

СОВРЕМЕННЫЕ НАКОПИТЕЛИ НА ЖЕСТКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ (часть 3)

(Окончание. Начало в РЭТ №3, 2003 г.)

Вадим Морозов, Сергей Яценко (г. Ростов-на-Дону)

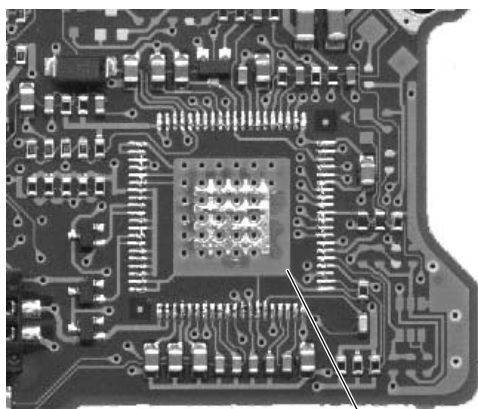
Далеко не все дефекты накопителей можно исправить без дорогостоящего специализированного оборудования, но в ряде случаев достаточно паяльной станции и программатора. В завершающей части статьи приводятся типичные неисправности нескольких распространенных накопителей и методы их устранения подручными средствами.

Как уже отмечалось в предыдущих частях статьи, накопитель состоит из двух основных частей: механической (гермоблока) и электронной (платы управления). К этим двум составляющим необходимо еще добавить внутреннее программное обеспечение, частично расположенное в ПЗУ на плате управления и частично хранящееся в служебной зоне накопителя и загружаемое в ОЗУ микроконтроллера накопителя при его инициализации. Эти три составляющие части очень тесно взаимодействуют между собой, и для нормальной работы накопителя они все должны быть в исправном состоянии. Отсюда следует вывод, что поломка накопителя может произойти из-за неисправности любой из этих составляющих, что и происходит в действительности. Причем у различных моделей накопителей различных производителей страдают вполне определенные компоненты. В условиях неспециализированной лаборатории, к сожалению, придется отказаться от части ремонтных работ. Во-первых, это касается ремонта механической части накопителя – гермоблока, во-вторых – программного обеспечения, находящегося в служебной зоне накопителя.

Сложность ремонта гермоблока определяется, прежде всего, трудностью поддержания исключительной чистоты воздуха в ремонтном помещении: не более 100 пылинок в 1 куб. м воздуха, тогда как в обычном помещении в 1 куб. м воздуха содержится порядка 6000 пылинок. Вскрытие крышки в обычном помещении неизбежно повлечет за собой проникновение пыли внутрь гермоблока и повреждение прецизионной механики. Те немногочисленные компании, которые выполняют ремонт механической части, используют для работы специальную чистую комнату или специальный стол, на котором установлен «аквариум» с рукавами для проведения работ. Кроме этого необходим набор специализированных приспособлений, к которым относятся разнообразные отвертки-звездочки, отвертки-шестигранники, крепежные штативы, позволяющие жестко закрепить гермоблок для проведения работ, а также всевозможные съемники блоков головок для различных типов накопителей. Требования к инже-

нерному персоналу, проводящему подобные работы, – аккуратность, точность движений и, безусловно, опыт. Одно неверное движение инструментом или касание магнитных дисков пальцами вмиг делает ремонт накопителя невозможным или, как минимум, на порядок его усложнит. Именно из-за этих сложностей многие компании, имеющие специализированное оборудование для ремонта накопителей, не берутся за работы, связанные с механической частью.

