

## **Ремонт элементов ЛА: обшивки и силового каркаса планера; лопастей винтов; узлов управления; агрегатов газовой-жидкостных систем; трубопроводов; силовых цилиндров; взлетно-посадочных устройств; остекления**

**Макин Ю.Н. доктор технических наук, профессор**

### **Ремонт обшивки и силового каркаса планера**

В целях обеспечения высокой надежности, долговечности и аэродинамических свойств самолета (вертолета) в процессе ремонта планера должны быть сохранены и восстановлены: первоначальная прочность ремонтируемых деталей (узлов, агрегатов); точность внешних обводов и гладкость наружных поверхностей; заданные весовые, геометрические и нивелировочные данные планера; надежная противокоррозионная защита ремонтируемых элементов.

**Ремонт обшивки клепкой.** При ремонте обшивки планера самолета (вертолета) приходится устранять такие характерные дефекты, как ослабление заклепок, волнистость, трещины, пробоины, вмятины. В отдельных случаях при значительных повреждениях заменяют листы (панели) или части листов обшивки.

Ослабление заклепок наиболее часто встречается в местах потайной клепки, особенно там, где клепка выполнена с зенкованием гнезда под заклепку. Степень ослабления заклепок и необходимость их подтяжки устанавливаются по таким внешним признакам, как дымление заклепок, образование венчика закладной головки, перекося и др. Ремонт обшивки с ослабленными заклепками заключается в их подтяжке с применением обычных методов клепки. Подтяжку заклепок производят на 0,4—0,6 мм.

При клепке обычными заклепками возможны следующие дефекты:

- подсечка материала детали со стороны закладной головки ( причина: обжимка с молотком установлены не под прямым углом; велика лунка обжимки);
- скошена замыкающая головка (причина: при ударной клепке рабочая поверхность поддержки установлена не параллельно детали; при прессовой клепке скошена рабочая поверхность инструмента);
- смещена замыкающая головка (причина: длина заклепки не соответствует толщине пакета);
- стержень заклепки расклепан между соединяемыми деталями ( причина: соединяемые детали плохо сжаты; наличие посторонних предметов между соединяемыми деталями);
- высота замыкающей головки меньше минимального размера, оговоренного документацией (причина: мала длина заклепки; отверстие под заклепку больше требуемого)
- трещины на закладной и замыкающей головках заклепки ( причина: недостаточная пластичность материала заклепки);
- замыкающая головка не соответствует установленным в документации размерам (причина: заклепка переклепана или недоклепана);
- неправильная форма замыкающей головки (причина: малая мощность клепального молотка; недостаточная масса поддержки);
- закладная потайная головка выступает над поверхностью пакета больше допустимого (причина: гнездо под потайную головку меньше требуемого размера; высота закладной головки заклепки больше допустимого размера);
- зазор между соединяемым пакетом и закладной головкой заклепки (причина: при клепке подручный слишком сильно нажал поддержкой на торец заклепки; диаметр отверстия меньше предусмотренного технологической документацией);
- закладная головка с одной стороны выступает над поверхностью обшивки ( причина: гнездо под закладную головку некруглое, имеет эксцентриситет);
- неплотное прилегание закладной головки к поверхности гнезда (причина: глубина гнезда больше требуемой);

- провалы обшивки по заклепочным швам (причина: мощность клепального молотка слишком велика; несогласованная работа клепальщика и подручного);
- хлопуны на обшивке (причина: несоблюдение порядка постановки заклепок; недостаточное число установленных технологических крепежных деталей).

Свои специфические дефекты и причины их вызывающие имеются при соединении деталей пустотелыми заклепками, заклепками с сердечником, заклепками с высоким сопротивлением срезу.

Результаты испытания механических свойств образцов с различными дефектами клепки показывают снижение показателя усилия на разрыв до 30 % при малой толщине закладной головки и усилия на срез до 15% при наличии зазора в пакете деталей.

Волнистость (гофрообразование) обшивки обычно возникает в пределах клетки, образованной стрингерами, нервюрами, шпангоутами и другими силовыми элементами каркаса. Причиной этого дефекта является потеря устойчивости листа обшивки из-за деформаций конструкции вследствие больших перегрузок в полете или грубых посадок. При небольшой величине гофра (или «хлопунов») обшивка подкрепляется уголками, приклепанными с внутренней стороны. В случае потери устойчивости обшивки на большом участке она полностью заменяется в одной или нескольких клетках.

Трещины обшивки длиной до 50 мм для предотвращения их дальнейшего развития засверливают по концам сверлом диаметром 2— мм. С внутренней стороны приклепывают усиливающую накладку, которая на 25— мм должна перекрывать концы трещин. При пробоинах размером до 15 мм в обшивке вырезают круглое или овальное отверстие с удалением деформированных (рваных) краев пробоины; с внутренней стороны приклепывают усиливающую накладку. Наружную поверхность накладки заполняют клеем ВК-9 и после его подсыхания поверхность закрашивают.

Ремонт обшивки с трещинами длиной более 50 мм или пробоинами размером свыше 15 мм при отсутствии повреждений силового каркаса включает следующие операции:

- вырезка дефектного участка обшивки по плавному прямоугольному контуру с закруглениями по углам, круглому или овальному; при этом для заклепочного шва необходимо оставлять часть старой обшивки на расстоянии не менее 25— мм от деталей каркаса;

- изготовление и приклепка изнутри опорной поверхности в виде сплошной подкладки или разрезной подкладки, перекрывающей на 20— мм вырезанное в обшивке окно;

- изготовление, подгонка по контуру выреза и приклепка накладки-заполнителя (вкладыша) к опорной поверхности.

Подкладки (опорные элементы) обычно приклепывают нормальными заклепками. Приклепку накладок-заполнителей в случае отсутствия двустороннего подхода к месту клепки выполняют с помощью взрывных, штырьковых и других специальных заклепок. Иногда применяют винты с потайной головкой и анкерные гайки. Материал заклепок выбирают по таблицам.

**Заделка вмятин обшивки** заполнительной **пастой**. Вмятины на дюралюминиевой обшивке дозвуковых самолетов и вертолетов глубиной не более 1 см и площадью до 100 см кв. можно заделывать специальной пастой на основе эпоксидной смолы. Данный метод рекомендуется для заделки не менее трех вмятин на 1 м. кв. обшивки в тех случаях, когда нет подхода к дефектному участку изнутри, особенно если к обшивке прикреплены теплоизоляционные элементы.

С дефектного участка, включая зону на расстоянии 20 мм от вмятины, удаляют старое лакокрасочное покрытие смывкой АФТ-1, СД или смесью из 30% разжижителя Р-5 и 70% бензина Б-70. Поверхность вмятины зачищают, обезжиривают бензином БР-1 («Галоша») или ацетоном и просушивают в течение 30 мин. Пасту наносят на поврежденный участок и заглаживают ее шпателем заподлицо с обшивкой. После затвердевания пасты ее поверхность зачищают шлифовальной шкуркой № 16— и окрашивают.

**Ремонт силовых элементов каркаса планера.**

Характерными повреждениями элементов каркаса планера могут быть частичное или полное разрушение полок и ребер поясов лонжерона по всему сечению, деформация поясов и стенок лонжеронов, частичное или полное разрушение стрингеров, нервюр, шпангоутов.

**Ремонт лонжеронов.** При частичном повреждении полки или ребра пояса лонжерона дефектный участок удаляют и на его место подгоняют вкладыш. Для восстановления прочности на пояс устанавливают усиливающий уголок или накладку, либо оба эти элемента одновременно. Ремонтные детали усиления должны изготавливаться из того же материала, что и усиливаемые конструктивные элементы. Детали из алюминиевого сплава должны быть закалены и состарены, детали из стали ЗОХГСА или ЗОХГСНА — термически обработаны на соответствующий предел прочности. Отверстия под заклепки и болты сверлятся в ремонтных деталях до их термической обработки с припуском на развертывание при сборке соединения. Перед сборкой лонжерона на всех ремонтных деталях должны быть зачищены риски, забоины и другие дефекты, после чего эти детали покрываются грунтом АЛГ-1. Некоторые особенности имеет ремонт двустеночного балочного лонжерона. После постановки наружных накладок на обе поврежденные стенки между последними вставляют дюралюминиевый вкладыш. Соединение накладок с ребрами поясов лонжерона выполняется с помощью удлиненных болтов, а со стенками и вкладышем — с помощью заклепок.

**Ремонт стрингеров.** При наличии на стенке стрингера трещин, забоин на место обнаруженного дефекта ставят усиливающую накладку из прессованного профиля. В случае разрушения одной из стенок дефектный участок вырезают, изготавливают вставку (вкладыш) и приклепывают усиливающую накладку. При разрушении стрингера по всему поперечному сечению вместо удаленного дефектного участка устанавливают вкладыш. Для соединения обрезанных концов стрингера с вкладышем устанавливают симметрично накладку из прессованного профиля того же типа, которая устанавливается симметрично восстанавливаемой детали.

