

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТДКС МОНИТОРОВ

Владимир Старков

«Меняю строчный транзистор, а он сразу же сгорает. Наверное, ТДКС неисправен?», — обычно теряются в догадках новички, да и не только они. Как правильно выявить неисправность ТДКС с минимальными потерями времени и средств — читайте в этой статье.

В этой статье я хочу затронуть довольно важную тему: о неисправностях ТДКС (FBT) и способах их диагностики.

Для начала хотелось бы определиться с самим названием. В англоязычной литературе и сервисных руководствах термин FBT (Fly Back Transformer — трансформатор обратного хода) встречается повсеместно. В русскоязычной справочной литературе чаще можно встретить обозначение ТДКС (трансформатор диодно-каскадный строчный), а также иногда его именуют «сплитом» (от split-transformer — трансформатор с расщепленной обмоткой). Все эти термины обозначают одно и то же устройство. Поскольку я занимаюсь ремонтом только импортных мониторов и читаю именно англоязычную литературу и документацию, я буду придерживаться термина FBT.

Итак, FBT в мониторе является, пожалуй, второй по стоимости деталью после электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Поэтому точная диагностика его неисправности может сэкономить Вам немалую сумму денег, а также время и усилия по ремонту. Для начала немного теории.

Схемотехнические особенности конструкции строчной развертки (CP) мониторов можно условно разделить на два класса:

- строчная развертка, совмещенная с анодным преобразователем (назовем ее «совмещенная»);
- строчная развертка, разделенная с анодным преобразователем («раздельная»).

Первая из перечисленных, «совмещенная» развертка, чаще всего применяется в мониторах с небольшим размером ЭЛТ: 14, 15, реже 17 дюймов. Связано это с тем, что мониторы с большой диагональю имеют соответственно больший диапазон рабочих частот строчной развертки, чем «маленькие». Для нормального функционирования строчной развертки схемотехника ее должна обеспечивать во всем диапазоне частот:

- коррекцию несимметричности тока строчных отклоняющих катушек (СОК);
- симметричную S-коррекцию тока СОК;
- коррекцию резонансных цепей анодного преобразователя;
- регулировку/стабилизацию тока СОК;
- регулировку/стабилизацию анодного напряжения.

Все эти условия вместе существенно усложняют схемотехнику «совмещенной» CP в случае большого диапазона изменения ее рабочей частоты. Поэтому на самом деле «раздельная» строчная развертка является более удобной в использовании и проектировании, чем «совмещенная». Хотя в этом случае в схему добавляется, как минимум, еще один дополнительный

намоточный элемент — дроссель или трансформатор строчной развертки. Вот в этом случае терминология ТДКС может ввести в заблуждение, ибо ТДКС и строчный трансформатор в этом случае — не одно и то же!

Честно говоря, мне кажется, что «совмещенная» развертка в мониторах берет свое историческое начало от IBM PC, которые подключались к обычному телевизору. А потом к ним стали выпускать CGA-мониторы, которые также работали на телевизионной частоте (15,625 кГц) и были по сути своей телевизорами без радиотракта. Только не надо думать, что «раздельная» развертка — это идеология современных мониторов. Подобную схемотехнику я встречал в мониторе EGA (с названием SANA) еще в 1991 году!

На этом теоретический экскурс в историю и рассмотрение принципов построения строчной развертки будем считать законченными и перейдем непосредственно к конструкции и принципу работы FBT.

Для демонстрации внешнего и внутреннего устройства FBT был разобран неисправный трансформатор FKD-15A001 от монитора SyncMaster 400b, фотографии которого используются в статье (рис. 1...3). Но поскольку другие FBT бывают сложнее по конструкции и функциональности, то здесь также приведен фрагмент схемы включения FBT от монитора Sony CPD-110GS (рис. 4). К сожалению, такой