Самым простым ремонтом накопителей можно считать восстановление поврежденных программных модулей в служебной зоне накопителя. Повреждение модулей – это одна из трех равновероятных неисправностей накопителя. При их повреждении накопитель становится неработоспособным, хотя вся механическая и электронная части остаются полностью исправными. Как правило, накопитель с таким дефектом не видится в BIOSе компьютера и любое обращение к нему заканчивается ошибкой AVRT – команда не может быть выполнена. Для ремонта такой неисправности достаточно перезаписать испорченный модуль – и накопитель снова станет работоспособным. В среднем эта операция занимает 5...10 минут. Но за видимой простотой решения скрывается сложность реализации. Дело в том, что запись возможна только в специальном технологическом режиме работы накопителя. В этот режим накопитель переходит при подаче специальных команд, так называемого ключа, который различен не только у разных производителей, но и даже в различных семействах одного и того же производителя и сохраняется в секрете. Структура служебной информации также очень различается. Перезапись модулей можно производить только от аналогичной модели, учитывая версию программного обеспечения и тип модуля. Следует также упомянуть, что неверная перезапись модулей или запись несовместимой версии может окончательно повредить накопитель. Так, например, неправильное указание числа головок накопителя может привести к попытке программы обратиться к несуществующей головке. При этом позиционер начинает непрерывно биться об упор и, если вовремя не отключить накопитель, разрушает магнитные поверхности. Но и после включения питания ситуация повторится. Поэтому работать со служебной зоной необходимо не менее осторожно и аккуратно, чем с гермоблоком. Именно по этой причине производитель всячески паролит и секретит доступ к ней. Таким образом, при всей простоте ремонта накопителей с поврежден-



Зачистить скальпелем

Рис. 1. Увеличение контактной площадки

ной служебной информацией без специального программного обеспечения, а очень часто и программно-аппаратного, отремонтировать такой накопитель не представляется возможным. Кроме самих технологических утилит, которых в комплексе содержится множество (для каждого семейства существует своя утилита), необходима документация – четкая методология тестирования и восстановления неисправной служебной области, которая для каждого накопителя тоже индивидуальна. Пример технологической утилиты для ремонта накопителей Fujitsu семейства TAU приводился во второй части статьи (см. РЭТ №5, 2003 г.). Дороговизна данного оборудования не позволяет приобрести его всем желающим, поэтому остановимся на методиках ремонта накопителей, не требующих специального инструмента, приспособлений и программного обеспечения.

Один из принципов любого ремонта – «не сделать хуже, чем было», поэтому важно точно выполнить диагностику неисправности и, возможно, отказаться от ремонта данного накопителя, отправив заказчика в специализированный сервисный центр, если неисправность связана с механической частью накопителя или с запорченной служебной информацией. Для примера опишем анализ очень распространенной неисправности – «стучащего накопителя».

Если при включении питания из накопителя слышен периодический стук (удары позиционера об упор), то это свидетельствует о том, что накопитель не может прочесть сервоинформацию с поверхностей дисков. Причин этому может быть множество:

- неисправны магнитные головки;
- неисправен предусилитель/коммутатор, который расположен в гермоблоке в непосредственной близости от самих головок;

- неисправна плата электроники: канал чтения/преобразования данных, контроллер управления позиционером или цепи питания (стабилизаторы, фильтры, формирователи отрицательных напряжений).

Дополнительно к перечисленному, такая неисправность может произойти и по причине неверной записи служебных модулей, при которой выбирается несуществующая головка и, как следствие, отсутствует поток серводанных. Точная диагностика этой неисправности сложна и трудна даже для опытного специалиста по ремонту накопителя, но, тем не менее, есть ряд приемов, позволяющих ее немного упростить. Прежде всего, необходимо определиться, где именно находится неисправность – в гермоблоке или на плате управления. Для этого необходимо снять плату электроники с накопителя и установить вместо нее заведомо исправную, от точно такой же модели с аналогичной версией микропрограммы. Но надо сказать, что не для всех моделей это возможно: последние модели Seagate и модели Fujitsu MPG3xxxAT содержат в ПЗУ уникальные адаптивные параметры и при перестановке платы необходима и перестановка оригинального ПЗУ. Если стук прекратится и накопитель выйдет в готовность, то причину неисправности следует искать именно в плате. Если же накопитель будет продолжать стучать и с заведомо исправной платой, то неисправность находится в гермоблоке, и в этом случае необходимо отказаться от ремонта. Ни в коем случае не следует открывать гермоблок, чтобы посмотреть, что же там произошло внутри. Скорее всего, неисправность видно не будет, а вред от вскрытия может быть нанесен серьезный. Таким образом, из всех видов возможных неисправностей накопителя для обычной лаборатории, не имеющей специального оборудования, можно рекомендовать только ремонт платы электроники.

ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СЕМЕЙСТВ НАКОПИТЕЛЕЙ Производитель *Quantum*, семейства *Fireball* *EL, EX, CR, CX, lct08, lct10, lct15*

Проявление неисправности: накопитель нормально работает в течение некоторого времени (от 15 мин до нескольких часов), после чего начинает стучать позиционером об упор.