**Ремонт нервюр и шпангоутов.** Наряду с восстановлением первоначальной прочности большое внимание при ремонте элементов поперечного набора планера должно быть обращено на точность выполнения обводов восстанавливаемого объекта, особенно при ремонте крыла. При частичном повреждении нервюр и шпангоутов усиливающие детали ставят с внутренней стороны. Постановка деталей усиления на наружных поверхностях полок нервюр и шпангоутов, сопрягаемых с обшивкой, **запрещается**. После ремонта сильноповрежденной нервюры или изготовления новой взамен разрушенной необходимо тщательно производить ее установку на место, обращая особое внимание на увязку ее обводов с обводами соседних нервюр. Восстановление полок нервюр и шпангоутов производится такими же методами, которые применяются для ремонта лонжеронов и стрингеров. В случае повреждения стенки устанавливаются усиливающие накладки обычно изогнутые и подогнанные по контуру сечения стенки.

#### **Ремонт лопастей винтов вертолетов**

При ремонте устраняют следующие характерные дефекты лопастей вертолетных винтов:

— на металлических лопастях — нарушение лакокрасочного покрытия; пробоины и трещины на обшивке, полках нервюр и хвостовом стрингере; отставание обшивки от элементов каркаса; повреждения оковок и обтекателей;

Для выявления дефектов применяют визуальный осмотр. Границы мест нарушений приклейки обшивки определяют дефектоскопом ИАД-2. При ремонте лопастей необходимо обеспечивать равнопрочность узлов и соединений с сохранением (в пределах допуска) весовых и моментных характеристик как лопасти в целом, так и отдельных ее отсеков. Некомплектная замена разрешена для ограниченного числа типов лопастей. На таких лопастях в случае замены должен быть проведен полный комплекс контрольных операций.

**Восстановление лакокрасочного покрытия (ЛКП)** лопастей следует выполнять в помещении с температурой внутри не ниже 12°C и относительной влажностью не выше 75%. При восстановлении ЛКП на деревянной лопасти дефектный участок пера лопасти зачищают шлифовальной шкуркой и обезжиривают с помощью ацетона или растворителя.

Ремонтируемую поверхность шпаклюют тонким слоем шпаклевки, сушат в течении 4 часов, затем наносят два слоя нитроэмали соответствующего цвета.

**Ремонт обшивки металлических лопастей при пробоях** размером до 30 на 30 мм выполняется постановкой накладок. Допускается ремонтировать не более 6 пробоин на одном отсеке в корневой части лопасти. Поврежденный участок обшивки вырезают по плавному контуру, острые кромки скругляют. Защитное покрытие удаляют с помощью растворителя Р-5 на ширине 30 мм от края отверстия. Из листового дюралюминия толщиной 0,4—0,6 мм вырезают накладку необходимых размеров. Поверхности накладки и обшивки промывают бензином, просушивают и затем дважды протирают тампоном, смоченным в ацетоне. Шпателем или кистью наносят слой клея ПУ-2 из расчета 200—г/м.кв. Выдержка перед склейкой - 10 ... 20 мин при температурах 30 или 16 градусов соответственно. Установленную на место накладку накрывают листом бумаги, а затем листом губчатой резины толщиной 2-3 мм. В месте вклейки с помощью прижимать приспособлений или груза создают удельное давление 0,5 - 1 кгс/см.кв. Выдержка под давлением - 24 часа; температура в зоне склейки - не менее 20 градусов. После снятия груза удаляют остатки клея, бумаги, резины и восстанавливают лакокрасочное покрытие. Эксплуатация лопастей на вертолете разрешается не ранее чем через 10 суток после окончания приклейки накладок. Для сокращения сроков ремонта применяют нагрев в местах склейки.

При наличии пробоины обшивки с повреждением нервюры длиной до 50 мм дефектные участки вырезают по плавному контуру. Подгоняют детали: уголок из материала Д16АТ толщиной 0,6 мм, пластины и накладка из Д16АТ толщиной 0,4—0,6 мм. Размечают и сверлят отверстия диаметром 3,1 мм под заклепки, скругляют кромки. Уголок снизу приклеивают клеем ПУ-2 и затем приклепывают к нервюре, а пластины — к уголку и нервюре. Накладку приклеивают или приклепывают к обшивке.

При ремонте обшивки с трещинами длиной до 100 мм концы их засверливают сверлом диаметром 2 мм. Дефектное место усиливают приклейкой или приклепкой накладки.

В особых случаях временно разрешается ремонтировать обшивку наклейкой заплат из ткани АСТ-100 на клее АК-20. Выдержка после склейки — 8ч при температуре не ниже 16° С. Полотняная заплата герметизируется герметиком У-30МЭС-5, после чего восстанавливается ЛКП.

**Ремонт полок нервюр и хвостового стрингера**, имеющих трещины, производится постановкой усиливающих накладок. Концы трещин засверливают. Накладки изготавливают из Д16АТ толщиной 0,4—0,6 мм и перед приклепкой промазывают клеем ПУ-2.

**Отставание (отклеивание) обшивки** от нервюры или стрингера на длине не более 60% длины клеевого шва устраняют клепкой с обеспечением перемычки не менее 6 мм и шага 20 мм. Перед клепкой следует соединяемые поверхности обезжирить и промазать клеем ПУ-2. При клепке обеспечить перекрытие заклепочным швом участка непроклея не менее 10 мм с каждой стороны.

В случае отставания или повреждения носовые резиновые накладки заменяют. Для этого дефектный участок накладки удаляют, место приклейки зачищают и на него наносят слой клея К-153. Установленная на место накладка прикатывается роликом и прижимается под определенным давлением. Для вулканизации клея производится двухстадийная выдержка: сначала в течение 12 ч при температуре 15—° С, затем— ч. при температуре 75° С.

**Восстановление твердопленочного (целлулоидного) покрытия** деревянных лопастей выполняется срезкой на «ус»поврежденной пленки и последующим выравниванием поверхности путем нанесения 6— слоев целлулоидного клея или нитроклея АК-20. Сушка каждого слоя клея —1 час.

**Ремонт оковок лопастей.** Риски забоины, вмятины глубиной до 3 мм и продольные трещины длиной до 15 мм запаивают припоем ПОС-40. Поперечные разрывы (трещины) ремонтируют постановкой одной или двух дополнительных заклепок на расстоянии 5— мм от дефекта. Головки заклепок опаивают.

При наличии на оковке трещин длиной более 15 мм, глубоких вмятин и забоин необходимо заменить участок (секцию) оковки длиной до 100 мм. Новая секция подгоняется к перу лопасти с обеспечением профиля передней кромки и зазоров по торцевым стыкам не более 0,3 мм.

**Взвешивание и продольная балансировка лопастей** производятся в тех случаях, когда в процессе их ремонта весовые и моментные характеристики могли значительно измениться, например, за счет постановки накладок и перекраски.

#### **Ремонт деталей и узлов управления**

Для управления рулями, элеронами и другими агрегатами летательных аппаратов и их силовых установок применяется как гибкая тросовая проводка, так и жесткая, состоящая из тяг, связанных между собой шарнирными соединениями.

**Ремонт жесткого управления.** Продукты коррозии удаляются волосяными щетками, а также зачисткой шабером, бархатным напильником или шлифовальной шкуркой № 4 и 3. При необходимости с дефектного участка удаляется лакокрасочное покрытие с помощью смывки. Для восстановления защитной окисной пленки отремонтированные зачисткой поверхности обрабатывают травящими растворами. После обработки поверхность детали тщательно промывают водой для удаления травящего раствора. Восстанавливают лакокрасочное покрытие.

Детали и узлы с трещинами основного материала заменяют. Трещины на сварных швах в некоторых случаях допускается устранять подваркой (не более одного раза).

Риски, забоины, надиры на дюралюминиевых тягах глубиной до 0,2 мм зачищают шлифовальной шкуркой № 4 и 3. Аналогичные дефекты, а также вмятины глубиной до 0,3 мм и площадью не более 200 мм кв. наружной поверхности механизмов загрузки защищает с последующим восстановлением анодного покрытия. На тягах из материала 30ХГСА разрешается устранять дефекты глубиной до 0,3 мм на длине до 15 мм. Зачищенное место промывают бензином, восстанавливают цинковое и затем лакокрасочное покрытие. Забоины на ребрах жесткости качалок глубиной до 2 мм устраняют опиловкой и зачисткой с обеспечением плавных переходов.

В отдельных случаях допускается выполнять ремонт тяг постановкой бужа. С этой целью вырезают поврежденный участок трубы длиной не более 50 мм, зачищают торцы срезов и скругляют кромки. Буж должен быть изготовлен из того же материала, что и труба тяги. Толщина стенки бужа — не менее толщины стенки трубы, зазор между бужем и трубой — не более 0,1 мм. Люфт и посадка бужа с натягом не допускаются. Буж устанавливают на трубчатых заклепках, имеющих длину на 3,5 мм больше наружного диаметра бужа. После развальцовки трубчатых заклепок их головки не должны иметь трещин и рваных краев. На одной тяге может быть установлено не более одного бужа. Тяги указанным способом ремонтируют только в том случае, если обеспечивается свободное перемещение отремонтированной тяги при работе управления и зазоры между тягой и элементами конструкции не менее допустимых по инструкции. Силовые тяги управления (передающие движение от гидроусилителей к рулевым поверхностям) с рисками, забоинами и другими механическими повреждениями подлежат замене.

