

**«Обеспечение безотказной работы  
средств РТО  
при боевом применении»**

## **Учебные вопросы:**

1. Характерные неисправности штатной техники РТО.
2. Методика обнаружения и устранения неисправностей на штатной технике РТО.

Надежная работа средств РТО имеет важное значение для обеспечения управления авиацией на земле и воздухе, руководства полетами и обеспечения их безопасности в боевой и повседневной деятельности.

Конструкция средств РТО обеспечивает достаточно высокую надежность работы основного оборудования. Однако это не гарантирует появление неисправностей в процессе эксплуатации. Неисправности неизбежны, появляться они могут вследствие разных причин, зависящих и не зависящих от обслуживающего персонала. Следовательно, выход из строя аппаратуры требует быстрого обнаружения и устранения неисправностей.

Конструкция всех узлов - блочная, что значительно облегчает как обнаружение неисправностей, так и последующий ремонт. В частном случае, при наличии резервных блоков ремонт может быть сведен к простой замене неисправного блока исправным.

Успешно находить и устранять неисправности могут только специалисты, отлично знающие назначение и взаимодействие каскадов внутри блоков и узлов системы, ясно представлять физические процессы в электрических схемах. Отсутствие этих знаний или их недостаток ведет к усугублению неисправностей и даже к полному выходу из строя всей системы или важнейших ее элементов.

Восстановление работоспособности аппаратуры складывается из отыскания неисправностей и анализа их причин, устранения неисправностей и проверки работоспособности аппаратуры после этого.

# **Характерные неисправности штатной техники РТО**



# *Электрoвакуумные приборы*

Чаще всего неисправности в РСП возникают из-за отказа электровакуумных и полупроводниковых приборах. В радиолампах встречаются следующие неисправности: перегорание нити накала, потери эмиссии, замыкание между электродами, нарушение вакуума. Обнаружить неисправные лампы можно разными способами: по накалу их нитей, свечению газа в баллоне, цвету анода и оттенку покрытия на баллоне.

При наличии в лампе газа голубое свечение,  
наблюдаемое у исправных ламп вблизи анода,  
заполняет весь баллон.

*Трансформаторы, дроссели и катушки  
индуктивности*

Частота отказов трансформаторов, дросселей и катушек индуктивности имеет примерно тот же порядок, что и резисторов. Характерными для них являются следующие отказы: перегорание и обрыв обмоток на корпус; замыкание между обмотками и между витками. Основными причинами указанных отказов являются: повышенное напряжение первичной обмотки; повышенный ток вторичных обмоток; флюктуация частоты входного напряжения. Обрывы между витками в обмотках обнаруживаются при помощи омметра.

Они чаще всего бывают в месте соединения проводника обмотки с выводом. Замыкание между витками определяется по изменению сопротивления, по нагреву обмотки или путем замены детали на исправную.

# *Реле и коммутирующие устройства*

Наиболее часто встречающимися в них являются: обгорание, загрязнение и замыкание контактов; разрегулировка, поломка и ослабление контактных пружин; пробой изоляции обмотки на корпус. Реже встречаются отказы из-за обрывов, межвитковых замыканий обмоток, из-за ухода параметров за пределы допусков, плохого центрирования контактов и снижения упругости пружин. Отказ контактов может быть вызван большим током включений, большой величиной установившегося тока или скачком напряжения при размыкании индуктивной цепи.



Ложные срабатывания реле возникают при недостаточном контактном давлении, вибрации или вследствие усталости материала. При длительном нахождении реле, контакторов, выключателей, разъемов и других электромеханических элементов во влажной атмосфере сопротивление изоляции между токонесущими частями сильно снижается, что может служить причиной их отказа.

# *Микросхемы*

Отказы микромодулей и микросхем характеризуются значительным ухудшением их параметров, приводящим к полной или частичной потере работоспособности. К отказам приводит нарушение электрической или механической прочности микроэлементов, элементов конструкции. Это, прежде всего, пробой переходов, обрывы, короткие замыкания, перегорание контактов, растрескивание микроплат, разрушение токонесущих выводов и

Т.П.

Чаще всего эти отказы возникают в результате накопления незначительных количественных изменений физического состояния элементов, которые невозможно заметить в процессе эксплуатации.

Следует учитывать, что для микромодулей и микросхем крайне опасны любые, даже самые кратковременные электрические перегрузки, что накладывает повышенные требования к стабильности источников питания.