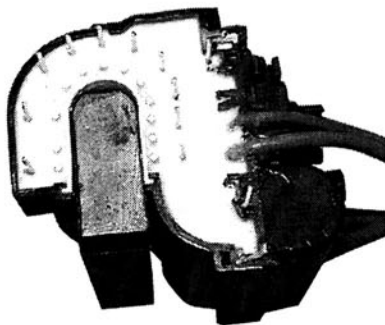


Рис. 1. ТДКС (FBT), вид снизу

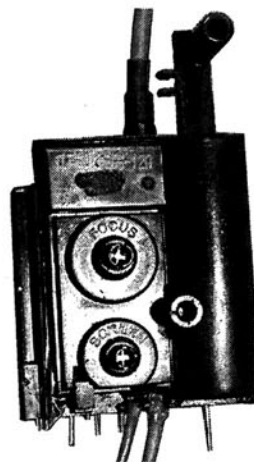


Рис. 2. ТДКС (FBT), вид на блок регуляторов и анодный конденсатор

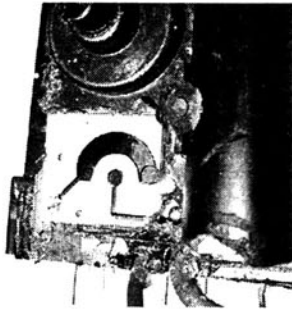


Рис. 3. Устройство регуляторов SCREEN/FOCUS

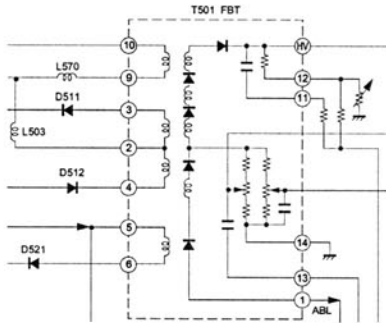


Рис. 4. Принципиальная схема FBT от монитора Sony CPD-110GS

же по конструкции трансформатор для демонстрации достать не удалось, так что прошу извинить меня за то, что описание будет не всегда соответствовать схеме. Хотя, по-моему, это не мешает восприятию и пониманию самого принципа устройства FBT.

Конструктивно FBT выполнен в виде нескольких обмоток цилиндрической формы, залитых эпоксидной смолой с пластификатором. Диоды анодной (диодно-каскадной) секции также залиты смолой вместе с обмотками. Выводы обмоток соединяются с контактами, выведенными в нижнюю часть трансформатора (рис. 1). Сердечник обычно П-образный без зазора, скреплен с помощью скобы или склеен. Сбоку к обмоткам FBT обычно прикрепляется блок регуляторов и анодный конденсатор (рис. 2). Блок регуляторов SCREEN/FOCUS представляет собой керамическую пластину, на которой напылены последовательно соединенные резисторы с довольно большим (десятки или сотни МОм) сопротивлением. Два или три из них (по числу регуляторов) выполнены в виде разомкнутого кольца (рис. 3), по которому сверху движется подвижный контакт. Эти резисторы служат для регулировки напряжений ускоряющего (SCREEN) и фокусирующего (FOCUS) электродов ЭЛТ. Один контакт этой цепи резисторов подсоединен непосредственно к выводу анодного напряжения или к одному из каскадов анодной секции (рис. 4), а второй выведен вниз корпуса FBT (справа вверху на рис. 1, он же вывод 14 на рис. 4). Кроме этих переменных резисторов на этой же пластине иногда изготавливают еще и постоянный резистор номиналом 400...800 МОм, который используется в цепи отрицательной обратной связи (ООС) для стабилизации анодного напряжения. Он тоже имеет отдельный вывод (вывод 12 на рис. 4) внизу корпуса FBT.

Кроме резисторов, в FBT может быть от одного до трех конденсаторов. Одним из них является анодный конденсатор (утолщение в виде цилиндра на рис. 2),

одна обкладка которого соединяется с выводом анодного напряжения, а вторая выведена внизу FBT (вывод возле утолщения на рис. 1, он же вывод 11 на рис. 4). Здесь замечу, что в телевизионных FBT анодный конденсатор почти всегда отсутствует. Связано это с тем, что телевизионные кинескопы обычно больше по диагонали, чем мониторные, и имеют довольно значительную (десятки и даже сотни пФ) собственную емкость. Да и к напряжению фокусировки в телевизорах требования ниже, чем в мониторах. Внутри FBT для двухфокусных ЭЛТ присутствуют еще один или два встроенных конденсатора, одна из обкладок которых соединяется с движком регулятора FOCUS, а вторая обкладка имеет отдельный контакт внизу FBT (вывод 13 на рис. 4). С помощью этих конденсаторов обычно осуществляется динамическая фокусировка изображения. На внешний вывод его подается смешанный сигнал параболической формы с частотой строк и кадров, модулирующих постоянное напряжение фокусировки.

Блок делителей и анодный конденсатор имеют изолирующий пластмассовый кожух, который изолирует компоненты, имеющие непосредственное соединение с высоким напряжением. Вывод анодного напряжения (он всегда красного цвета) и провода для ускоряющего и фокусирующих электродов обычно имеют двойную изоляцию. Количество выводов для электродов фокуса зависит от типа применяемой в мониторе ЭЛТ. Кроме того, практически все FBT имеют обмотку в виде одного витка изолированного провода вокруг его сердечника. Эта обмотка соединяется со схемой блока питания (БП) монитора для синхронизации частоты его работы. Исключение из этого правила составляют, пожалуй, только мониторы Sony, БП которых обычно асинхронный. Я еще не упомянул о совершенно экзотических конструкциях FBT, в которых дополнительно имеется электронная схема управления напряжениями фокусировки (например, в мониторе ViewSonic P815-1/-2), но, пожалуй, не буду вдаваться в такие подробности, т.к. это только усложнит пояснения по методике диагностики трансформаторов.