Износ тяг в местах касания роликов допускается на глубину до 0,4 мм. В целях увеличения их срока службы допускается поворот тяг в направляющих роликах на 180°. При износе свыше 0,4 мм, а также если труба имеет износ более чем в двух местах одного сечения, тяги бракуют. Подлежат замене также деформированные тяги, с прогибом более 1 мм на длине 1 м.

Дефектные шарикоподшипники в ушковых наконечниках и качалках заменяют новыми. При замене на посадочное место наносят тонкий слой грунта АЛГ-14, шарикоподшипник запрессовывают с помощью пуансона и завальцовывают, в некоторых случаях раскернивают с двух сторон. Установленный подшипник должен вращаться легко, без заеданий и хруста.

**Ремонт тросового управления.** Характерными дефектами тросового управления являются заершенность троса из-за обрыва отдельных проволок; заломы, вмятины (засечки)

на проволоках прядей; коррозия, износ, вытяжка троса; ослабление заделки троса в наконечниках;

выкрашивание, вмятины, глубокий износ реборд и рабочих канавок роликов; неисправности шарикоподшипников направляющих роликов.

Заершенность троса обнаруживают при протирании его тампоном из ваты или пакли. Концы оборванных проволок заделывают внутрь пряди, не нарушая при этом плетения троса. Места заделки проволок окрашивают красной краской в виде кольцевой метки шириной 5 мм. При обнаружении более трех оборванных проволок на длине троса 1 м или более одной оборванной проволоки в одной и той же пряди трос бракуют. Отбраковке подлежат также тросы, имеющие заломы (засечки, вмятины) нескольких проволок в пряди.

Износ троса характеризуется потертостью проволок в местах перегиба на роликах, ослаблением свивки проволок и прядей, изменением диаметра троса по его длине. Изношенные тросы и тросы с признаками нагартовки проволок подлежат замене.

При наличии на тросе поверхностной коррозии его протирают салфеткой, смоченной в бензине. В тех случаях, когда продукты коррозии не удаляются протиркой или коррозией поражены внутренние проволоки прядей, трос бракуют. Зачищать коррозию шлифовальной шкуркой **запрещается**. Вытяжку троса контролируют с помощью тензометра. Вытянутые свыше нормы тросы, а также тросы с ослаблением заделки в наконечники бракуют. Новые тросы берут либо из запасного комплекта, либо изготавливают в ремонтном подразделении.

Технология изготовления новых тросов состоит в следующем. Подбирают или изготавливают требуемые наконечники. Новый трос соответствующей длины очищают от грязи, краски и консервирующей смазки с помощью ацетона или бензина и затем вытягивают под определенной нагрузкой. Трос пропитывается в нагретой до температуры 105° С пушечной смазке в течение 2— мин. Затем трос слегка протирают салфеткой, отмеряют необходимую длину с учетом припуска на заделку в наконечники или на коуш и обрезают. Концы троса опаивают или обматывают проволокой.

Концы троса заделывают в наконечники способом обжатия или заплетки на коуш. Наиболее распространен первый способ. Тросы обжимают либо на специальном станке, либо в штампах на прессе, либо волочением (протяжкой) через фильеры; в результате между тросом и наконечником создается прочное неразъемное соединение. После протяжки через фильеры наконечник с тросом тщательно осматривают. В целях проверки качества заделки трос подвергают повторной вытяжке в течение 5 мин под той же нагрузкой, что и при первичной вытяжке.

Заплетка тросов на коуш производится в целях предохранения тросов от перетирания в местах крепления к элементам конструкции. Ввиду понижения на 15-20 % прочности в месте заплетки при заделке на ковш применяют тросы большего диаметра, чем при заделке в наконечники

### **Ремонт агрегатов жидкостно-газовых систем**

**Общие требования по разборке, ремонту и сборке агрегатов.** Перед съемкой агрегата с изделия давление в системе необходимо стравить до нуля и слить рабочую жидкость, не допуская ее попадания на детали авиационного оборудования и штепсельные разъемы. Открытые отверстия арматуры и трубопроводов заглушить специальными колпачками, заглушками или органической пленкой.

**Разборка (сборка)** агрегатов выполняется с помощью специального ремонтно-монтажного инструмента. Приспособления для разборки и тиски должны иметь в местах зажима деталей прокладки (губки) из мягкого материала. Перед разборкой гидроаккумуляторов следует убедиться с помощью зарядного приспособления в том, что в газовой камере давление отсутствует, и вывернуть зарядный клапан. Детали разбираемых агрегатов должны иметь бирку с номером изделия и храниться в специальной таре (сортовиках). Обезличивание деталей не допускается.

**Промывка и очистка деталей** производится в органических растворителях (бензин, уайт-спирит) или в специальных водных моющих растворах. Для удаления лакокрасочного

покрытия применяются смывки СД, АФТ-1 и др. Промытые детали необходимо держать в сухом помещении. При хранении деталей до сборки более суток их смазывают тонким слоем масла АМГ-10, МК или МС, а при хранении более трех суток — помещают в ванну с трансформаторным маслом или маслом АМГ-10.

**Дефектация.** Резиновые, кожаные, фетровые уплотнительные детали, а также шплинты, пружинные шайбы и другие контрольные детали независимо от их состояния бракуют. Фторопластовые кольца и прокладки, не имеющие износа и повреждений, допускают к дальнейшей эксплуатации.

Штоки цилиндров и стальные корпусные детали агрегатов высокого давления контролируют на магнитном дефектоскопе; высоконагруженные детали из алюминиевых сплавов контролируют цветным, люминесцентным или рентгеновским методами. При наличии трещин в основном материале детали заменяют новыми или снятыми с других агрегатов.

Пружины осматривают и контролируют при определенных нагрузках. Пружины с трещинами, деформацией витков или увеличенной усадкой бракуют.

Микрометрические измерения проводятся по картам обмера, составленным для изнашивающихся деталей. Измерительный инструмент должен иметь точность измерений до 0,001—0,005 мм. При необходимости чистоту поверхности деталей контролируют по эталону или с помощью профилометрических приборов. Новый агрегат перед установкой на изделие должен пройти проверку и испытания по программе входного контроля.

**Типовые рекомендации по ремонту деталей агрегатов.** Наибольшее применение в ремонтной практике получили следующие методы восстановления деталей и узлов агрегатов систем:

- исправление геометрических форм изношенных деталей механической обработкой: проточкой, шлифованием, притиркой, развертыванием в пределах допуска на серийный или ремонтный размер или с последующим восстановлением серийного размера;

- восстановление геометрических размеров деталей хромированием, химическим никелированием и твердым анодированием с применением механической обработки;

- восстановление поврежденных защитных покрытий путем цинкования, кадмирования, оксидирования, пассивирования, никелирования или покраски;

- сварка и пайка для устранения на деталях трещин и других дефектов;

- статическая правка и правка наклепом для устранения деформации узлов и деталей;

- устранение забоин, рисок, заусенцев, а также коррозии шаберами и шлифовальными шкурками;

- замена изношенных деталей в узлах новыми или снятыми с других агрегатов.

После устранения дефектов механической обработкой (проточкой, притиркой и др.) детали приобретают ремонтные размеры, отличные от первоначальных размеров по чертежу. При сборке узлов с этими деталями должны быть обеспечены требуемые посадки (зазоры и натяги). С этой целью используют постановку специальных ремонтных деталей или восстановление размеров сопрягаемых поверхностей путем нанесения на них слоя хрома, никеля и других металлов; как исключение, допускается подбор деталей, снятых с забракованных агрегатов, не выработавших ресурс.

Коррозия устраняется зачисткой деталей до основного металла или химическим путем (травлением в кислотных или щелочных растворах). Поверхностная коррозия на пружинах удаляется зачисткой шлифовальной шкуркой № 6—. Во всех случаях нарушение защитного антикоррозионного покрытия должно быть восстановлено.

Ремонт резьб в резьбовых отверстиях корпусных деталей, на штуцерах и других деталях арматуры, а также на валах, ушковых болтах, заглушках и др. разрешается выполнять в случае повреждений не более одного-двух начальных витков резьбы. Устранение забоин, заусенцев и других дефектов производится зачисткой с последующим калиброванием резьбы соответствующими метчиками и лерками. Негерметичность в резьбовых соединениях из-за прослабления или вывертывания деталей устраняют подтяжкой или установкой новых де-

талей с увеличенным диаметром резьбы. Подтяжку деталей с конической резьбой производить на 1/4 оборота. В некоторых случаях применяются уплотняющие смазки, например, паста БУ, наносимые на резьбу вверткой детали на расстоянии не менее 5 мм от торца.

Риски, царапины, надиры, заусенцы и коррозия на конических поверхностях деталей соединительной арматуры устраняют зачисткой с последующей притиркой конусным притиром с микропорошками или пастой ГОИ до получения чистоты поверхности не ниже класса детали 1-й категории.. Окончательная притирка может производиться совместно с сочленяемым ниппелем.