Чрезвычайно опасным является изменение полярности, как питающих напряжений, так и сигналов, подаваемых на схемы проведения технического обслуживания. Необходимо помнить, что для микромодулей и микросхем имеется явно выраженный период приработки, и это вызывает необходимость проведения тренировки их отдельно или в составе аппаратуры

Небольшие величины питающих напряжений и малые токи обуславливают подверженность схемы в микроэлектронном исполнении воздействию статического электричества и наводок в электрических цепях.

В такой же степени оказывают поля от близкорасположенных передатчиков антенн.

Воздействие статического электричества, обусловленное в ряде случаев недостаточным конструктивным совершенством аппаратуры, а также отсутствием необходимых мер защиты от него при эксплуатации. Накопление зарядов статического электричества способствует одежда из синтетических материалов, наличие изолирующих покрытий на рабочих местах, стульях и на полу.



Накоплению зарядов способствует низкая влажность. Наиболее оптимален уровень относительной влажности 60...80%, при котором создаются условия стекания зарядов статического электричества с заряженных поверхностей.

Следует знать, что измерение режимов работы микромодульной и микросхем производится при полном включении схемы и наличии всех питающих напряжений. Для уменьшения влияния прибора на результаты измерения при проверке параметров на высокой частоте подключение приборов необходимо производить короткими коаксиальными кабелями с разъемами.

При отсутствии разъемов на исследуемом устройстве кабели рекомендуется припаивать. Измерительные приборы, подключенные к входу и выходу схемы, соединительные провода должны быть по возможности удалены друг от друга и тщательно экранированы. Для избежания возможных перегрузок и искажений сигналов в схемах необходимо пользоваться только теми измерительными приборами, которые оговорены в эксплуатационной документации.

Ряд специфических требований предъявляется к хранению микроэлектронной аппаратуры ЗИП к ней, что определяется ее конструктивными и схемными особенностями. Отдельные платы, субблоки и узлы, а также микромодули и микросхемы хранятся, как правило, в полиэтиленовых пакетах. После вскрытия пакет должен быть запаян.

Наиболее целесообразно хранить печатные платы в вертикальном положении в закрытой таре, предохраняющей от попадания влаги и химически активных веществ, в помещениях, где исключаются резкие перепады температуры. Хранение должно производиться, как правило, при температуре 5...35°C и относительной влажности не более 85%. Следует иметь в виду, что в случае использования микромодулей и микросхем после их длительного хранения необходимо провести повторное лужение

**ВЫВОДОВ.**

**Методика обнаружения и устранения  
неисправностей  
на штатной технике РТО**

Карта напряжений (иногда ее называют диаграммой напряжений) - это чертеж, изображающий расположение на шасси (или печатной плате) отдельных деталей и их выводов, рядом с которыми указаны величины напряжений. Причем эти величины нанесены в разрыве стрелок, которые указывают, между какими точками схемы надо измерять данное напряжение. На карте обычно указывается и тип измерительного прибора, при помощи которого получены указанные на карте напряжения.

Последнее очень важно, так как если измерения вести прибором, внутреннее напряжение которого много меньше прибора, указанного на карте, то результаты измерения окажутся заниженными.



Проверку режима по карте напряжений производят следующим образом: один из щупов тестера, ампервольтметра или лампового вольтметра присоединяют к корпусу, а другим щупом прикасаются к соответствующему выводу детали или контактному лепестку, и по шкале прибора определяют напряжение между данными точками; оно не должно отличаться от величины, указанной на карте, больше чем на  $\pm 20\%$ .

При этом проверку напряжений надо начинать с измерения напряжения питания, которое не должно отличаться от номинального больше чем на  $\pm 10\%$ .

Однако карта напряжений не дает исчерпывающих сведений обо всех напряжениях, которые действуют в схеме блока, обычно на карте указаны напряжения только на основных точках схемы: выводах электролитических конденсаторов, лепестках ламповых панелей и выводах транзисторов и т.п. Но иногда бывает необходимо определить, соответствует ли нормальному режиму напряжение, измеренное в какой-либо точке схемы, не указанной на карте напряжений.

В этом случае по принципиальной схеме проверяют. Не указана ли величина, действительная для данной точке схемы, где-либо в другой части схемы возле проводов, соединенных с проверяемой точкой. Возможно, что напряжение указано для одного вывода резистора, а надо знать его величину на другом выводе. В этом случае по схеме надо определить, в каком направлении протекает ток по резистору.

