с циклической токовой нагрузкой, характерной для подвижного состава. Известно, что приборы прижимной конструкции имеют число циклов до отказа более 200 тысяч. Большинство фальсифицированных диодов не являются лавинными и имеют паяную конструкцию. Приборы паяной конструкции, выпущенные в 70-е годы прошлого века, в таких режимах работы имеют низкую надежность, обусловленную развитием усталостных явлений в швах, паянных оловянно-свинцовыми припоями.

В феврале 2010 г. в лабораторию на исследование поступила партия диодов **ДЛ161-200-12**, предназначенных для поставки на одну из железных дорог Украины. Диоды были замаркированы товарным знаком, похожим на товарный знак ООО «Элемент-Преобразователь», но по целому ряду особенностей не соот-

ветствовали действующей на предприятии конструкторской документации. В частности, диоды были не лавинными и имели паяную конструкцию. Кроме того, значения импульсного прямого напряжения (U_{FM}) не соответствовали требованиям п. 6.9.2. «Руководства на ремонт выпрямительной установки при капитальном ремонте КР-1 и КР-2 тепловозов» от 16.05.1991 г. (первая группа диодов должна иметь значения импульсного прямого напряжения 1.11–1.16 В, вторая — 1.17–1.24 В). Применение диодов со значениями U_{FM} , отличающимися от требуемых, при ремонте выпрямителя приведет к ухудшению распределения токов между параллельно включенными ветвями выпрямителя, перегрузке отдельных ветвей и выходу выпрямителя из строя.

Диоды типа **ДЛ161** паяной конструкции неизвестного производителя (без товарного знака) регулярно попадают на исследование в ООО «Элемент-Преобразователь». Предположительно, это изделия китайского производства. Все они имеют особенности, описанные выше, и являются потенциально ненадежными изделиями при их эксплуатации в жестких режимах работы.

В последнее время появилось также большое количество поддельных полупроводниковых приборов **таблеточной конструкции**. Весь фальсификат таблеточных СПП можно разделить на две группы. Первая — это новые изделия неизвестных производителей, имеющая ряд недостатков конструкции и замаркированная товарным знаком, либо ЗАО «Протон-Электротекс» (г. Орел), либо ОАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск). Ко второй группе относятся старые изделия известных производителей, хранящиеся или бывшие в эксплуатации в течение длительного времени, тип и дата изготовления которых перемаркированы под требования заказчика. Например, нужно иметь в виду, что, во-первых, тиристоры с керамикой розового цвета ОАО «Электровыпрямитель» не выпускает с 1998 года, во-вторых, это предприятие никогда не использовало маркировку липкой лентой или маркировку вручную.

Применение старых полупроводниковых приборов, бывших в эксплуатации и выработавших свой ресурс, является крайне нежелательным, так как сопряжено с риском возникновения аварии даже в ненагруженных режимах эксплуатации. Длительная эксплуатация СПП приводит, в первую очередь, к возрастанию обратных токов и токов утечки вследствие старения пассивирующего кремний-органического компаунда и ухудшения его адгезии с фаской. У старых СПП прижимной конструкции, кроме того, наблюдается значительное увеличение импульсного напряжения в открытом состоянии, обусловленное окислением контактных поверхностей выпрямительного элемента с внутренними плоскостями корпуса. Другими словами, устанавливая в изделие тиристоры, изготовленные 20 лет назад и даже не бывшие в эксплуатации, потребитель фактически применяет СПП с меньшим номинальным током, более низкого класса по повторяющемуся напряжению, с нестабильными параметрами и низкой надежностью.