Перед сборкой детали тщательно промывают чистым бензином и обдувают сухим сжатым воздухом, за исключением деталей, особо оговоренных в технологии ремонта; проверяют их комплектность, клеймение, убеждаются в том, что на деталях и узлах нет дефектов. Трущиеся детали и подшипники смазывают соответствующими смазками.

В процессе сборки необходимо принять меры для предупреждения попадания во внутренние полости агрегатов пыли, грязи и металлической стружки. С этой целью открытые концы труб и арматуры следует закрывать заглушками и колпачками. **Запрещается** при сборке производить ремонтные работы, особенно с применением абразивных материалов. Сборку наиболее ответственных агрегатов (гидроусилителей, агрегатов типа ГА, гидронасосов) обычно выполняют на отдельных рабочих местах, по возможности в изолированных помещениях. На агрегат, собираемый после ремонта, должны устанавливаться те детали, которые работали на нем до ремонта. Возможность использования деталей с других однотипных агрегатов специально оговаривается в технологии ремонта.

Допускается на полностью собранном агрегате выполнять подкраску мест с нарушенным лакокрасочным покрытием. При этом наружные отверстия агрегата уже должны быть заглушены.

Перед установкой на агрегат резиновые уплотнительные детали (за исключением особо оговоренных в технологии) выдерживают в масле АМГ-10 в течение 24 часов при температуре 70°C или в течение 5 суток при нормальной температуре. Промывка в бензине резиновых деталей **запрещается**. При необходимости промывка их производится в этиловом спирте. После сборки агрегата его наружные отверстия глушатся.

**Испытание агрегатов** проводится на специальных стендах по соответствующей программе для данного типа изделия. В процессе контрольно-сдаточных испытаний проверяется качество ремонта агрегата и соответствие его рабочих характеристик требованиям технических условий. Для установки на самолет (вертолет) допускаются те агрегаты, которые по проверяемым параметрам полностью соответствуют ТУ.

В особых условиях при отсутствии специальных стендов агрегаты можно испытывать непосредственно на изделии по окончании, монтажа системы или соответствующего участка.

После проведения испытаний все соединения должны быть законтрены, а указанные в ТУ опломбированы.

### **Ремонт и замена трубопроводов**

**Контроль за техническим состоянием** трубопроводных магистралей следует выполнять с минимальной разборкой. При этом проводят испытания систем на герметичность, а также осмотр трубопроводов, соединений и деталей крепления.

Испытания на герметичность обычно проводят рабочей жидкостью (газом) при давлении, равном рабочему. Течь в соединениях трубопроводов устраняют их подтяжкой. Предварительно необходимо сравить давление в системе, разъединить соединение и осмотреть конусную часть штуцера и развальцованную часть трубы. Если на них нет повреждений, трещин, забоин, можно навернуть от руки гайку на штуцер, не допуская перекоса и натяга трубы, и затем окончательно затянуть гайку ключом. Необходимо иметь в виду, что чрезмерная затяжка может вызвать деформацию и способствовать разрушению соединительных элементов (ниппеля, развальцованной части трубы), поэтому затяжку

резьбовых соединений следует производить тарированными ключами с определенным моментом кручения.

Визуальный осмотр проводят в целях выявления механических и коррозионных повреждений трубопроводов и определения необходимости демонтажа.

Проверяют качество монтажа трубопроводов, при этом особое внимание обращают на состояние контровки соединений, колодок и хомутов крепления, зазоры между трубопроводами и элементами конструкции, отсутствие потертостей трубопроводов под крепежными колодками, для чего снимают наружные половины колодок.

**Демонтаж** трубопроводов необходимо выполнять в следующем порядке: полностью стравить давление в системе; отсоединить трубопровод от крепежных элементов; рассоединить оба конца трубопровода и снять его, приняв меры предосторожности, чтобы рабочая жидкость не попала на электроразъемы и контакты; заглушить открытые концы остающихся на изделии штуцеров; прикрепить к снятому трубопроводу бирку с указанием номера изделия (обезличивание трубопроводов не допускается); забракованные трубопроводы маркировать знаком брака и изолировать.

**Промывка и очистка** трубопроводов в процессе их ремонта или изготовления производится неоднократно и является ответственной операцией, так как при неудовлетворительном ее выполнении частицы грязи, заусенцы и т. п. могут попасть в агрегаты системы и вызвать их отказы.

Промывка трубопроводов может выполняться с помощью органических растворителей (бензин, уайт-спи-рит и др.) и водных растворов синтетических моющих веществ (сульфанол, ОП-7, МЛ-1 и др.). Затем трубопроводы, как правило, дополнительно промывают горячей водой 80—° С и продувают сухим чистым, иногда горячим воздухом. Трубопроводы кислородной системы промывают и обезжиривают дихлорэтаном или этиловым спиртом.

**Дефектация и ремонт.** Дефектация трубопроводов выполняется путем визуально-оптического осмотра, контролем геометрических размеров и конфигурации трубопровода. Дополнительно могут проводиться испытания на прочность. Для выявления скрытых пороков материала трубы и сварных (паяных) швов применяется рентгеновский контроль.

Осмотр внутренних поверхностей труб выполняется с помощью специальных оптических приборов (эндоскопов).

Вмятины, забоины, риски, потертости на наружной поверхности труб оставляют без устранения или устраняют в соответствии с допусками.

Овальность, гофры, вмятины устраняют правкой. При этом не следует стремиться к обеспечению номинальных размеров, т. е. к полному устранению деформаций, достаточно восстановить размеры сечений в пределах допуска.

Ремонт правкой выполняют двумя способами:

— простукиванием дефектных мест медным, текстолитовым или деревянным молотком. Предварительно внутрь трубы вводят специальную поддержку (оправку) или заполняют трубопровод маслом (эмульсией) под давлением, равным давлению при испытаниях на герметичность;

— протягиванием (продавливанием) через дефектные сечения технологического шарика или оправки пулеобразной формы. Для продавливания шарика применяют жидкость под давлением; в этом случае в трубу вместе с шариком помещают герметизирующий пыж. При наличии дефектов глубиной более 1 мм правку шариком выполняют в несколько приемов.

Зачисткой устраняют забоины, риски, коррозионные поражения глубиной не более 10% толщины стенки трубы. Дефект ликвидируют с помощью личного напильника, шабера или шлифовальной шкурки. При этом необходимо обеспечить плавные переходы и минимально возможный съем металла. Качество зачистки оценивается по равномерному металлическому блеску поверхности, на которой не должно быть следов потемнений, пятен и точек. Не разрешается удалять коррозию на внутренней поверхности труб и устранять дефекты на местах гофрообразования и овализации.

После устранения гофра, овала и вмятин правкой на этих местах другие дефекты удалять **запрещается**. Особое внимание при ремонте трубопроводов с ниппельными соединениями обращать на развальцованную часть трубы. Следы наклепа, риски, царапины на внутренней поверхности развальцованной части глубиной не более 0,5 мм зачищают шлифовальной шкуркой зернистостью 5—. Для получения высокой чистоты поверхности допускается производить ручную или машинно-ручную притирку с помощью чугунного притира и пасты ГОИ. На кромке торца не допускаются заусенцы, сколы, трещины.

Ремонт сваркой и пайкой выполняется для устранения, непропая, непровара, трещин и других дефектов сварных и паяных швов. Данный вид ремонта применяется только для трубопроводов среднего и низкого давления, причем швы допускается подваривать (подплавлять) в одном сечении не более одного раза. После ремонта трубопровод должен быть испытан на прочность и герметичность.

Удаление дефектной части трубопровода производят в тех случаях, когда невозможно восстановить поврежденный участок другим способом (зачисткой, правкой, сваркой). Данный способ не применяют, если трубопровод имеет усталостные трещины и коррозионные поражения на внутренней поверхности. Взамен удаленного участка трубопровода изготавливают новый, соответствующий удаленному по материалу, размерам и конфигурации. При гнутье во избежание овализации трубопровод наполняют канифолью, водой (с последующим замораживанием), сплавом Вуда или жидкостью, находящейся под давлением.

Подгибка применяется при несоответствии трубопровода требуемой конфигурации. Подгибка выполняется в тех местах, где не производится ремонт другими методами (правкой, зачисткой и др.). Подгибку разрешается выполнять только в сторону увеличения радиуса изогнутого участка.

После выполнения ремонтных работ, чтобы убедиться в том, что внутри нет посторонних предметов, наплава материала и т. д., через трубопровод прокатывают контрольный шарик.

**Замена и изготовление трубопроводов.** Забракованные трубопроводы заменяют либо новыми из запасного комплекта, либо вновь изготовленными из заготовок или полуфабрикатов труб. Процесс изготовления трубопроводов включает следующие операции: резку и торцовку заготовок, гибку, развальцовку и зиговку, приварку (припайку) арматуры, антикоррозионную обработку, промывку и испытания.

**Ручная гибка** труб выполняется на зажимаемой в тисках специальной оправке с обрезиненными упорами или на трубогибочном приспособлении. Перед гибкой на заготовке трубы отмечают мелом зоны изгиба. В качестве эталона при изготовлении и для контроля обычно используется заменяемый трубопровод.