Если ток протекает в направлении от вывода, величина напряжения, на котором указана на карте или принципиальной схеме, через резистор, то величина напряжения на втором его выводе окажется меньше на величину, равную падению напряжения на резисторе, причем, как известно.

Это падение будет тем больше, чем больше сопротивление данного резистора и чем больший ток протекает через него.

Кстати, иногда бывает не просто отыскать в блоке нужную деталь или соответствующий вывод, проводник и т.п. В этом случае надо поступать следующим образом. По принципиальной схеме определить номер контактного лепестка ламповой панели (или вывод транзистора), к которому подключена искомая деталь.

За «отправной пункт» поисков надо взять лампу или транзистор, потому что их легко отыскать на шасси самого ближнего блока -обычно номера ламп указаны на шасси, да и без маркировки легко разобраться, какая лампа или транзистор относится к какому каскаду. «Отправными пунктами» поисков можно сделать можно сделать и другие крупные детали, которые легко определить на шасси, например, трансформатор, гнезда подключения соединительных кабелей, конденсатор настройки и т.п.

Далее рассуждаем: с найденным лепестком или выводом должна быть электрически связана искомая деталь, поэтому надо использовать эту связь как нить, которая приведет к искомой детали даже в том случае, если она не оказалась в непосредственной близости от данного лепестка или вывода. Прежде всего, надо проследить за проводами, отходящими от этого лепестка.



Однако провода часто загорожены другими деталями или вообще исчезают в жгуте. Большую помощь тут может оказать расцветка провода, по которой можно определить путь, даже если он проходит в жгуте, но если это не удастся (или провода одноцветны), то следует воспользоваться омметром.

Один щуп омметра надо подключить к найденному «отправному пункту» и вторым щупом поочередно прикасаться к выводам деталей, похожих на искомую или к концам проводов, в жгуте которых исчез искомый. Если при одном из этих прикосновений омметр покажет сопротивление, равное нулю, то возможно, что искомая деталь или провод найдены. Во избежание ошибок определяют, к каким точкам схемы припаян второй вывод найденной детали, и проверяют, к этим ли точкам на принципиальной схеме присоединена искомая деталь.

Вернемся к измерению напряжения на карте напряжений. Если окажется, что измеренное напряжение между какими либо точками больше чем на  $\pm 20\%$  отличается на карте, то это сигнализирует о неполадке в данной цепи, т.е. в этой цепи произошел обрыв, значительное уменьшение или, наоборот, увеличение сопротивления и пр. В этом случае хорошо проверить приемник по карте сопротивлений - измерить сопротивление между точками, сопротивление между которыми указано на карте сопротивлений.

Такая карта очень похожа на карту напряжений, только на ней указаны не напряжения между данными точками, а сопротивление между ними.

Иногда карты напряжений и сопротивлений объединены (Альбом №8, №10, №11).

Приступать к измерению сопротивлений следует только спустя несколько минут после выключения приемника, когда полностью разрядятся все конденсаторы.

Соблюдать полярность подключения щупов омметра не требуется, за исключением случая, когда в измеряемой цепи имеются полупроводниковые диоды, транзисторы и электролитические конденсаторы.

Если при изменениях омметр вместо указанного на карте сопротивления покажет нуль, значит в измеряемой цепи имеется короткое замыкание. Наоборот, если стрелка омметра не отклоняется даже при включении на самый большой предел измерений, то это сигнализирует об обрыве в измеряемой цепи. Если же измеряемое сопротивление цепи отличается от указанного на карте больше чем на  $\pm 20\%$ , то это свидетельствует о какой-то неисправности в данной цепи.

Рассмотрим наиболее характерные неисправности, о которых можно судить по нарушению режима напряжений и изменению сопротивлений проверяемых цепей.

Предположим, что в контролируемой точке отсутствует напряжение. Это может быть вызвано либо обрывом в цепи, либо коротким замыканием в монтаже или детали.

Удостовериться, что это действительно обрыв, а не короткое замыкание, можно следующим образом. Если это обрыв, то произошел разрыв цепи, по которой до этого протекал постоянный ток, создавший определенное падение напряжения на сопротивлениях участков этой цепи.



