

I. Пояснение основных понятий и определений

Изложение материала предварим необходимыми пояснениями используемых в книге понятий и определений.

Так, слово **схема** употребляется для обозначения документации электроустановки или электротехнического изделия. В том случае, когда необходимо обратиться к какому-либо документу, к этому слову будет добавляться поясняющее слово, указывающее рассматриваемую схему.

Если релейно-контакторная схема (для краткости в дальнейшем изделие или объект) соответствует всем установленным в документации требованиям, то принято говорить, что она находится в **исправном состоянии**. Когда такого соответствия нет, то говорят о **неисправном состоянии** изделия или о его **неисправности**.

Переход изделия из исправного состояния в неисправное происходит вследствие дефектов. Слово **дефект** употребляется для обозначения каждого отдельного несоответствия изделия установленным к нему в документации требованиям.

Из определений следует, что устранить неисправность изделия нельзя, но можно устранить дефект в изделии. Если он единственный, то затем изделие перейдет в **исправное** состояние.

Дефекты в изделии могут возникать в разные моменты его **жизненного цикла** - при изготовлении, монтаже, настройке, эксплуатации, испытаниях, ремонте, и иметь различные последствия.

По последствиям различают **критические, значительные** и **малозначительные** дефекты.

Наличие критических дефектов делает использование изделия по прямому назначению **невозможным** или **недопустимым**.

Пример 1. Критический дефект.

В качестве примера изделия выбираем реле постоянного тока на номинальное напряжение 110 В, катушка которого имеет $w_x = 10\ 000$ витков, а её сопротивление $R_x = 2200$ Ом.

Другие параметры:

- номинальный ток $I_{ном} = 0,05$ А;
- ток срабатывания $I_{сраб} = 0,033$ А;
- коэффициент запаса $K_{зш} = 1,5$;
- номинальная МДС (магнитно-движущая сила) $A_w = 500$ А.

Пусть в катушке существует дефект, приведший к закорачиванию 90% витков и уменьшению сопротивления катушки до $R_2 = 220$ Ом (если условно положить, что все витки имеют одинаковую длину).

При напряжении 110 В этому сопротивлению будет соответствовать ток $I_2 = 0,5$ А и МДС $A_{w2} = I_2 \cdot w_2 = 0,5 \cdot 1000 = 500$ А.

Хотя цифры показывают, что значение МДС не изменится и реле сможет притянуть свой якорь, но сколько-нибудь длительная работа реле с таким дефектом невозможна, так как после подведения к дефектной катушке номинального напряжения обмоточный провод, перегруженный током в 10 раз, перегорит практически мгновенно.

Значительные дефекты ограничивают возможность использования изделия по прямому назначению или сокращают его **долговечность** (см. пример 6).

Пример 2. Значительный дефект

Пусть в катушке реле, рассмотренного в примере 1, существует дефект, приведший к замыканию 20% витков, то есть в ней осталось действующими 8000 витков.

Предполагая по-прежнему пропорциональность между количеством витков и сопротивлением обмотки, можно определить, что сопротивление дефектной обмотки $R_3 = 1760 \text{ Ом}$.

Это сопротивление при напряжении 110 В ограничит ток в катушке значением $I_3 = 0,062 \text{ А}$.

Следовательно, МДС $Aw_3 = 0,062 \cdot 8000 = 496 \text{ А}$.

Таким образом, и при данном дефекте МДС будет достаточной для срабатывания реле, однако увеличение тока через обмотку практически на 25 % приведет к перегреву катушки сверх допустимого для её изоляции и преждевременному отказу реле, хотя оно и сможет проработать некоторое время.

Если наличие дефекта не оказывает влияния на работу изделия, то его называют **малозначительным**.

Пример 3. Малозначительный дефект

В катушке реле, параметры которого приведены в примере 1, зако- рочено 5 % витков сопротивление которых примерно равно 2090 Ом.

Это сопротивление ограничит ток в катушке до значения $I_4 = 0,053 \text{ А}$, что соответствует МДС $Aw_4 = I_4 \cdot w_4 = 503 \text{ А}$.

Если учесть, что в документации реле установлен 10 %-ный допуск на номинальный ток, т.е. $I_{ном\ max} = 0,055 \text{ А}$, то увеличение тока на 0,003 А нельзя обоснованно отнести к дефекту реле или его катушки, так как $I_4 < I_{ном\ max}$.