**Развальцовка** является ответственной операцией, в значительной степени определяющей эксплуатационную надежность ниппельных соединений и в целом трубопроводных систем. После развальцовки обязательно проводят полный контроль развальцованной части трубы с проверкой утонения торца конуса и его выступания относительно ниппеля, состояния кромки, чистоты внутренней поверхности конуса и других параметров. Развальцовку обычно выполняют на специальных или токарных станках с помощью развальцовочных оправок. Рабочие поверхности инструмента и концы труб при развальцовке смазывают маслом "сульфолфрезол". Ручная развальцовка труб диаметром до 10 мм может производиться на винтовом приспособлении. Конец трубы зажимается в разъемных планках с помощью накидного болта. Затем планки с зажатой трубой устанавливают на лапках скобы и вращением рукоятки конус водится внутрь трубы до полной ее развальцовки.

**Зиговка** концов труб производится на ручных или механических зиговочных станках. Скорость вращения роликов 6-9 об/мин.; подача подвижного ролика - вручную на глубину до 3 мм, смазка — машинное масло.

Сварка и пайка применяются для присоединения к трубам деталей арматуры (ниппелей, штуцеров, фланцев).

Испытания трубопроводов на прочность и герметичность выполняются перед их установкой на изделие.

При испытаниях на прочность в трубопроводе создают давление, в 1,5— раза превышающее рабочее, однако величина этого давления не должна быть более 40% разрушающего для данного типа трубы. Для испытаний при давлении свыше 20 кгс/см кв. применяется жидкость (масло АМГ-10, 2% раствор хромпика и др.), при меньшем давлении может применяться воздух или азот. Испытания должны производиться одним и тем же исполнителем.

Укупорка трубопроводов производится с помощью заглушек и колпачков, а также нанесением на открытые концы труб органической пленки. Рекомендуется применять быстротвердеющее легко снимаемое покрытие (ЛСП) на основе красно-коричневой эмали ХВ-114 (92—%) и противокоррозионной присадки Акор-1 (8—%), наносимое холодным способом. После тщательного перемешивания присадки с эмалью ХВ-114 раствор доводят с помощью ацетона до нужной вязкости (от 15 до 90 единиц по прибору ВЗ-4). При этом толщина пленки одного слоя будет изменяться от 10 до 200 мкм.

Необходимое количество слоев ЛСП наносят окунанием или кистью на предварительно закрытые концы труб и штуцеров. Время сушки каждого слоя 15— мин. Покрытие легко удаляется рукой или пинцетом (после надреза) или растворяется в ацетоне.

**Правила монтажа трубопроводов.** При монтаже снятых или новых трубопроводов не разрешается менять места их крепления к силовому набору, а также устанавливать трубопроводы с отклонениями по длине и конфигурации более допустимых. Для уменьшения монтажных напряжений в соединениях необходимо выдерживать соосность трубопроводов и деталей арматуры в незакрепленном состоянии, а также не допускать затяжку соединений с натягами или перекосом. Признаком правильной сборки является совпадение стыкуемых конических, фланцевых и других поверхностей и наворачивание накидных гаек на штуцер от руки не менее чем на 2/3 длины резьбы. В ниппельных соединениях допускаются следующие неточности: смещение на величину, не превышающую 0,5-1 диаметра трубопровода, и неприлегание 0,5-1 мм (для прямых трубопроводов) и 1-2 мм для трубопроводов, имеющих изгибы.

При сборке трубопроводных магистралей очень важно соблюдать определенную последовательность монтажа отдельных участков и трубопроводов. В некоторых местах систем, где трубопроводы имеют возможность смещений в процессе эксплуатации, предусматривается установка регулируемых штуцеров и компенсационных петель. Для устранения смещений и перекосов в соединениях трубопровод разрешается подгибать при одном закрепленном конце с помощью специального приспособления. С этой же целью допускается, не изменяя мест крепления трубопроводов, регулировать положение крепежных колодок, хомутов, арматуры постановкой специальных прокладок и шайб. Особое внимание при этом должно обращать на выдерживание зазоров. В местах возможного касания труб на прямых участках допускается их обвязка нитками «Маккей» или обмотка изоляционной лентой.

Перед затяжкой соединений резьбу соединительных деталей осматривают и проверяют на свинчивание. Затяжку соединений необходимо производить нормальным ключом, не допуская скручивания труб и перетяжки гаек. В целях улучшения герметичности соединений в некоторых системах допускается на резьбу штуцеров наносить смазку БУ или МГС. После окончания монтажа трубопроводные магистрали проходят испытания на прочность (опрессовку) и герметичность, соединения контрятся и при необходимости пломбируются.

### **Ремонт силовых цилиндров**

Силовые цилиндры являются основными исполнительными агрегатами гидровоздушных систем. Они управляют работой подвижных элементов фюзеляжа, крыла и силовой установки. В конструктивном отношении силовые цилиндры сходны между собой.

Разборку цилиндров выполняют в специальном приспособлении. Для выпрессовки штока (поршня) с уплотнительным пакетом используется давление жидкости, подаваемой в

цилиндр. Уплотнительные детали подлежат отбраковке, за исключением фторопластовых колец, которые допускаются к повторной эксплуатации после тщательной дефектации. Штоки, стальные цилиндры, ушковые и вильчатые болты проходят магнитный контроль. Производятся микрометрические измерения рабочих (трущихся) поверхностей в сочленениях цилиндр — поршень и поршень — шток.

Детали с трещинами по основному материалу бракуются. Трещины на сварных швах устраняют подваркой, после чего отремонтированный узел должен пройти испытания на прочность.

Риски, царапины, надирсы и коррозию на внутренней поверхности цилиндра устраняют хонингованием или полированием шлифовальной шкуркой и фетровым кругом с тонкой пастой ГОИ до получения требуемой чистоты поверхности. На цилиндрах малого диаметра (15— мм) дефекты можно устранять притиркой чугуном притиром с пастой ГОИ. При наличии более грубых повреждений рабочей поверхности, не устраняемых указанными способами, а также в случае неравномерного износа (овальность и конусность более допустимых 0,03—0,06 мм) применяется шлифование восстанавливаемой поверхности на внутришлифовальном станке с последующим хонингованием. Неглубокие риски, надирсы и другие дефекты на трущихся поверхностях поршней и штоков устраняют притиркой или полированием до получения требуемой чистоты поверхности.

При наличии грубых дефектов, а также в случае разрушения хромового покрытия штока применяется шлифование и при необходимости хромирование восстанавливаемой поверхности. Шлифованием снимается слой металла толщиной не более 0,1 мм.

Хромирование ремонтируемых поверхностей цилиндров, поршней и штоков необходимо выполнять до обеспечения их размеров по чертежу с припуском на последующую механическую обработку 0,1—,15 мм на диаметр. Механическая обработка хромированной поверхности включает шлифование, хонингование (только внутренних поверхностей цилиндров), полирование. Кромки кольцевых канавок на поршнях должны быть скруглены абразивным (хонинговальным) бруском по радиусу  $R=0,2$  мм. Поршни, восстановленные хромированием, допускается устанавливать только в цилиндры, имеющие нехромированную рабочую поверхность.

Надирсы, риски, односторонний износ, коррозию на внутренних рабочих поверхностях поршней, крышек, направляющих устраняют зачисткой, притиркой или развертыванием до ремонтного размера с обеспечением требуемой чистоты поверхности. При необходимости применяется хромирование рабочих поясков.

Частым дефектом шариковых замков силовых цилиндров является осевой люфт штока при закрытом замке, появляющийся из-за износа отверстий в поршне под шарики. Для устранения этого дефекта необходимо все отверстия под шарики развернуть ручной разверткой под ремонтный размер шариков, не превышающий серийный более чем на 0,25 мм. Подобрать комплект ремонтных шариков по ГОСТ с обеспечением серийного зазора между шариком и отверстием. Размеры шариков в комплекте не должны отличаться друг от друга более чем на 0,005 мм. Для предотвращения заклинивания шарикового замка рабочую поверхность распорного цилиндра прошлифовать, сняв при этом слой металла, равный по толщине разности диаметров ремонтного и ранее установленного шариков.

Перед сборкой цилиндров уплотнительные детали (кольца, манжеты, сальники) очищают от загрязнений, дефектируют, подбирают по натягу и обрабатывают: резиновые кольца пропитывают маслом АМГ-Ю; кожаные манжеты выдерживают в чистом глицерине в течение 48 часов, после чего в них закладывают смазку ЦИАТИМ-201; фетровые сальники промывают в водном растворе нашатырного спирта и затем пропитывают парафинографитовой смазкой и смазкой ЦИАТИМ-201.

Монтаж уплотнительных колец и манжет в целях предупреждения их скручивания и повреждений об острые кромки детали и о резьбу должен выполняться с применением специальных оправок и втулок. Особое внимание должно обращать на установку

фторопластовых колец. Для приработки уплотнительного пакета поршень (шток) цилиндра прогоняется 10— раз из одного крайнего положения в другое.

После сборки силовые цилиндры проходят испытания на прочность (для цилиндров, подвергавшихся расшлифовке или ремонту сваркой), герметичность, срабатывание шарикового замка.