Обрыв прекратил движение тока по цепи, следовательно, исчезло падение напряжения, поэтому напряжение на всех участках этой цепи, лежащих по схеме выше точки обрыва по отношению к шасси приемника, будет равно напряжению питания.

Для обнаружения места обрыва по принципиальной схеме находят детали, соединяющие контрольную точку с источником питания, и проверяют, на какой из точек соединения этих деталей имеется напряжение. Неисправная деталь будет находиться между контрольной точкой и точкой, на которой имеется напряжение.

Перегорание нити накала или полная потеря эмиссии лампы сопровождаются теми же явлениями, что и при обрыве анодной цепи каскада. В случае частичной потери эмиссии лампы уменьшается ее анодный ток и падение напряжения на всех деталях, включенных в анодную цепь, а напряжение на аноде лампы увеличится.

Изменение напряжения зависит от степени потери эмиссии и величины сопротивления анодной нагрузки. При величине нагрузки менее 1 кОм изменение напряжения на аноде лампы, вызванное значительной потерей ее эмиссии, может остаться незамеченным.

Однако надо подчеркнуть, что потеря эмиссии - явление редкое, а повышенное напряжение на аноде и экранирующей сетке лампы может быть из-за увеличившегося отрицательного напряжения на управляющей сетке или вследствие самовозбуждения каскада.

Напряжение и сопротивление, измеренные в контрольной точке, могут быть равны нулю в случае короткого замыкания в монтаже или в детали. Чтобы обнаружить причины замыкания, на принципиальной схеме находят детали, в которых оно может произойти; проверяют монтаж, конденсаторы, проверяют трансформаторы, сердечники которых соединены с шасси.

Замыкание в постоянных резисторах произойти не может, поэтому надо лишь осмотреть их (нет ли обугливания проводящего слоя), и проверить, не соприкасаются ли их выводы с оголенными проводниками и другими деталями схемы.

Если напряжение в контрольной точке отсутствует, то от нее поочередно отпаивают провода и детали и проверяют их с помощью омметра на короткое замыкание.



При перегорании предохранителя в первую очередь надо выяснить, перегорает он при вынутом из панельки кенотрона или отключенных от трансформатора питания полупроводниковых диодах выпрямителя. Если перегорает, то надо предположить, что произошло замыкание в обмотках трансформатора (надо проверить и цепь питания накала ламп); в этом случае трансформатор обычно сильно гудит и очень сильно нагревается.

Если же предохранитель не перегорает, то надо проверить кенотрон или полупроводниковый выпрямитель. Кенотрон лучше всего заменить новым или проверить омметром, нет ли замыкания между нитью накала и анодами, признаком неисправности кенотрона в работающем приемнике будет фиолетовое свечение и искры между нитью накала и анодами, впрочем, это происходит и при замыкании анодной цепи приемника.

Затем проверяют электролитические конденсаторы фильтра выпрямителя и анодных цепей блока при помощи омметра, при этом приходится отпаивать конденсаторы от схемы.

Если эти детали окажутся исправными, то короткое замыкание надо искать в анодных цепях экранирующих сеток. Признаком короткого замыкания анодной цепи приемника обычно служит сильный нагрев анодов кенотрона - до красного каления.

Полупроводниковые диоды выпрямителя при этом обычно выходят из строя, поэтому если обнаружено, что диоды испорчены (их проверяют омметром), то надо тут же проверить омметром, нет ли короткого замыкания в цепях, следующих за полупроводниковым выпрямителем.

Случается, что при отсутствии напряжения на выходе выпрямителя и в анодной цепи приемника сопротивление между выводами электролитического конденсатора не равно нулю, но значительно меньше нормального, причем если отпаять электролитический конденсатор от схемы, то он оказывается исправным.

Это означает, что замыкание произошло не в конденсаторе, а в каком то месте схемы, которое соединено с электролитическим конденсатором или контрольной точкой через один резистор или несколько. Чтобы отыскать место замыкания, по принципиальной схеме выясняют, сколько параллельных цепей присоединено к данной контрольной точке или выводу электролитического конденсатора.

Если такая цепь одна, то поочередно измеряют сопротивление между шасси и каждой точкой соединения деталей в данной цепи. Если при одном из таких измерений омметр покажет сопротивление, равное нулю, то место замыкания найдено. Если же к контрольной точке или электролитическому конденсатору присоединено несколько цепей, то их проверяют поочередно.