В связи с тем, что увеличение тока не превосходит допустимого для данного реле, то дефект, вызвавший его, не влияет на работу реле.

Рассмотренные примеры показывают, что не только разные дефекты, но один и тот же вид дефекта (в нашем случае - короткое замыкание витков катушки) могут иметь неодинаковые последствия. Само же наличие дефекта в изделии далеко не всегда влияет на его способность выполнять свои функции.

В подтверждение сказанного приведем пример, где в качестве объекта рассмотрена гирлянда электрических ламп. Этот достаточно простой объект будет использован еще в нескольких примерах, при рассмотрении основных технологических вопросов поиска дефектов.

Простота объекта позволит, не отвлекаясь на пояснения принципа его действия и происходящих в нем процессов, обратить внимание только на вопросы поиска дефектов.

Пример 4. Различное проявление одинаковых дефектов.

Пусть в объекте, представляющем собой переносной светильник (рис. 1, а), произошло короткое замыкание между выводами лампы.

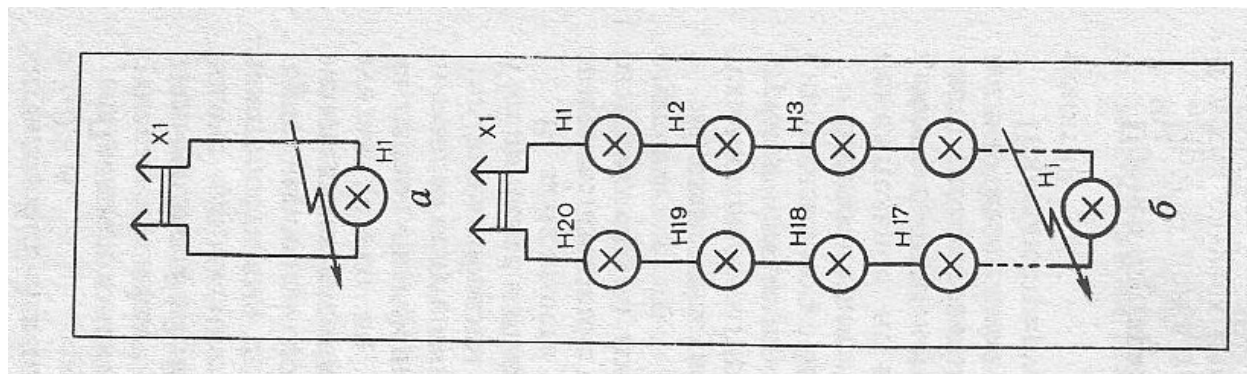


Рис. 1 Различное проявление одинаковых дефектов:
а – в переносном светильнике, б – в гирлянде электрических ламп

При подключении светильника к источнику питания произойдет короткое замыкание в источнике. В данном случае по своим последствиям короткое замыкание в лампе является критическим дефектом.

Другой объект - гирлянда электрических ламп (рис. 1, б). Точно такой же дефект в этом объекте может привести к различным последствиям в зависимости от числа ламп в гирлянде.

В частности, при 25-30 или более лампах и сумме их номинальных напряжений, превосходящей напряжение сети, короткое замыкание в одной из ламп не приведет к увеличению напряжения сверх допустимого на каждую из оставшихся исправными ламп и к заметному возрастанию яркости свечения остальных ламп.

Хотя внешне оба дефекта проявляют себя одинаково (отсутствие свечения неисправной лампы), по своим последствиям короткое замыкание в одной из ламп гирлянды не приводит к короткому замыканию источника электроэнергии и для всей гирлянды является по принятой классификации малозначительным дефектом.

Кроме исправного и неисправного состояний в технической диагностике различают **работоспособное** и **неработоспособное** состояния.

Работоспособным считается изделие, способное выполнять возложенные на него функции, сохраняя значения заданных параметров в заранее установленных пределах.

В противном случае изделие неработоспособно.

Хотя любое исправное изделие является одновременно и работоспособным, но о работоспособном изделии не всегда можно сказать, что оно исправно.

В примерах 3, 4 показано, что и неисправные изделия могут выполнять возложенные на них функции.

Нарушение исправного состояния изделия при сохранении его работоспособности происходит в результате **повреждения**, а при нарушении работоспособности - из-за **отказа**.