Это очень частая неисправность данных семейств, она связана с плохо припаянной на заводе микросхемой управления шпиндельным двигателем и позиционером, из-за этого она перегревается и перестает нормально функционировать. В накопителях Fireball EL, EX, CR установлен контроллер TDA5147BH, а в накопителях Fireball CX, lct08, lct10, lct15 установлен контроллер TDA5247HT.

Особенностью этих микросхем является наличие места для пайки, находящегося в нижней части корпуса, которое, кстати, служит и радиатором. Через него осуществляется отвод тепла и рассеивание его по плате. Монтаж и демонтаж этих микросхем необходимо осуществлять с помощью термовоздушной станции.

жении этого значения контроллер вводит режим стабильного вращения. В этом режиме микропроцессор вычисляет скорость вращения шпиндельного двигателя и подстраивает ее посредством заряда или разряда конденсатора раскочки. Подстройка выполняется каждую 1/6 оборота шпинделя.

Сложность диагностики заключается в том, что при попытке раскрутить двигатель делается всего 2...3 переключения фаз, которые обычным осциллографом отследить сложно. Если шпиндель по тем или иным причинам не начал вращаться, то контроллер, как правило, отключается или повторяет попытку через некоторое время. Таким образом, если смотреть обычным осциллографом, то можно увидеть только наличие импульсов определенной амплитуды, а этого для полной диагностики недостаточно. В идеальном случае нужен 3-канальный осциллограф с запоминанием, работающий в режиме самописца. Наверное, не у всех такой есть.

Контроллер VCM&SPM – достаточно надежная микросхема и редко выходит из строя. Если же это случается, то, как правило, из-за перегрева, результаты которого видны на ее корпусе. Чаше шпиндельный двигатель не запускается из-за других неисправностей. При ремонте схемы запуска необходимо проверить сигнал Stop Spindle от микросхемы MB3771. По этому сигналу происходит парковка магнитных головок и, с помощью ключей Q8 и Q9, останов шпиндельного двигателя. Активный уровень этого сигнала в режиме парковки – «лог. 1», в рабочем режиме накопителя – «лог. 0». Если шпиндельный двигатель начинает раскручиваться, то проверить работу выходных ключей микросхемы HA13525A можно, контролируя осциллографом сигнал на фазах. Для этого устанавливают скорость развертки осциллографа 10 мс/дел., усиление 2 В/дел., желательно использовать делитель 1:10. Шунтировать фазу может пробитый ключ Q8 или Q9. Микросхемы HA13525A и HA13525B не полностью взаимозаменяемы: в моделях семейств M1638TAU и MPA допускается использовать обе эти микросхемы, в семействах MPB и MPC – только HA13525B.

Производитель Fujitsu, семейства MPB, MPC

Проявление неисправности: накопитель определяет свою емкость выше, чем есть на самом деле (так называемая «мания величия»).

Это достаточно распространенная неисправность указанных семейств, и заключается она в разрушении микропрограммы в микросхеме ПЗУ, установленной на плате управления накопителя. В этих семействах используется микросхема ПЗУ в корпусе PLCC44 с организацией 64 К × 16 и напряжением программирования 5 или 12 В.

Для устранения этой неисправности достаточно перепрограммировать микросхему ПЗУ, записав в нее заведомо исправную прошивку соответствующей версии. Номер версии у накопителей Fujitsu указывается на гермоблоке на наклейке, в правом нижнем ее углу, ниже штрихового кода, и имеет вид: хуу-zzzz, где х – месяц изготовления накопителя, вы-

раженный в шестнадцатеричном виде, уу – префикс версии и zzzz – собственно версия программного обеспечения, например: C02-2009. Для совместимости версий в семействах MPB, MPC достаточно совместимости только версий, префикс версии и месяц изготовления не важны.

Производитель Fujitsu, семейство MPG3xxxAT/AN

Проявление неисправности: накопитель перестает определяться в BIOSе компьютера.