Причиной изменения напряжения в какой-либо точке больше чем на  $\pm 20\%$  может быть частичная потеря эмиссии лампы, изменение величины сопротивлений резисторов из-за их старения, увеличения утечки электролитических конденсаторов и т.д. при этом в первую очередь следует проверить напряжение источников питания.



При пониженной величине анодного питания проверяют кенотроны, силовые диоды и электролитические конденсаторы фильтра. Если неисправен источник отрицательного напряжения или элементы его цепи, то изменяется напряжение смещения на управляющих сетках ламп. Это приводит к резкому изменению режима и увеличению тока, протекающего по лампам.

Измерения в цепях отрицательного напряжения надо ввести либо высокоомным ламповым вольтметром, либо подключить ампервольтметр к низкоомным резисторам в цепях этого напряжения. В последнем случае сначала измеряют напряжение на источнике отрицательного напряжения, и если это напряжение незначительно отличается от номинального, то выключают приемник и измеряют величины сопротивлений делителя, с которого снимается напряжение на управляющей сетке ламп.

Затем по отношению сопротивлений делителя подсчитывают напряжение, приложенное между сеткой и катодом лампы.

*Текущий ремонт средств РТО является составной частью их технического обслуживания.* Он проводится с целью выявления и устранения скрытых и явных неисправностей или отказов аварийного характера, вызванных чаще всего нарушением правил эксплуатации аппаратуры.

Текущий ремонт не требует разборки аппаратуры и вывода ее из эксплуатации на длительное время. Он проводится обычно в местах ее эксплуатации и не требует применения специальной измерительной аппаратуры и оборудования.

При текущем ремонте устранение неисправностей или отказов сводится к замене или восстановлению отдельных элементов и составных частей аппаратуры. К наиболее характерным для текущего ремонта видам работ относятся:

- замена радиоламп, реле, микрофонных и телефонных капсулей, конденсаторов, резисторов, полупроводниковых приборов и других деталей общего применения, не требующая демонтажа блоков;
- подпайка, изоляция оборванных проводов схемы, заделка и ремонт микротелефонных шнуров, напайка наконечников соединительных кабелей, ремонт шлангов питания;
- замена и ремонт плавких предохранителей;
- чистка контактов реле, переключателей и других коммутирующих устройств;

- эксплуатационная коррекция частот передатчика и приемника с помощью приборов и регулировочных устройств, имеющихся в самой аппаратуре;
- чистка и регулировка карбюраторов бензоэлектрических агрегатов;
- чистка коллекторов, притирка и замена щеток;
  - замена поврежденных прокладок блока цилиндра и картера;
  - мелкий ремонт кузовов, вставка оконных стекол, покраска внутреннего оборудования (сидений, рундуков, столов, полов и т. д.).



Все работы по текущему ремонту производятся специалистами войсковых мастерских, личным составом и экипажами, обслуживающими данные средства РТО.

## *Последовательность выполнения работ.*

В целях сокращения времени, затрачиваемого на ремонт аппаратуры, при выполнении ремонтных работ на средствах РТО соблюдают следующую очередность квалификации технического персонала, и занимает 50 - 80 % общего активного времени, затрачиваемого на восстановление аппаратуры. Поэтому одним из главных вопросов общей методики ремонта средств РТО является соблюдение определенной последовательности при отыскании отказов.

Отыскание отказов производится в следующем порядке:

- определяют отказавший блок;
- проверяют исправность предохранителей;
- проверяют наличие и величины питающих напряжений;
- проверяют годность электровакуумных и полупроводниковых приборов;

- проверяют исправность цепей и контактов;
- проверяют рабочие режимы электровакуумных и полупроводниковых приборов;
- производят внешний осмотр и проверку параметров резисторов, конденсаторов и других деталей.

При устранении отказов запрещается вносить какие-либо изменения в блок с отступлением от схем и спецификаций. Они могут производиться лишь согласно заводским бюллетеням или информационным сборникам.

Общий порядок выполнения работ при  
устранении отказов следующий:

- обеспечить доступ к неисправному блоку  
(агрегату, узлу или детали);
- оградить соседние блоки (детали, узлы) от  
случайных повреждений при устранении отказов;
  - вычистить и осмотреть поверхность  
отказавшего блока (узла или детали);
  - произвести необходимые работы по  
устранению неисправностей;
- проверить качество выполненных работ и при  
необходимости произвести контрольные  
электроизмерения;

- убрать установленные ограждения и инструмент из оборудования;
- установить блок (агрегат, узел, деталь) на место и проверить его в работе.