#### **Ремонт взлетно-посадочных устройств**

**Ремонт амортизационных стоек шасси.** Перед разборкой амортизаторов необходимо полностью стравить давление и слить рабочую жидкость. Разборку следует производить в специальных бестисковых приспособлениях во избежание деформации тонких стенок цилиндров амортизаторов. Выпрессовка уплотнительного пакета производится давлением жидкости или воздуха. При выпрессовке пакета сжатым воздухом во избежание травматизма разборщиков необходимо принять меры предосторожности (поместить разбираемый агрегат в специальную камеру, надеть предохранительный чехол). Штоки амортизаторов извлекают с помощью винтовых приспособлений; для разборки шасси изделий тяжелого типа применяют тали и электротельферы.

Детали с трещинами по основному материалу бракуют. Трещины на сварных швах допускается устранять подваркой. Перед подваркой концы трещины засверливают сверлом диаметром 2—,5 мм на глубину распространения трещины, а трещину разделяют с помощью круглого напильника, фрезы или шлифовального круга в виде U-образной канавки. Трещина должна быть при этом полностью удалена.

При ремонте узлов шасси применяется аргодуговая сварка и, как исключение, электродуговая на постоянном токе при обратной полярности. Подварка трещин на деталях из стали ЗОХГСА выполняется после их предварительного подогрева до температуры 200—° С. После ремонта сваркой детали (узлы) должны быть немедленно помещены в печь и подвергнуты отпуску при температуре 200—° С в течение трех часов. В целях повышения надежности отремонтированного сваркой узла рекомендуется упрочнить сварной шов поверхностным пластическим деформированием (наклепом).

Бронзовые буксы амортизаторов, имеющие односторонний износ глубиной до 0,1 мм, разрешается устанавливать для дальнейшей эксплуатации в повернутом на 180° положении.

Уплотнительные детали (резиновые, кожаные и др.) при ремонте следует заменять независимо от их состояния. Герметичность уплотнений обеспечивается при сборке правильным подбором уплотнительных колец и манжет по натягу, а также соблюдением мер предосторожности при их монтаже во избежание повреждений и деформаций (скручивания). Кольца и манжеты перед установкой выдерживаются в масле АМГ-10 в течение 24 часов при температуре 70° С или в течение 5 суток при нормальной температуре. Ввод уплотнительных деталей в цилиндр (гильзу) производится с помощью специальной конусной втулки или манжетницы.

После сборки амортизатор испытывается на прочность, герметичность и плавность хода. Испытаниям на прочность подвергаются только те агрегаты, узлы и детали которых ремонтировались сваркой или шлифованием с последующим хромированием. Испытания амортизаторов на герметичность производятся путем создания во внутренних полостях давления воздуха или азота, равного зарядному. Агрегат при этом помещается в ванну с водным раствором хромпика и выдерживается 3— мин; травление пузырьков газа через уплотнения не допускается.

#### **Ремонт болтовых шарнирных соединений шасси**

Болты, оси и пальцы, имеющие забоины, надирь или неравномерный износ рабочей поверхности, шлифуют до полного устранения неисправности, но не более чем на 0,2 мм на диаметр с последующим хромированием. Тонкостенные (до 1,0 мм) стальные втулки, имеющие износ выше допустимого, заменяют. Толстостенные бронзовые и стальные втулки ремонтируют путем развертывания отверстий на 0,2 мм на диаметр с последующей установкой в них болтов, пальцев, осей, увеличенных по диаметру на 0,2 мм.

Отверстия в проушинах, тягах, карданах и качалках при наличии на рабочих поверхностях дефектов, а также при оваллизации или других искажениях геометрической формы развертывают на 0,2 мм.

Втулки, имеющие износ наружной поверхности и ослабление посадки, либо заменяют новыми, либо восстанавливают до нужного размера гальваническими покрытиями. При наличии небольшого износа внутренней поверхности бронзовые втулки диаметром 16 мм и более могут быть восстановлены хромированием наружной поверхности с последующей запрессовкой втулки и развертыванием внутреннего отверстия до номинального размера.

Рабочие поверхности сферических (шаровых) шарниров восстанавливают хромированием с последующим шлифованием и полированием.

Забоины, заусенцы, коррозию на резьбе устраняют зачисткой шабером или личным напильником с последующим калиброванием резьбы метчиком или леркой соответствующего размера. Срыв витков резьбы не допускается.

При сборке смазанные болты, оси, пальцы должны входить в отверстия без большого усилия. Затяжка соединений не должна быть чрезмерной; в наиболее ответственных соединениях затяжка гаек выполняется тарированными ключами.

**Ремонт колес шасси.** При ремонте колес устраняют дефекты корпусов (барабанов, реборд) колес, деталей и узлов тормозов, а также заменяют изношенные и поврежденные камеры и покрышки.

При дефектации барабана необходимо обращать внимание на состояние галтелей перехода к ребордам и к упорному бурту, а также на пазы для стопорных полуколец. Барабан подлежит отбраковке при наличии трещин, износа посадочных поверхностей под съемные реборды и пазов глубиной более 0,5 мм, срыва более 40% накатки на ребордах. Забоины, надирь и другие повреждения глубиной до 0,5 мм на галтелях и в пазах, а на остальной поверхности глубиной не более 1/8 толщины стенки и длиной до 20% длины или ширины детали зачищают шабером или шлифовальной шкуркой зернистостью 5— с последующим восстановлением защитного покрытия.

Роликоподшипники колес при наличии на деталях трещин, надиров, цветов побежалости на буртах внутренних колец, шелушения на беговых дорожках колец бракуют. При выпрессовке (запрессовке) наружного кольца подшипника барабан следует нагреть в электропечи до температуры 140—° С в течение 40— мин. При необходимости восстановления посадки (натяга) наружная поверхность кольца подшипника подвергается размерному хромированию с последующим обезводородиванием. Перед постановкой кольца гнездо в ступице покрывается тонким слоем грунта АГ-10С.

На тормозных рубашках из-за перегрева возникают трещины различного характера. Тормозные рубашки бракуют при наличии трещин любого вида на цельностальной рубашке, а также если трещины распространяются на всю глубину чугунного слоя биметаллической рубашки или произошло его отслоение. Рабочую поверхность рубашки с допустимыми к устранению дефектами восстанавливают протачиванием на токарном станке с последующим шлифованием до получения чистоты поверхности класса 6.

Эффективность работы тормозов снижается главным образом вследствие износа, образования нагара и замасливания фрикционных колодочек в тормозах камерного типа, фрикционных накладок (лент) в колодочных тормозах, биметаллических и металлокерамических секторов в дисковых тормозах. Масло и нагар удаляют промывкой деталей бензином и зачисткой шлифовальной шкуркой.

Тормозные колодки с неравномерным износом, сколами по углам площадью до 1 см. кв. и большим нагаром, который невозможно удалить промывкой и зачисткой, восстанавливают обточкой на токарном станке. После токарной обработки поверхность колодочек зачищают шлифовальной шкуркой. Аналогичным образом обрабатывают новые колодки, установленные взамен забракованных, из-за глубокого растрескивания и выкрашивания асбокаучуковой массы. В случае ослабления фрикционных лент в колодочных тормозах, если нет значительного износа лент, производят подтяжку заклепок. Износ лент определяют по

глубине посадки закладных головок заклепок. Если головка заклепки оказывается утопленной на глубину не более 0,5 мм, ленту заменяют. Замене подлежат также ленты с механическими повреждениями глубиной более 1 мм, для замены тормоз разбирают и дефектную ленту отклепывают. В новой фрикционной ленте размечают, сверлят и зенкуют отверстия под специальные полутрубчатые дюралюминиевые заклепки с плоской закладной головкой. Расклепывание заклепок производят с помощью кернера и специальной оправки.

В дисковых тормозах при износе секторов биметаллических дисков до головок заклепок, а также при сквозных трещинах и отслоениях чугунного слоя дефектные секторы заменяют новыми. Допускаются риски, забоины, сколы длиной до 10 мм не более трех штук на каждом секторе. На металлокерамических секторах допускаются сколы по углам площадью до 1 см. кв., выкрашивание по контуру шириной до 2 мм и равномерный износ; наплывы металлокерамики на стальной каркас удаляют зачисткой напильником. При трещинах, проходящих на всю глубину металлокерамического слоя, сколах и выкрашиваниях более допустимых, секторы заменяют.

Коробление колец, к которым крепятся биметаллические и металлокерамические секторы, устраняют правкой молотком на плите. Не допускаются трещины в температурных прорезях, на перемычках между отверстиями колец и у основания шипов. При износе и смятии шипов тормозных дисков на глубину более 0,4 мм диски бракуют. В случае обнаружения трещин на направляющих под шипы тормозных дисков направляющие подлежат замене. Риски, забоины, коррозия на направляющих глубиной до 0,3 мм устраняют зачисткой шлифовальной шкуркой.

Вмятины, коробление тонкостенных деталей (чашек, обтекателей, щитков) устраняют правкой на специальных оправках или плите с помощью деревянного молотка. Риски, царапины, забоины удаляют зачисткой шлифовальной шкуркой, после чего поврежденные места подкрашивают соответствующими эмалями.