Надо сказать, что именно этот накопитель побил все рекорды поломок, причем в большинстве случаев это происходило через год эксплуатации, как раз после окончания гарантийного срока. Основной причиной неисправности является микросхема CL-SH8671-450E производства Cirrus Logic. Замечать ее на исправную не представляется возможным, т.к. данный кристалл изготавливался по заказу компании Fujitsu, а само семейство давно снято с производства. Но есть методика «оживления» неисправной микросхемы, позволяющая несколько продлить жизнь накопителя. Микросхему надо отпаять, снять старый припой с ее ножек и контактных площадок на плате, место на плате под микросхемой промыть, затем припаять ее обратно. После этого накопитель начинает работать. Если вовремя не заметить подвисания накопителя и не принять меры (как минимум, зарезервировать важную информацию), то постепенно переполнится таблица логов S.M.A.R.T. в служебной зоне и накопитель, ко всему прочему, запортит модули в служебной зоне, которые переписать без специального программного обеспечения не удастся.

Есть предположение, что причиной выхода из строя этих микросхем является применение нового полимерного компаунда при изготовлении корпуса микросхемы, который под воздействием повышенной температуры в условиях влажности разлагается и выделяет фосфорную кислоту. Но это только версия, так это или нет на самом деле, возможно, мы и не узнаем.

Производитель IBM, семейства DJNA, DPTA, DTLA, AVER, AVVA

Проявление неисправности: накопитель раскручивает шпиндельный двигатель, рекалибруется, выходит в готовность, в BIOSе определяется правильно, но при попытке чтения издает «шкрябающие» звуки и имеет множественные «бэды» на поверхности.

Данная неисправность связана с несовпадением расчетного кода целостности (CRC) полей данных и записанного в служебном поле сектора. Такая ситуация возникает, когда сектора не дописываются полностью. Это может произойти в результате дребезга контактов на разъеме БМГ между платой управления и гермоблоком. Разъем представляет собой игольчатые контакты, упирающиеся в залуженные ламели на печатной плате управления. Со временем мягкий припой продавливается, и контакт ухудшается.

Для устранения данной неисправности необходимо снять плату управления, очистить ламельные кон-

такты от старого припоя и заново их залудить, используя серебрясодержащий припой, после чего тщательно промыть место пайки. Установить плату на гермоблок. Далее необходимо, используя свободно распространяемое программное обеспечение (см. РЭТ №5, 2003 г.), произвести для всей поверхности очистку – процедуру записи любым кодом, что приведет к записи правильных кодов CRC.

**Производитель Seagate,
семейства Baracuda IV,V и 7200.7**

Очень распространенная неисправность – пробой защитного диода в цепи +12 В и, как следствие, выход из строя блока питания компьютера. Причем по внешнему виду этого элемента зачастую определить повреждение невозможно, т.к. корпус его остается целым. Попытка подключить накопитель с таким повреждением к исправному источнику питания для проведения диагностики, скорее всего, закончится выходом из строя последнего. Поэтому если такой накопитель принесут в ремонт, то первым делом надо прозвонить цепь +12 В обычным тестером на наличие короткого замыкания.

Защитный диод был разработан компанией SGS Thomson для защиты электронных схем от выбросов напряжения питания длительностью не более 10...20 мкс. В данном случае их массовый выход из строя свидетельствует о том, что разработчики накопителя не рассчитывали на столь низкое качество источников питания. Поэтому для работы накопителя можно просто удалить из схемы этот диод,

но без него нельзя гарантировать безотказную работу накопителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хочется предостеречь обычных пользователей персональных компьютеров, которым необходимо восстановить данные на поврежденном жестком диске: вероятность спасения данных обратно пропорциональна квадрату числа попыток их спасти. Многие очень серьезные специализированные сервисные центры по восстановлению информации не берут в работу накопитель, если у него вскрывался гермоблок, другие многократно увеличивают стоимость работ.

Начинающим специалистам, желающим заняться ремонтом накопителей и восстановлением данных, а также желающим увеличить свои знания в этой области, можно рекомендовать интернет-конференцию сайта iXBT (адрес <http://www.ixbt.com/>), форум «Магнитные носители информации» и литературу из приведенного списка.

Литература

1. Гудмэн Дж. *Секреты жесткого диска*. Пер. Григорьев В.Л. Киев: Диалектика, 1994. – 256 с.
2. Гук М. *Дисковая подсистема ПК*. – СПб.: Питер, 2001. – 336 с.
3. *Информационная безопасность офиса. Научно-практический сборник. Вып. 1: Технические средства защиты информации*. ООО «ТИД ДС», 2003. – 216 с.