## *Послеремонтная проверка средств РТО*

Для получения полной и объективной оценки технического состояния средств РТО после их текущего ремонта необходимо проверить их работоспособность, а если позволяют условия и время - измерить основные характеристики (параметры).



Рекомендуется проверять следующие  
характеристики.

В УКВ радиостанциях: ток в эквиваленте антенны, чувствительность модуляторов, чувствительность приемника, точность градуировки передатчика и приемника.

В КВ радиостанциях: в радиоприемниках - чувствительность, погрешность градуировки, точность настройки входных фильтров; в возбуждителях - погрешность градуировки, величины выходных напряжений; в передатчиках - ток в эквиваленте антенны в телеграфном и телефонном режимах, чувствительность модуляторов; в цепях и устройствах управления колебаниями - искажение телеграфных импульсов в каналах радиостанций при работе «на себя», качество амплитудной модуляции.

Порядок измерения перечисленных характеристик и их величины для каждого типа аппаратуры указаны в инструкциях по техническому обслуживанию (технологических картах регламентов).

Процесс измерений предполагает выполнение следующих основных операций: подготовку рабочего места, подготовку измерительных приборов (ИП) к измерениям, подготовку к измерениям проверяемой аппаратуры, проведение измерений и анализ результатов, принятие решения о дальнейших действиях.

*Методика проверки работоспособности средств  
РТО*

Методика проверки работоспособности средств РТО указывает порядок работы обслуживающего персонала по обнаружению различного рода неисправностей. Этот порядок сводится к следующему:

- определение внешних признаков неисправностей и их проявлений;
- выделение элементов оборудования, работа которых вызывает подозрение по наблюдаемым внешним признакам;
- исследование и выбор наиболее вероятных элементов, вызвавших отказ;
- обнаружение неисправности;
- анализ причин возникновения обнаруженной неисправности.



*Определение внешних признаков неисправности.*

Любая неисправность, вызывающая отказ или несоответствие параметров

оборудования, определяется, прежде всего, по внешним признакам. Такими

могут быть:

- искаженное изображение на индикаторных устройствах;
- отклонение от нормы в показаниях контрольных приборов или отсутствие показаний;
- пропадание световой индикации, сигнализирующей о неисправности или появление световой индикации неисправности;
- звуковая сигнализация появления неисправности;
- отклонение от нормы при срабатывании реле, контактов или выключение их.

В зависимости от сложности аппаратуры применяют следующие методы поиска неисправностей:

- комбинационный метод - применяется в основном для аппаратуры со сложными функциональными связями;
- метод групповых проверок - наиболее часто используется при отыскании неисправных блоков и узлов в аппаратуре связи и РТО полетов;
- метод последовательных поэлементных проверок - используется при отыскании отказавшего элемента в узле.

*Для реализации перечисленных методов  
применяются следующие способы  
проверок состояния аппаратуры:*

- способ внешнего осмотра;
- способ контрольных переключений и проверок;
  - способ замены;
  - способ исключения;
- способ промежуточных измерений;
  - способ сравнения;
- способ характерного признака.

*Способ внешнего осмотра*

Приступая к отысканию неисправности, необходимо произвести тщательный внешний осмотр аппаратуры. При этом особое внимание уделяется надежности межблочных соединений и правильности положения органов управления. Кроме того, следует проверить наличие и величину питающих напряжений.

Любая неисправность, вызвавшая отказ или ненормальную работу аппаратуры, определяется, прежде всего, по внешним признакам:

- ненормальное изображение на индикаторных устройствах;
- отклонение от нормы в показаниях контрольных приборов (или отсутствие показаний);
- пропадание световой индикации, сигнализирующей об исправности,





В последнем случае аппаратура немедленно  
выключается.

Внешний осмотр аппаратуры позволяет определить место неисправности или, по крайней мере, блок или группу взаимосвязанных блоков, в которых возникла неисправность. После обнаружения неисправности отказавший блок вынимается из отсека и тщательно осматривается.