Количество обмоток, направление их намотки, расположение выводов, количество витков и коэффициент трансформации разных FBT могут отличаться. Поэтому подбор их аналогов при отсутствии справочных данных довольно затруднен. Хотя нельзя не отметить попытки некоторых фирм-поставщиков систематизировать и унифицировать FBT. Одна из таких фирм — HR Diemen. На ее сайте www.hrdiemen.es Вы можете найти сведения об аналогах FBT и даже заказать их.

Тем не менее, учитывая, что номенклатура FBT достаточно широка, и ничего не зная о конкретном трансформаторе, с помощью обычного тестера и осциллографа можно выяснить назначение некоторых выводов. Для этого надо внимательно рассмотреть шасси монитора и включение выводов FBT в схему. Часть выводов располагаются «подковой», а другие — рядом с ней (см. рис. 1). Первичную обмотку в «совмещенной» CP легко можно найти, если проследить цепь от коллектора выходного строчного транзистора (HOT — Horizontal Output Transistor) или от разъема отклоняющей системы. Как правило, это один из крайних выводов «подковы». Далее с помощью тестера находим еще от одного до трех выводов,

принадлежащих этой же обмотке. Второй вывод первичной обмотки обычно соединяется со схемой DC/DC-конвертора напряжения +В. Может быть еще пара отводов от этой же обмотки, которые используются в схеме центровки раstra по горизонтали (контакты 3, 2, 4 на рис. 4). Несколько выводов FBT соединяются с общим проводом. Другие выводы соединяются с диодами вторичных выпрямителей FBT, и, как правило, они прозваниваются тестером с общим проводом (если есть внешнее соединение). Вывод вторичной обмотки, соединяющийся с катодом диода, явно должен использоваться для выпрямления отрицательного напряжения, которое, в свою очередь, используется для формирования сигнала модулятора (электрод G1). С других выводов обычно выпрямляются положительные напряжения, которые могут использоваться в цепи защиты от превышения анодного напряжения (X-RAY), а также для питания других блоков схемы монитора. Вывод анодной секции тоже расположен в ряду «подковы», он не должен звониться ни с каким другим выводом FBT! К нему (вывод 1 на рис. 4) подключена схема ACL (Auto Contrast Limit – автоматическое ограничение контрастности) или ABL (Auto Brightness Limit – автоматическое ограничение яркости), конденсатор на общий провод и резистор к какому-либо положительному напряжению питания.

Вне ряда выводов «подковы» расположены выводы цепи резисторов SCREEN/FOCUS, конденсатора цепи динамического фокуса, резистора цепи анодной ООС. Вывод анодного конденсатора может располагаться здесь же или в ряду «подковы». Ну а теперь, если Вы не поленитесь и нарисуете схему включения выводов FBT (если, конечно, у Вас нет схемы монитора), то четверть дела по выявлению его неисправности будет сделана.

Теперь перейдем к неисправностям FBT, их диагностике и способам ремонта.

- *Пробой анодного конденсатора* – наиболее распространенный дефект. Диагностируется довольно просто. Нужно измерить сопротивление между анодным и «нижним» выводами конденсатора на самом большом пределе измерения, который обеспечивает Ваш тестер. Сопротивление должно быть бесконечно большим. Для достоверности результата измерения вывод анодного конденсатора лучше отпаять от схемы. Если у Вас есть С-метр, то можно измерять емкость анодного конденсатора, величина ее составляет единицы нФ. Если Вам не повезло и конденсатор пробит, то наиболее корректный ремонт – это заменить FBT. Хотя известен способ изоляции этого конденсатора, описанный, например, Д. Кишковым в РЭТ №8 за 2001 г. Хочу только уточнить тип герметика, который можно применять для подобной доработки. Лучше всего применять силиконовый однокомпонентный автомобильный герметик красного цвета с пометкой HIGH-TEMP и обязательно соблюдать технологию его применения, которая описана чуть ниже.

- *Замыкание или пробой между обмотками FBT.* При наличии схемы включения трансформатора также легко обнаруживается тестером. Первичная обмотка не должна иметь контакта с обмотками, которые подключаются к общему проводу. Ремонт только заменой FBT.