Из приведенных определений следует, что хотя отказ изделия и вызывается наличием в нем тех или иных дефектов, однако само по себе появление дефекта не всегда приводит к отказу (см. примеры 3, 4).

Отказы, не связанные с неисправностью других элементов, называют **независимыми**, а возникающие, как следствие другого, - **зависимыми**.

Пример 5. Зависимый отказ.

В некоторых типах контакторов используют секционированные катушки (рис. 2).

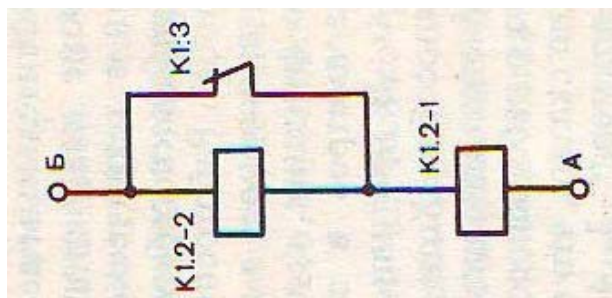


Рис. 2 Секционированная катушка

При включении контактора работает секция катушки $K1.2-1$, называемая **пусковой**, или включающей. Вторая же секция катушки $K1.2-2$ в это время зашунтирована размыкающим контактом $K1:3$ контактора. В зависимости от габарита контактора ток, протекающий через пусковую секцию, достигает 8 - 15 А.

После того, как подвижная система контактора переместится в конечное положение, контакт $K1:3$ разомкнётся и в работу включится **удерживающая** катушка $K1.2-2$, а ток уменьшится до 0,2-0,8 А.

Предположим, что в контакторе существует дефект, препятствующий размыканию контакта $K1:3$.

В этом случае через некоторое время после подачи напряжения на катушку от перегрузки перегорит провод, которым намотана включающая катушка. Провод этой катушки рассчитан только на кратковременную, в течение долей секунды, работу в период включения контактора.

Таким образом, дефект контакта $K1:3$ приводит к отказу контактора.

В зависимости от причин, вызвавших появление отказов, они подразделяются на **систематические** и **случайные**.

Систематические отказы изделий возникают при нарушении технологических процессов их изготовления или монтажа, настройки или эксплуатации, ремонта или испытаний. Причины таких отказов могут быть выявлены и устранены.

Возникновение случайных отказов представляют собой, хотя и нежелательное, но вполне естественное явление и характерно для любого технического объекта.

Вероятность таких отказов определяется показателями его **надежности: наработкой на отказ, вероятностью безотказной работы, долговечностью** и др.

Проиллюстрируем взаимосвязь некоторых из перечисленных понятий.

Пример 6. Нарботка на отказ и долговечность.

«Иногда новая установка сразу отказывает или работает плохо. В таких случаях немедленно принимают необходимые меры. Или сначала все хорошо, затем работа ухудшается и, наконец, наступает отказ: электроустановка выходит из строя, например через 3 месяца, хотя срок ее службы 16 лет¹».

Здесь приведены две характеристики надежности - наработка на отказ (продолжительность работы до первого отказа) и долговечность (срок службы). В соответствии с принятой системой понятий для **ремонтпригодных** изделий наработка на отказ всегда меньше срока их службы. Таким образом, если для данного изделия установлена наработка на отказ меньшая или равная 3 месяцам, то его отказ закономерен. В том же случае, когда установленная наработка на отказ превышает 3 месяца, можно говорить о низкой фактической надежности данного изделия.

По-иному обстоит дело с **неремонтпригодными** изделиями, для которых наработка на отказ всегда должна быть не меньше срока их службы. Таким образом, отказ неремонтпригодного изделия со сроком службы 16 лет через 3 месяца работы явление ненормальное.

Однако следует помнить, что все показатели надежности характеризуют случайные величины и поэтому по преждевременному отказу одного единственного изделия нельзя обоснованно судить о надежности других изделий данного типа.

В примере 3 был рассмотрен случай, когда дефект в изделии внешне себя не проявил. Каким же образом можно узнать о существовании этого или любого другого дефекта в том или ином изделии, не дожидаясь возникновения отказа, аварии или других нежелательных последствий?

Прежде всего, дефект в изделии проявляется во время его настройки, испытаний или при плановой профилактической проверке по **признакам**, позволяющим установить *факт нарушения* его исправности или работоспособности.