После ремонта барабан колеса, тормозная рубашка и колесо в сборе подлежат отдельной и совместной статической балансировке. Тормозные устройства проходят испытания на герметичность и работоспособность. Окончательная приработка тормозов после ремонта производится при рулении самолета с торможением.

### **Ремонт кранов, клапанов, редукторов**

**Ремонт кранов.** Внешняя негерметичность кранов устраняется заменой деталей уплотнений или подтяжкой резьбовых соединений. Причинами внутренней негерметичности могут быть такие дефекты: риски, надирь, коррозия на сопрягаемых поверхностях деталей; увеличенные по сравнению с допускаемыми зазоры, овальность и конусность вследствие износа рабочих поверхностей золотниковых пар; округления (эрозионный износ) на отсечных кромках поясков. Для устранения этих дефектов на стальных деталях обычно применяется машинно-ручная притирка, выполняемая с помощью чугунных или латунных притиров. Вначале производится предварительная притирка микропорошками зернистостью № М14 и М10, смешанными с керосином или минеральным маслом, или пастами М14, М10 и ГОИ (средней) до устранения дефектов и исправления погрешностей геометрической формы детали. Окончательную притирку выполняют тонкой пастой ГОИ.

Зазоры в восстановленной золотниковой паре должны быть в пределах 0,003—0,01 мм, чистота рабочих поверхностей класса не ниже 9, овальность и конусность—0,002—0,003 мм. Для обеспечения требуемого зазора рекомендуется производить индивидуальную подборку сопряженных деталей или восстановление одной из поверхностей химическим или электрохимическим способом.

Дефекты на деталях из алюминиевых сплавов устраняют притиркой чугунными или текстолитовыми притирами с применением вначале грубой, а затем средней и тонкой пасты ГОИ. Для получения чистоты поверхности 7—классов допускается обработка деталей электрокорундовой шлифовальной шкуркой № 3 с последующим полированием поверхности фетром или шинельным сукном.

После ремонта с применением абразивных материалов стальные детали промывают в горячем керосине при температуре 70—° С в течение 45 минут, а дюралюминиевые—при

температуре 60—70 С в течение 2—,5 часов. Для наиболее полной очистки деталей от абразивных частиц рекомендуется промывать их в ультразвуковой ванне.

Непосредственно перед сборкой детали промывают в чистом неэтилированном бензине Б-70 с 3—% обезвоженного масла МС-20 или МК-22 или 5—% масла МК-8. Окончательно доведенная и собранная золотниковая пара должна удовлетворять следующим требованиям: золотник (плунжер) без смазки должен входить в гильзу (втулку) от усилия руки, но не должен иметь легкого вращения или осевого перемещения; после смачивания в масле МГ-10 вращение и перемещение в осевом направлении должны быть плавными, без заеданий.

Дефекты на плоских и плоскопараллельных рабочих поверхностях золотников и седел устраняют притиркой на чугунной плите с микропорошком (М28-М7). Окончательная доводка выполняется на стеклянной плите с применением пасты из окисла алюминия или пасты ГОИ. При притирке допускается снимать слой металла не более 0,05 мм на сторону.

Забоины, риски, царапины, а также коррозию на рабочих (сопрягаемых) поверхностях корпусных деталей устраняют зачисткой надфилем или шабером с последующей притиркой. При этом общая толщина снимаемого слоя металла не должна быть более 0,5 мм; прямолинейность восстановленных поверхностей разъемов проверяют на контрольной плите с помощью краски. Для обеспечения требуемой посадки гильз и втулок можно применять химическое никелирование внутренних поверхностей отверстий (колодцев) корпусных деталей. Дефекты на наружных поверхностях корпусов глубиной до 0,5 мм устраняют зачисткой надфилем или шабером до получения плавных переходов, после чего эти места полируют шлифовальной шкуркой и восстанавливают защитное покрытие.

После ремонта и сборки краны и однотипные с ними агрегаты проходят испытания на прочность, герметичность и работоспособность на универсальном или специальном стенде. При необходимости проверяют усилие, необходимое для перемещения золотника, и плавность его движения.

**Ремонт клапанов.** В самолетных системах устанавливаются клапаны различного назначения: предохранительные, редуционные, обратные, аварийные. По характеру перекрытия рабочих отверстий имеются клапаны с шариковым уплотнением, плоским или коническим резиновым уплотнителем (вкладышем), конусным уплотнением и с уплотнением поршневым или плунжерным.

Внешнюю и внутреннюю негерметичность клапанов из-за износа, усадки или разрушения уплотнительных деталей устраняют заменой последних. Новые резиновые кольца и манжеты подбирают по натягу и перед установкой в агрегат тщательно контролируют их техническое состояние и сроки хранения. При монтаже колец следует не допускать их повреждений и перекосов (скручивания).

При наличии течи из-за образования трещин на корпусе или штуцерах детали (или агрегат) подлежат замене.

Негерметичность шариковых уплотнений вследствие неравномерного износа или коррозии седла клапана устраняют подторцовкой седла на глубину 0,2—,5 мм с последующей притиркой до обеспечения ширины фаски 0,1—,2 мм. Поверхностную коррозию на шарике устраняют полированием на фетровом круге с тонкой пастой ГОИ; шарики с точечной (язвенной) коррозией, кольцевой выработкой бракуют. Восстановленное подторцовкой седло обжимается шариком на глубину не более 0,1 мм с обеспечением свободного вращения шарика в седле. Седло клапана с конусным уплотнением, имеющее на фаске коррозию или наклеп, обрабатывается зенкованием и затем притирается совместно с сочленяемой деталью.

Неисправные клапаны с резиновыми вкладышами заменяют новыми или восстанавливают (меняют вкладыш). Вновь установленный вкладыш после его приклейки и вулканизации шлифуют на станке до получения чистой и ровной поверхности.

В некоторых клапанах седло представляет собой втулку, запрессованную в корпусную деталь. При необходимости втулку удаляют после нагрева корпуса клапана до 150° С. Новые втулки изготовляют из стали или бронзы с обеспечением требуемых допусков на посадку и чистоты поверхности класса 10.

При износе рабочих (цилиндрических) поверхностей клапанов поршневого или плунжерного типа их восстанавливают до требуемых размеров хромированием или химическим никелированием.

После ремонта клапаны проходят испытание на герметичность и работоспособность (функционирование) на специальных стендах. Испытаниям на прочность подвергают только те агрегаты, у которых заменялись силовые детали или производилась механическая обработка корпусных деталей.

**Ремонт воздушных редукторов.** В воздушных системах обычно применяются редукционные клапаны (редукторы) с мембранными и клапанными устройствами, устанавливаемые на участках между бортовыми баллонами высокого давления и агрегатами-потребителями, требующими пониженного постоянного давления воздуха.

Наиболее часто встречаются такие неисправности редукторов, как негерметичность в соединениях, нарушение регулировки, износ и коррозия деталей. Утечка воздуха, выявляемая в процессе испытаний редукторов до разборки, происходит из-за износа или разрушения мембран, резиновых и эбонитовых вкладышей золотников (клапанов), уплотнительных прокладок, а также вследствие отворачивания штуцеров и заглушек.

При ремонте детали уплотнений и мембраны заменяют. Новые мембраны и вкладыши, изготовленные из резины с тканью или кожей, устанавливают таким образом, чтобы резиновый слой был повернут в сторону внутренней полости или седла клапана. Резиновые детали закрепляют на золотниках и клапанах вулканизацией или завальцовкой в гнездах.

Дефекты на эбонитовых вкладышах золотников в виде вмятин (отпечатков) глубиной не более 0,25 мм устраняют притиркой на плите сначала микропорошками М20-М14 (с керосином), а затем - пастой ГОИ до получения чистоты поверхности класса 10. Коррозия на деталях удаляется зачисткой шлифовальной шкуркой и полированием фетром с пастой ГОИ.

После ремонта редукторы проходят испытания на герметичность и работоспособность на специальной установке. Консервации редукторы не подвергаются.

#### **Дефектация и восстановление деталей остекления**

**Характерные дефекты остекления.** При эксплуатации самолетов и вертолетов детали остекления подвергаются воздействию аэродинамических нагрузок, избыточного давления, резких изменений температур, атмосферных осадков, ультрафиолетовых лучей. Это приводит к некоторому уменьшению прочности и в ряде случаев — к возникновению растрескивания («серебра»). Возможны также механические повреждения стекол (царапины, заколы, забоины, глубокие трещины), отслаивание ленты мягкого крепления, нарушение герметичности кабин в местах заделки стекол и их помутнение. Серебро и механические повреждения деталей остекления, являясь концентраторами напряжений, могут привести к разрушению стекла в полете. В зависимости от размеров дефектов остекление или допускают к эксплуатации, или восстанавливают.