Еще одним семейством СПП, которое регулярно подделывают, являются силовые полупроводниковые модули. Высокая монтажная готовность и наличие гальванической развязки между корпусом и внутренними соединениями обеспечили популярность этим изделиям. А там, где есть спрос, есть и предложение фальсификата. Наиболее подделываемым брендом является Semikron. Подлинные модули этой фирмы явля-

ются изделиями, безупречными как по конструкции, так и по параметрам. Типичным недостатком фальсифицированных модулей является завышенные значения теплового сопротивления. По этой причине фактические значения предельного тока модулей занижены по сравнению с маркировкой. Приобретая такой модуль в полтора раза дешевле, потребитель практически ничего не экономит. Ведь он приобретает модуль с предельным током меньше в полтора раза, который и должен быть существенно дешевле. Также на рынке регулярно появляются модули типа **МТТ2**, которые были сняты с производства в 1979 году. Изготовители подделок маркируют их как МТТ4 с товарным знаком ОАО «Завод «Преобразователь» или МТТ4/3, которые производят в настоящее время ООО «Элемент-Преобразователь».

Таким образом, большая часть фальсифицированных изделий отличается по внешнему виду от подлинных. Рекомендуем потребителям также обращать внимание на упаковку продукции и эксплуатационную документацию (паспорт или этикетку), входящую в комплект поставки. Более того, потребитель имеет право потребовать от поставщика предоставить ему копию протокола испытаний приобретаемых приборов. Подтверждение подлинности приборов можно получить у их изготовителя, тем более, что ЗАО «Протон-Электротекс» и ООО «Элемент-Преобразователь» (для мощных приборов на токи более 160 А) присваивают своим изделиям порядковые номера, по которым можно восстановить историю производства исследуемого образца.

Естественное желание приобрести дешевые комплектующие сопряжено с риском покупки подделки. Как правило, все поддельные изделия по сравнению с оригиналом имеют упрощенную конструкцию и ухудшенные основные параметры, что делает изделие потенциально ненадежным.

Качественные СПП не могут реализовываться по бросовым ценам, так как их стоимость в первую очередь определяется высокой ценой качественных материалов — высокоомного кремния, бескислородной меди, химических материалов с квалификацией качества ОСЧ, особо чистыми алюминием, серебром, родием и т.д. Существенную долю в стоимости изделия составляет также его испытания. В процессе изготовления каждый образец проходит через межоперационный контроль па-

раметров, определительные испытания и, наконец, приемо-сдаточные испытания. Кроме того, для контроля качества изделий проводятся периодические испытания и испытания на безотказность, объем которых регламентирован стандартами и требует применения большого количества специализированного весьма дорогого оборудования. Нужно отдавать себе отчет в том, что входной контроль у потребителя, ограниченный либо проверкой блокирующей способности цепи анод-катод с помощью мегомметра, либо проводимый по принципу «включил — работает», не в состоянии дать какую-либо объективную оценку надежности приобретенных «подешевле» полупроводниковых приборов.

Реально удешевить преобразовательную технику без риска приобретения ненадежных полупроводниковых приборов можно только путем заключения долгосрочных контрактов непосредственно с производителем СПП или с его официальными представителями. В этом случае потребитель, приобретая качественный товар по цене производителя, получает и определенные гарантии, и техническое сопровождение конструкторской службы предприятия-изготовителя. Действенным методом борьбы с фальсификатом было бы обязательное включение в состав эксплуатационной документации на преобразовательное устройство сведений, подтверждающих подлинность основных комплектующих, в том числе СПП. Например, комплектовать эксплуатационную документацию паспортами, этикетками или сертификатами комплектующих изделий. Более того, ведущие производители СПП снабжают поставку изделий протоколами приемо-сдаточных испытаний, которые также могли бы входить в комплект поставки преобразователя. Для производителя преобразователей это было бы удачным маркетинговым приемом, а для потребителей — гарантией надежной работы изделия.

Более подробную информацию по поставкам СПП ООО «Элемент-Преобразователь» можно получить, обратившись в ООО «Фирма ТКД»:

**03680, г. Киев,
Бульвар И. Лепсе, 8,
Тел./факс: (044) 497-72-89,
454-11-31, 408-70-45,
e-mail: tkd@tkd.com.ua,
http://www.tkd.com.ua**

CNY