- *Замыкание в обмотке трансформатора.* Этот случай более сложный для диагностики. В зависимо-

сти от количества замкнутых витков добротность всего FBT может измениться довольно незначительно, и это будет сложно заметить при измерении его параметров прибором типа LCR-метра. Резонансный метод проверки FBT прост только в теории, а в реальности требует некоторой сноровки и опыта в подобных измерениях, и мне, честно говоря, неизвестны люди, которые всегда на 100% могут определить замыкание таким образом. Проверка с помощью специальных тестеров FBT также дает не совсем точные результаты. Наилучший способ в этом случае – это временная замена на заведомо рабочий FBT. Ремонт также только заменой.

- *Пробой внешней изоляции обмоток или анодного вывода.* При этом дефекте FBT во время работы происходит искровой разряд на близлежащие токопроводящие элементы с выгоранием пластмассовой изоляции в месте пробоя. Хотя иногда пробоя и нет, а происходит только утечка в виде коронного разряда, который косвенно можно определить по легкому «шипению» и запаху озона. Правильнее будет заменить такой FBT. Однако также возможно заклеить место пробоя изоляции, при условии, что других необратимых изменений в самом трансформаторе не произошло. Для наложения «заплаток» изоляции лучше всего подходит вышеуказанный силиконовый однокомпонентный автомобильный герметик красного цвета. Он кроме высокой температуры также хорошо держит высокие напряжения. Перед нанесением «заплатки» следует полностью удалить образовавшийся в месте пробоя уголь и обезжирить это место. Наносить герметик следует в два-три слоя, толщина каждого из которых не более 2 мм. После нанесения каждого слоя требуется дождаться его полимеризации в течение 24 часов. С ремонтом подобной неисправности лучше не спешить во избежание повторного пробоя изоляции из-за Вашей небрежности или спешки.

- *Ухудшение или пропадание контакта в регуляторах SCREEN и FOCUS.* Проявляется обычно в самопроизвольном изменении яркости и/или фокусировки изображения. При нажатии на шток регулятора фокусировка (яркость) восстанавливается. Корректно решается заменой FBT. Хотя некоторые мастера просто фиксируют регулятор после необходимой подстройки путем частичного расплавления пластмассы, удерживая шток регулятора нажатым.

- *Ухудшение или пропадание контакта между керамической пластиной с резисторами делителя и внешними выводами FBT.* Электрический контакт между напыленными резисторами и выводами трансформатора может осуществляться с помощью проводящей резины. Резина склонна к высыханию, контакт в этом случае может нарушаться. Чаще всего это приводит к скачкам анодного напряжения, т.к. обычно цепочка этих встроенных резисторов используется в качестве «верхнего плеча» цепи отрицательной обратной связи в схеме стабилизации анодного напряжения. Теоретически можно вскрыть корпус, закрывающий пластину резисторов, и заменить эти резиновые контакты, а потом склеить его обратно. Но я подобных экспериментов пока не проводил и в таких случаях по возможности просто заменяю FBT.

- *Пробой одного или нескольких диодов анодной секции FBT.* Диагностируется по форме импульса об-

ратного хода (ИОХ). В этом случае на вершине «колокольчика» обычно присутствует «провал». Кроме замены трансформатора ничего не придумаешь, поскольку диоды залиты эпоксидной смолой вместе с обмотками.

- *Трещина керамической подложки встроенных резисторов.* Проявления неисправности могут быть совершенно различны: самопроизвольные изменения яркости и фокусировки, пробой разрядников на электродах ЭЛТ, шумовые эффекты в виде разрядов и треска в самом FBT, срабатывание защиты XRAY и т.п. Ремонт — заменой FBT.

Вот, вкратце, все известные мне неисправности FBT. Уточню только, что неисправности не всегда бывают постоянными, а могут проявляться лишь при некоторых условиях: нагрев, повышенные напряжения и т.д.

Теперь поговорим о симптомах этих неисправностей и методике их выявления.

Частично способы диагностики я уже указал, однако не могу не поделиться другими приемами, подсказанными мне коллегами и придуманными мной лично.

Чаще всего в схеме «совмещенной» строчной развертки при замыкании обмоток FBT сгорает транзистор выходного каскада строчной развертки (HOT). Чтобы обезопасить его от выхода из строя, а себя от лишних расходов — как правило, эти транзисторы недорогие, — я применяю два простых приема, уже давно подсказанных мне телемастерами:

- пониженное напряжение питания СР или ее внешнее питание, тоже пониженное;
- включение в цепь питания СР нелинейного элемента, а именно обычной лампы накаливания.