При этом обращается внимание на обрывы в монтаже, обгоревшие резисторы, контакты реле, искрения в разрядниках и элементах высокочастотных трактов, нарушение паяк, вытекание электролитов из конденсаторов, вздутие кожухов трансформаторов и дросселей или вытекание из них компаунда, на наличие следов от коротких замыканий и пробоев (задымление поверхности шасси, обгорание проводов, запах гари и т. д.), нагрев таких элементов, как корпуса электродвигателей, генераторов, редукторов, проверку на слух работы агрегатов питания или колон привода вращения, срабатывания автоматики.

Если осмотр результата не дает, то блок с помощью переходного шланга ставится под напряжение. При этом обращается внимание на лампы (нет ли голубого свечения, характерного для случая нарушения вакуума), на искрение на местах коротких замыканий и обрывов, нагревание отдельных деталей. Как правило, осмотр под током проводится только в экстренных случаях с соблюдением техники безопасности.

Достоинство способа внешнего осмотра - простота и наглядность, не требует средств измерений (СИ). Эти преимущества зачастую переоцениваются и обращаются в его недостаток, когда обслуживающий персонал, надеясь найти неисправность внешним способом, затрачивает на это неоправданно много времени.

Недостатком способа является невозможность обнаружить сложные, чаще всего скрытые неисправности (внутренние обрывы кабелей, пробой конденсаторов, неисправности в электровакуумных приборах (ЭВП) и т. п.) Найти неисправность удастся лишь при наличии явно выраженных внешних признаков, а они возникают не часто.

*Способ контрольных переключений и проверок.*



Данный способ заключается в том, что на основе оценки внешних признаков проявления неисправности последовательно исключаются из рассмотрения исправные участки системы путем анализа трактовых схем и использования органов управления, переключения режимов работы средств РТО полетов, регулировки и элементов текущего контроля (сигнальных лампочек, автоматов защиты, встроенных и (или) приданных к аппаратуре измерительных приборов и т.п.)

Этот способ позволяет разделить изделие на исправные и неисправные участки.

Достоинством способа является простота и быстрота проверки предположений о состоянии участков системы. Недостатком способа - его ограниченность, так как он позволяет выделить только участок аппаратуры, а не конкретное место отказа.

*Способ замены.*

Данный способ заключается в том, что отдельные элементы изделия (блоки, съемные детали и т.д.), предполагаемые неисправными, заменяются заведомо работоспособными. Если после замены нормальная работа восстанавливается, то делается вывод о неисправности замененного элемента. Способ замены позволяет быстро обнаружить неисправный блок (узел, деталь и т. п.), на некоторое время заменить его в работе.

Этот способ не требует СИ, но его применение возможно только при наличии резерва аппаратуры. Следует помнить, что пользоваться способом замены можно только после строгого анализа причины неисправности, соблюдая осторожность, ибо в противном случае можно вывести из строя исправный блок. Наиболее часто способ применяется при поиске неисправных ЭВП. когда сужение границ неисправности произведено до блока (субблока), в нем обращается внимание на радиолампы (поскольку они являются менее надежными элементами).

*Способ промежуточных измерений.*

Данный способ применяется для проверки блоков, узлов и элементов аппаратуры, которые невозможно проверить всеми перечисленными выше способами. Способ промежуточных измерений заключается в том, что с помощью СИ

проверяются:

исправность электрических цепей, деталей и т.п.;

режимы, в которых работают ЭВП и полупроводниковые приборы (ППП);

величины входных и выходных напряжений;

формы сигналов.

Проверка может осуществляться с помощью осциллографа вначале поблочно по определенному, заранее разработанному маршруту. Определив неисправный блок или узел, осуществляют проверку по каскадно.



Далее рекомендуется произвести проверку режимов работы ламп и полупроводниковых приборов. Результаты проверки режимов работы ЭВП и ППП сравниваются с данными карты напряжений для данного блока, приведенной в инструкции по эксплуатации.

Большое расхождение между измеренным напряжением и напряжением, указанным в карте, свидетельствует о неисправности цепи. Если проверка режимов работы ЭВП и ППП не дала результатов, необходимо произвести замер сопротивлений между выводами ЭВП и ППП и корпусом блока на обесточенной аппаратуре. Большое расхождение тоже свидетельствует о неисправности цепи.

Для повышения вероятности обнаружения неисправности способом промежуточных измерений рекомендуется пользоваться картами напряжений и сопротивлений, снятыми экипажем на исправных блоках. Эти карты более верны, чем те, которые приведены в инструкции по эксплуатации.