На основании этих признаков фактическое состояние изделия относят к одному из четырех названных выше состояний (**исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное**) или же к **предельному** состоянию, когда выполнение каких-либо настроечных или ремонтных работ нецелесообразно и изделие должно быть заменено новым.

Упомянутые выше признаки принято называть **критериями дефекта**, а задаются они в документации изделия в виде перечня параметров или характеристик с указанием допустимых пределов их изменения - **допусков**.

¹ Сохранена терминология, использованная в [10].

Пример 7. Критерии дефектов.

Пусть работоспособное состояние катушки реле характеризуется только одним параметром - сопротивлением $R = 2200 \pm 150$ Ом.

В этом случае при плановой профилактической проверке сопротивления реле по отклонению фактического сопротивления за пределы допуска было бы обнаружено существование дефектов, рассмотренных в примерах 1, 2.

В то же время катушка реле с дефектом, указанным в примере 3, была бы отнесена к исправной.

О существовании дефекта в изделии, работающем по прямому назначению, узнают по срабатыванию устройств защиты и сигнализации или по возникновению недопустимых отклонений контролируемых параметров.

Пример 8. Установление факта существования дефекта.

Потребитель электроэнергии получает питание через контакты автоматического выключателя (автомата), снабженного зависимым расцепителем, имеющим времятоковую характеристику, показанную на рис. 3.

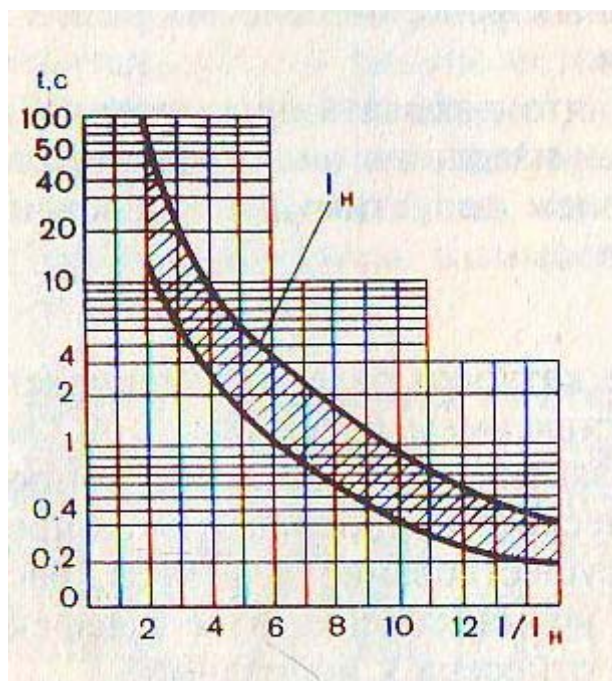


Рис. 3 Времятоковая характеристика автоматического выключателя

Если автомат не отключает электропитание потребителя, то считают, что дефекты в системе питания электроустановки отсутствуют.

В противном случае считают, что дефект существует, и приступают к выяснению причины, вызвавшей срабатывание расцепителя.

Естественно, что исправность расцепителя и самого автомата надлежит периодически проверять.

Наконец, о существовании дефектов в изделии говорит возникновение той или иной *аварийной ситуации (аварии)*. В отличие от рассмотренных ранее, такая ситуация не является нормой и в той части, которая не касается интересующего нас процесса поиска дефекта, должна рассматриваться как **чрезвычайное происшествие**.

Резюмируя сказанное, отметим, что в технической диагностике независимо от того, каким образом узнали о факте существования дефекта, принято говорить, что к *поиску дефекта* приступают после того, как он себя **проявил**.

По приведенному выше определению любой дефект представляет собой отклонение от какой-либо нормы. Пока такого отклонения нет, то есть дефект не проявился, то нет и самого дефекта.

Поэтому существующее мнение о том, что дефекты надо обнаруживать и устранять заблаговременно, чтобы они себя не проявили [10, с. 110] ошибочно, поскольку это противоречит основным понятиям технической диагностики и теории надежности².

Применяя те или иные проверки не всегда удастся выявить факт существования дефекта в изделии (см. пример 3), поэтому по отношению к **правилам, методам и средствам контроля** все дефекты подразделяют на **явные** и **скрытые**.