В обоих случаях мощность, подаваемая в схему развертки, будет меньше, чем штатная, и даже при наличии замыкания в FBT транзистор сразу не сгорит. Для реализации первого способа можно временно выпаять транзистор повышающего DC/DC-регулятора напряжения питания СР. Если же DC/DC-регулятор понижающего типа, то лучше применить способ с лампой накаливания. Для этого, разорвав цепь питания +В до и после DC/DC-регулятора, в этот разрыв вместо понижающего регулятора включается лампа на 220 В, 40...60 Вт. Протекающий через лампу ток будет разогревать нить накала и приводить к распределению мощности потребляемой СР монитора между ними. Нелинейная характеристика сопротивления нити накала лампы довольно точно поддерживает потребляемую лампой мощность в широком диапазоне напряжений. Т.е. если на лампе указано 40 Вт, то на ней будет рассеиваться около 40 Вт мощности в диапазоне примерно 120...240 В. При замыкании в FBT практически вся мощность, потребляемая от БП, будет рассеиваться именно на лампе.

Другой способ быстрой диагностики FBT по принципу «да/нет» придумал я сам. Заключается он в подстановке другой индуктивности вместо первичной обмотки FBT и одновременном снижении напряжения питания СР. Первоначально для такой проверки я использовал любой рабочий FBT. Однако с ним проверить оказалось неудобно и небезопасно, т.к. даже на пониженном напряжении во вторичных обмотках FBT формируются высокие напряжения. Поэтому пришлось подключить к схеме не только первичную обмотку, но и выводы анодной секции, а также выводы встроенных резисторов и анодного конденсатора. Го-

раздо более простой и безопасный способ — использовать дроссель DC/DC-преобразователя. Нужно только, чтобы его индуктивность была не меньше, чем у обмотки FBT, или как минимум в два раза больше индуктивности строчной отклоняющей катушки. Я использую дроссель с индуктивностью около 1 мГн, содержащий около 300 витков проводом ПЭВ-2-0,35 на цилиндрическом сердечнике от неисправного дросселя DC/DC-конвертора.

Итак, если у Вас есть подозрение на замыкание в FBT, косвенными симптомами которого являются непривычный его свист и/или мгновенный выход из строя HOT после его замены, то проводим быструю диагностику:

- первым делом проверяем тестером диоды вторичных выпрямителей FBT и величину сопротивлений их нагрузок, а также сопротивление анодного конденсатора. Эти операции, как самые простые, лучше провести и в самом начале диагностики;

- вместо DC/DC-регулятора включаем в цепь питания лампу накаливания и наблюдаем осциллографом форму импульсов обратного хода (ИОХ) на коллекторе HOT или на «горячем» выводе СОК. Если форма ИОХ далека от идеала или вместо одного наблюдается несколько дополнительных импульсов (этакий «звон»), то переходим к следующему пункту. Если же форма ИОХ нормальная, колоколообразная, без линейно возрастающего участка перед нарастающим фронтом, то значит, замыкания в FBT, скорее всего, нет, и причина неисправности в чем-то другом;

- отсоединяем выводы первичной обмотки FBT. Если их несколько, то соединяем между собой отводы от СОК и HOT так, чтобы получилось обычное двухвыводное включение обмотки FBT. Отводы FBT для цепи центровки по горизонтали лучше вообще отключить;

- вместо первичной обмотки подключаем вышеописанный дроссель индуктивностью 1...10 мГн;

- оставив лампу в цепи питания +В, наблюдаем ИОХ. Если форма его существенно улучшилась, то делаем вывод, что проблема в самом FBT и/или в нагрузках его вторичных выпрямителей;

- если дополнительные измерения дефектов не выявили, то делаем заключение о неисправности самого FBT.

Еще хочу предупредить, что если Вы будете использовать не дроссель, а первичную обмотку другого FBT, то во избежание случайного прогорания люминофора (из-за неподключенных вторичных выпрямителей FBT) на время экспериментов отключайте цепь питания накала!

Подобный способ проверки с помощью дросселя и пониженного питания также вполне корректен и при «раздельной» развертке, т.е. когда FBT применен в узле анодного преобразователя. Только не забывайте, что цепь стабилизации анодного напряжения «будет пытаться» вытянуть его до нормы, что приведет к значительному увеличению тока ключевых элементов анодного преобразователя. Поэтому рекомендую также использовать лампу накаливания, включенную в разрыв цепи питания схемы преобразователя.

Другие проявления неисправностей FBT, которые здесь не затронуты, требуют дополнительного описания принципов работы строчной развертки монитора, и поэтому о них я расскажу в следующей статье.