Способ промежуточных измерений требует значительной затраты времени, но позволяет обнаруживать самые сложные неисправности.

*Способ сравнения.*

Способ сравнения можно рассматривать как частный случай способа промежуточных измерений. Разница заключается лишь в том, что при способе сравнения измеряемые параметры сравниваются не с данными, приведенными в инструкции по эксплуатации, а с данными, полученными непосредственными измерениями на исправном блоке. Данный способ применяется только при наличии резервной аппаратуры.

*Способ характерного признака*

Суть его заключается в том, что отказ определяется на основании анализа известных признаков, однозначно характеризующих данный отказ. Перечень таких отказов и их признаки приведен в инструкции по эксплуатации.



**Подготовка рабочего места предусматривает  
выполнение следующих требований:**

- взаимное расположение ИП и проверяемого объекта должно обеспечить соблюдение мер и правил безопасности, удобство работы и отсутствие влияния приборов друг на друга;
- с рабочего места должны быть хорошо видны индикаторы включения питания;
- шкалы ИП должны находиться по возможности в вертикальном положении и на уровне глаз (на шкале стрелочного прибора указывается допустимое положение при проведении измерений);

- аппаратура должна располагаться так, чтобы можно было работать обеими руками;
- провода на рабочем месте не должны перекрещиваться;
- на рабочем месте не должно быть лишнего оборудования, инструмента.

**При подготовке приборов к измерениям  
необходимо:**

- убедиться по документам, что прибор годен к эксплуатации;
- проверить соответствие переключателя сети величине напряжения питающей сети;
  - заземлить прибор;
- при необходимости с помощью механических корректоров установить стрелки индикаторов на нуль;
  - тщательно проверить правильность составленной измерительной схемы;
- включить и прогреть ИП в соответствии с инструкцией по эксплуатации (обычно 10-15 мин);

- в соответствии с инструкцией по эксплуатации ИП установить необходимые режимы работ, пределы измерений. Если неизвестна ожидаемая величина измеряемого параметра, то во избежание перегрузки прибора предел измерений необходимо выбирать наибольший (максимальный);
- определить цену деления шкалы измерительного прибора.

**Проверяемая аппаратура** готовится к измерениям в соответствии с инструкцией по эксплуатации. При подготовке аппаратуры производятся ее включение, прогрев, установка необходимого режима работы, настройка, регулировка.

При проведении **непосредственных измерений**

необходимо соблюдать следующие правила:

- измерения проводить не торопясь, строго соблюдая требования инструкции по эксплуатации ИП;
- без необходимости не оставлять ИП под напряжением длительное время;
- оберегать приборы от случайных толчков и сотрясений;
- избегать измерений в тот период времени, когда напряжение сети сильно колеблется;
- не допускать перегрузки ИП;
- записи результатов измерений, расчеты вести аккуратно в отдельной рабочей тетради.



**Анализ результатов измерений и принятие решения** для дальнейших действий производятся в зависимости от цели измерений: оценка работоспособности аппаратуры, определение места отказа или оценка технического состояния средства РТО.

О проведении ремонта средств РТО делаются соответствующие записи в учебной документации (формуляре, журнале учета регламентных работ и контроля технического состояния).

Своевременность и качество ремонта средств РТО зависят от технической грамотности и наличия практических навыков у обслуживающего персонала, производящего ремонт.

# **Заключение**

Неисправности неизбежны, появляться они могут вследствие разных причин, зависящих и не зависящих от обслуживающего персонала. Следовательно, выход из строя аппаратуры требует быстрого обнаружения и устранения неисправностей.

Конструкция всех узлов - блочная, что значительно облегчает как обнаружение неисправностей, так и последующий ремонт. В частном случае, при наличии резервных блоков ремонт может быть сведен к простой замене неисправного блока исправным.

Успешно находить и устранять неисправности могут только специалисты, отлично знающие назначение и взаимодействие каскадов внутри блоков и узлов системы, ясно представлять физические процессы в электрических схемах. Отсутствие этих знаний или их недостаток ведет к усугублению неисправностей и даже к полному выходу из строя всей системы или важнейших ее элементов.

Восстановление работоспособности аппаратуры складывается из отыскания неисправностей и анализа их причин, устранения неисправностей и проверки работоспособности аппаратуры после этого.