Явные дефекты могут быть обнаружены методами и средствами контроля, предусмотренными в документации на изделие.

Например, пусть в документации реле установлен только один способ контроля исправности катушки - по сопротивлению обмотки. В этом случае дефекты, описанные в примерах 1, 2, по принятой классификации будут явными. Дефект, указанный в примере 3, для этого способа контроля относится к скрытому.

Такая классификация не дает основания говорить, что скрытые дефекты вообще нельзя обнаружить. Просто отдельные дефекты **скрыты** от какого-либо конкретного способа контроля и для их выявления следует применять иной способ.

Пример 9. Выявление скрытого дефекта.

Пусть работоспособное состояние катушки характеризуется такими двумя параметрами:

- сопротивлением обмотки $R_1 = 2200 \pm 150$ Ом;
- током $I_1 = 0,05 + 0,002$ А.

Следовательно, исправность катушки контролируют по результатам измерения сопротивления и тока.

При таком способе контроля дефект (пример 3) перестает быть скрытым, так как фактическое значение тока $I_1 = 0,053$ А превышает допустимое 0,052 А.

Любые же дефекты обмотки реле, уменьшающие ее сопротивление менее чем на 150 Ом или же приводящие к увеличению тока, потребляемого ею не более чем на 0,02 А, и для этого способа контроля работоспособности должны быть отнесены к скрытым.

² Подробно о прогнозировании отказов можно прочитать в [33].

Возникновение дефекта приводит к конкретным изменениям в изделии (обрыв провода, неправильное соединение элементов между собой, непредусмотренное схемой замыкание токопроводящих частей, поломка деталей), которые называют **характером дефекта**.

По этому признаку дефекты подразделяют на **электрические** и **неэлектрические**.

К электрическим дефектам относят нарушения контактных соединений, короткое замыкание, обрыв электрических цепей, ошибки в соединениях элементов между собой и т.п.

Из всех возможных неэлектрических дефектов обратим внимание только на некоторые **механические** дефекты, как то: неполадки в креплениях элементов, системах передач от исполнительных двигателей (серводвигателей) к органам управления, в подвижных частях реле и контактов и др.

До сих пор приводились примеры с одним дефектом в изделии. Однако в общем случае в изделии может существовать более одного дефекта и тогда говорят, что в изделии есть **кратные дефекты**.

Тем не менее, и в работах по технической диагностике и в данной книге процесс поиска дефекта описан в предположении, что в изделии в каждый момент существует только один дефект.

Такая условность вызвана как малой вероятностью одновременного возникновения двух, а тем более трех или четырех дефектов, так и тем, что наиболее ярко проявляется всегда один дефект, а другой (или другие) на его фоне остается необнаруженным.

К поиску кратных дефектов приступают тогда, когда после устранения первого обнаруженного при контроле исправности и работоспособности изделия устанавливают наличие еще одного дефекта.

Иногда считают, что возможны случаи, когда кратные дефекты компенсируют друг друга. Однако это не соответствует истинному положению вещей, что следует и из введенного выше определения понятия дефект. На самом же деле при наличии кратных дефектов возможно кроме яркого проявления одного из них, искажение внешних проявлений из-за совместного действия нескольких дефектов.

Пример 10. Кратные дефекты.

Основой схемы защиты электроустановки от короткого замыкания является релейная часть, реагирующая на один из его параметров и подающая сигнал на отключающий электромагнит автоматического выключателя, через который данная электроустановка получает питание.

Пусть в релейной части существует дефект, приводящий к ее срабатыванию как при коротком замыкании в защищаемой схемой зоне, так и вне её. Пусть одновременно с этим существует и второй дефект, приведший к отказу отключающего электромагнита.

В связи с тем, что по технологическим соображениям электропитание с защищаемой установки не снимается, то дефект отключающего электромагнита ничем не проявляет себя.

Из-за наличия такого дефекта не проявляет себя и дефект в релейной части, хотя она и срабатывает при коротких замыканиях вне

зоны защиты.

Таким образом, **внешне** схема защиты и автоматический выключатель проявляют себя как вполне исправные.

Если необходимо избежать аварийной ситуации, возникающей при коротком замыкании в защищаемой релейной частью зоне, то узнать о существовании дефекта можно при проведении периодических совместных проверок защиты и привода выключателя без разрывов цепей управления.

Но для того, чтобы установить факт одновременного существования двух конкретных дефектов, такой проверки уже недостаточно и требуется разработка специальных критериев и методик проверки, позволяющих вынести обоснованное заключение о том, что внешние проявления, характерные для данной проверки, являются результатом совместного существования только этих двух дефектов и никаких других. - - - - -

Аналогичная описанной будет картина не только при отказе электромагнита, но и при обрыве любого проводника, соединяющего электромагнит с релейной частью, а также при нарушении любого из контактных соединений в цепи электромагнита и других подобных дефектах.

К несрабатыванию релейной части при коротком замыкании в зоне защиты может привести и наличие короткого замыкания во вторичной цепи трансформатора тока, формирующего сигнал, поступающий на вход релейной части.

Примеры, похожие по проявлению дефектов, можно значительно умножить. Поэтому оказывается не только удобным, но и более правильным строить процесс поиска дефекта (после установления факта его существования) предполагая, что в изделии существует только один дефект.

Как видно из примера 10, одинаковое проявление различных дефектов не позволяет в каждом конкретном случае указать, какие именно конкретные дефекты существуют в изделии. В нашем случае можно только перечислить группу дефектов, имеющих одинаковые внешние проявления (или по-другому, имеющих одинаковый **образ** [32]).

Пример 11. Внешние проявления кратных дефектов.

Пусть исправность воспринимающей части реле проверяют измерением тока, потребляемого катушкой и результат измерения $I > I_{доп}$. Таким образом, проверка показывает, что в реле существует дефект. К увеличению тока в катушке приводит не только электрические (например, короткое замыкание), но и механические (в подвижной части реле) дефекты.

Обнаруженное увеличение тока сверх допустимого может быть следствием существования как одного электрического или одного механического дефекта, так и одновременно этих двух. - - - - -

Данный пример иллюстрирует тот факт, что проявление кратных дефектов может совершенно не отличаться от проявлений одиночных и

только по результатам измерения тока в катушке нельзя сказать, по какой именно причине произошло его увеличение.

Для выявления кратных дефектов поступают по-иному. Сначала отыскивают тот дефект, который проявляет себя наиболее ярко, а затем, устранив его причину, ещё раз проверяют работоспособность изделия.

Если такая проверка подтверждает наличие отклонений от установленных для изделия требований, то приступают к поиску того дефекта, который соответствует выявленным отклонениям.

Применительно к материалу примера 11 это означает, что при $I > I_{доп.}$ следует прежде всего убедиться в отсутствии короткозамкнутых витков (например, измеряя сопротивление катушки), а затем, если сопротивление в норме, проверить механическую часть реле.

Однако можно действовать и по-другому, проверяя сначала механическую часть реле, а затем его катушку.

Таким образом, оказывается, что даже при поиске такого элементарного дефекта непросто выбрать ту или иную последовательность проверок, а также *технологические переходы*³, с помощью которых эти проверки реализуются.

Поэтому в технической диагностике дефект определяется на основании какого-либо *метода*, устанавливающего правила применения определенных принципов, использование технологических средств и выбора технологических переходов для реализации проверок.

Независимо от выбранного метода установления дефекта необходимо предварительно изучить изделие как объект поиска дефекта, установить возможные дефекты в нем и их признаки, разработать **модели изделия**, которые описывают исправное и неисправное состояния, определить последовательность и состав проверок, выбрать технологические переходы для их реализации.

Для успешного поиска дефекта нет необходимости знать все об элементах, составляющих реальный объект, связях между ними, а также о различных «тонкостях» и «особенностях» его работы. Более того, излишняя информация зачастую не только не ускоряет поиск, а наоборот, затрудняет его. В частности, из-за того, что далеко не всякий дефектный элемент может быть заменен на исправный.

Поэтому при определении **глубины поиска** ориентируются прежде всего на уровень сменного блока (плату, узел, модуль и т.п.) и значительно реже - на уровень элемента.

Именно поэтому при отыскании дефекта реальный объект заменяют моделью.

Необходимо иметь в виду, что одно и то же изделие может быть представлено разными моделями в зависимости от того, какие его свойства интересуют в данный момент.

³ Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, отличающуюся неизменностью используемых средств технологического оснащения. В нашем случае операцией является поиск дефекта, а один из технологических переходов - **измерение** - был рассмотрен в примерах 1, 2, 3.

Наиболее распространенными моделями служат различного рода схемы (*структурные, функциональные, принципиальные, подключения, соединений, эквивалентные* и др.), отличающиеся тем, что представляют одно и то же изделие с разных сторон и с разной степенью детализации.

Поэтому в качестве моделей используют прежде всего схемы изделий. И только в тех случаях, когда для отыскания дефекта недостаточно схемы, составляют специальные диагностические модели, предназначенные для определения дефектов.

Можно использовать как какую-то одну модель, так и несколько, заменяя их в процессе поиска дефекта.

Из всех используемых наиболее распространена диагностическая модель в виде перечня дефектов (табл. 1).

Таблица 1. Диагностическая модель в виде перечня дефектов для системы световой и звуковой сигнализации

Внешние проявления	Причина и способ устранения
Общие указания	При возникновении дефекта проверить наличие питания системы путем проверки ламп «Нет питания», «Контроль системы». Проверить затяжку всех винтовых соединений
Цепи проверки ламп не работают	Неисправно реле. Обрыв проводника Заменить реле К9 и проводник.
При нажатии кнопки «Проверка ламп» лампы табло не горят	Неисправная лампа, патрон лампы, диод в схеме сигнализации. Заменить соответствующую лампу (ламповый патрон, плату с диодами)
Цепи «Проверка работы» не работают	Неисправны реле. Заменит реле К7 или К8.
При проверке работы одна из ламп не мигает	Неисправна лампа. Обрыв проводника. Заменить лампу или проводник
Не включается сирена	Неисправно реле К7 или блок логики Заменить реле К7 или плату блока логики.

Данная модель составлена в предположении, что поиск дефекта производится до элемента – реле, лампы, патрона, проводника.

Процесс поиска дефекта при использовании такой модели предельно прост. Сопоставив проявления реального дефекта с приведенными в одном столбце такого перечня, в другом находят причину дефекта и способ его устранения.

Для электрических машин такая модель описана в классической книге Р.Г.Гемке [13].

Сфера применения такого способа поиска дефекта ограничена прежде всего тем, что для более или менее сложного изделия практически невозможно составить исчерпывающий перечень дефектов, т.е. нельзя построить диагностическую модель, в которой будут учтены все возможные дефекты.

Убедиться в этом можно, ознакомившись с соответствующими разделами руководства по эксплуатации цифровых устройств релейной защиты.

Для таких изделий рассматриваемая диагностическая модель разрабатывается в предположении, что при обнаружении того или иного дефекта замене подлежат соответствующие сменные модули (табл. 2).

Таблица 2. Фрагмент диагностической модели в виде перечня дефектов для цифрового блока релейной защиты

Внешние проявления	Причина	Действия по устранению
Все индикаторы и дисплей погашены	Отсутствует питание (оперативный ток). Неисправен МПВВ. Неисправен МЦП	Проверить наличие напряжения питания Заменить МПВВ. Заменить МЦП
Дисплей после нажатия кнопок не включается в течение 10 с	Пониженная контрастность дисплея. Неисправен МЦП Неисправен пульт	Отрегулировать контрастность дисплея Заменить МЦП Заменить блок
После подачи питания мигает или погашен индикатор «Работа». На дисплее в меню «Тест» надписи: «Неисправен», «МЦП УСТ»	Разрушены или не введены значения уставок и положения программных ключей	Ввести новые значения уставок и положений программных ключей. Если дефект не устраняется – заменить МЦП
Мигает или погашен индикатор «Работа», индикатор «Вызов» погашен. На дисплее в меню «Тест» надписи «Неисправен», «МАС»	1. Входной аналоговый сигнал превышает предельно допустимое значение 2. Неисправен МАС Неисправен МПВВ (питание ± 15 В)	1. Проверить аналоговые входы по меню «Параметры сети» 2. Заменить МАС 3. Заменить МПВВ

Данная диагностическая модель приведена здесь прежде всего для иллюстрации новых возможностей при поиске дефекта – получение «подсказок» о причинах дефекта, выводимых на экран дисплея при проверке блока в режиме «Тест».

Введенных в данном разделе определений и сделанных к ним пояснений достаточно для того, чтобы в дальнейшем рассмотреть особенности определения дефектов в релейно-контакторных схемах.