**Дефектация деталей остекления.** Определение технического состояния остекления включает в себя внешний осмотр и дефектацию с применением приборов и инструментов. Наиболее опасными дефектами в местах заделки стекол, особенно при жестком креплении, являются сквозные трещины и сколы. В настоящее время применяется оптический метод дефектации стекол, основанный на явлениях отражения и преломления света в органическом стекле. Вблизи края каркаса или наклеенной ленты на стекло устанавливают призму 1. Поверхность соприкосновения призмы и стекла смазывают жидкостью (масло МК-8 или касторовое). Для того, чтобы свет проник в затемненный участок стекла, применяется осветитель. Свет от источника благодаря осветительной призме и масляной прослойке не пересекает стекло, а попав на него и отражаясь от верхней и нижней поверхности, движется по всему сечению. Осветительная призма может быть установлена у края заделки или на некотором расстоянии, так как благодаря явлению полного внутреннего отражения свет далеко проникает по сечению стекла. Дефектация производится в затемненном помещении или при местном затемнении (чехлом). Для осмотра стекла необходимо:

— протереть участки стекла вблизи заделки чистой салфеткой;

— нанести на стекло вблизи заделки касторовым маслом (или МК-8) полосу шириной 80— мм; толщина слоя масла должна быть такой, чтобы не было участков с воздушной прослойкой между призмами и исследуемым стеклом

— установить смотровую призму и осветитель на покрытый маслом участок стекла;

— осмотреть все стекло в местах заделки, последовательно перемещая смотровую призму и осветитель. При жесткой заделке стекла для осмотра участка за болтом необходимо устанавливать смотровую призму справа и слева от болта;

— после окончания осмотра удалить масло со стекла чистой салфеткой.

**Определение глубины поверхностных трещин.** Для определения глубины поверхностных трещин может быть использована лупа с измерительной шкалой в поле зрения. Лупу располагают под углом к поверхности стекла. Для измерения глубины трещины необходимо:

— установить лупу на стекло так, чтобы она опиралась всеми тремя опорами;

— вращая окулярное и наружное кольца лупы, получить четкое изображение шкалы и трещины;

— установить шкалу перпендикулярно направлению трещины;

— совместить деление шкалы с краями трещины. Произвести отсчет делений;

— вычислить глубину трещин, для чего отсчитанное число делений умножить на 2,6— коэффициент, учитывающий изменение цены деления вследствие преломления отраженного света в стекле и наклона лупы.

**Пример.** Глубина трещины равна двум делениям по шкале окуляра лупы, что соответствует 0,2 мм. Истинная глубина трещины  $0,2 \times 2,6 = 0,52$  мм.

**Определение прочности склейки стекла с элементами мягкого крепления.** Определение прочности приклейки ленты мягкого крепления основано на применении специального щупа, вводимого между стеклом и лентой. При этом измеряются сила, приложенная к щупу, и глубина его проникновения. Чем ниже качество приклейки, тем глубже проникает щуп между стеклом и лентой, разрушая клеевое соединение. Щуп изготавливается из стальной пластинки толщиной 0,5 мм и шириной 14,5 мм. Углы пластинки закругляются по радиусу 5 мм. Приспособление тарируется путем подвешивания к концу пластины гирь массой от 0,5 до 2,5 кг. На линейке делают отметки через каждые 0,5 кг. Для определения прочности приклейки ленты к стеклу снимать блистер или фонарь с самолета не требуется. Порядок работы следующий:

— направить острие загнутого конца пружинной пластины щупа вдоль поверхности стекла перпендикулярно клеевому шву в стык между лентой и стеклом;

— нажать на место стыка с силой 2 кгс (проверить силу нажатия по линейке);

— отметить глубину проникновения конца пластины (глубину отслаивания ленты) по имеющимся на ней делениям;

— определение прочности приклейки произвести по всему периметру стекла через интервалы 200— мм.

**Определение размеров царапин и забоин.** Глубину царапин и забоин измеряют с помощью индикаторного прибора КП-1 со сменной стойкой и иглой. На стекле рядом с дефектом устанавливают прибор и замечают показание стрелки индикатора, затем прибор смещают таким образом, чтобы игла измерительного штифта попала на самое глубокое место дефекта. Вновь отмечают показание стрелки. Разность показаний прибора равна глубине дефекта. Ширину и длину царапин измеряют штангенциркулем.

**Определение напряжений в стекле.** Остаточные напряжения в стекле определяют с помощью поляроидов. Поляроиды—прозрачные пленки, обладающие свойством поляризации света (направленность действия света в плоскостях, поперечных лучу). Применение поляроидов основано на изменении оптической активности органического стекла в напряженном состоянии. С помощью поляроидов, в частности, можно выявить повышенные напряжения, возникшие в стеклах в процессе неправильного формования, слишком сильной затяжки болтов крепления, а также при распиловке, сверлении и фрезеровании затупленными инструментами или с нарушением режимов обработки стекла.

Портативный поляроидный прибор состоит из переносного фонаря, свет которого поляризуется при прохождении через пленку, и очков, в которые также вставлены поляроидные пленки. Фонарь является поляризатором, а очки — анализатором. В качестве поляризатора и анализатора могут быть также использованы обычные поляроидные стекла.

При работе с поляроидными приборами необходимо подбирать («скрещивать») положение поляризатора (фонаря) и анализатора (очков) так, чтобы свет, идущий от поляризатора, не был виден через анализатор. В процессе исследования стекла поворачивать поляризатор и анализатор в «скрещенном» состоянии вокруг общей оптической оси на угол 20—градусов по часовой стрелке или в обратном направлении. Можно сохранять поляроидный прибор в неподвижном состоянии, а вращать на тот же угол исследуемое стекло. Стекла, не имеющие напряжений, при наблюдении через поляроидный прибор не просвечиваются. В местах с остаточными напряжениями наблюдается сплошное или местное просветление с наличием различной окраски, зависящей от величины напряжений. Окрашенность указывает на наличие значительных напряжений.

Ввиду отсутствия норм по поляроидной дефектации описанный метод рекомендуется лишь для качественной оценки напряжений в деталях остекления, а также для проверки точности соблюдения режимов механической обработки, формования и монтажа. Для каждого типа остекления после осмотра 15—деталей может быть установлен определенный нормальный вид в поляризованном свете. В случае обнаружения резких отклонений от установленного нормального вида необходимо сделать соответствующую запись в формуляре для последующего выявления причин выхода из строя этих деталей.

**Восстановление остекления кабин.** Устранение дефектов поверхностных слоев стекла шлифованием и полированием. В большинстве случаев глубина поверхностных трещин не превышает 0,5 мм, а это и есть тот допуск на толщину, в пределах которого механическая прочность стекла находится в заданном интервале. Наряду с этим удаление трещин приводит к полному восстановлению механических свойств стекла. Способами механического шлифования и полирования, которые бы не приводили к образованию в поверхностных слоях опасных напряжений растяжения, являются виброшлифование и виброполирование.

Отличительной особенностью виброшлифования от виброполирования является то, что шлифование производится абразивными порошками при обильном смачивании водой. Рабочим инструментом является мягкая пластина, облицованная поливинилхлоридной пленкой и совершающая орбитальное движение диаметром 2—мм со скоростью 3—тысячи оборотов в минуту. Давление на шлифуемую поверхность при нормальной работе равно 0,01 кгс/см<sup>2</sup>. Усилие резания абразивных зерен невелико. Это объясняется тем, что абразивные зерна в этом случае подвижны в отличие от их жесткого закрепления на поверхности шлифовальной шкурки. Происходит так называемое бархатное шлифование. Машинка приводится в движение сжатым воздухом при давлении 4—кгс/см<sup>2</sup>. Если в процессе шлифования чрезмерным нажатием повысить давление машинки на обрабатываемую поверхность, то процесс шлифования прекратится, так как шлифующая поверхность перестанет перемещаться и вместо нее орбитальное движение начинает совершать корпус. Целесообразно при шлифовании последовательно уменьшать зернистость порошка. Например, при глубине дефекта 0,5 мм применять порошок № 10 до остаточной глубины дефекта 0,1—2 мм, затем применять порошок № 6 до незначительных следов дефекта, а затем — порошок № 4 до полного удаления дефекта.

После удаления дефекта можно приступить к следующему этапу—к виброполированию, которое производится этой же машинкой, но площадкой, облицованной фетром. Полирование также производится при обильном смачивании водой вначале смесью паст ГОИ и ВИАМ-2, а затем только одной пастой ВИАМ-2. Шлифованию и полированию без термообработки подвергают стекла, имеющие повреждения поверхностных слоев в виде «серебра», забоин (заколов), царапин в пределах допуска. В процессе всей работы шлифуемую поверхность необходимо охлаждать водой. В противном случае возможно повышение температуры поверхностного слоя и появление «серебра» на этом участке стекла. Вода постепенно уносит

с поверхности измельченное стекло и абразивный порошок. Поэтому в процессе шлифования необходимо добавлять свежий абразивный порошок. Разрешается отдельные участки зачищать циклей, шабером или острой бритвой, а затем шлифовать вручную мокрым тампоном с абразивным порошком. Если в процессе шлифования «серебро» будет появляться вновь, то такое стекло заменяют.

Восстановление клеевого соединения стекла с лентой мягкого крепления блистеров производится с помощью герметика ВИТЭФ-1 или клея ПУ-2 при отслоении ленты от стекла на глубину до 5 мм.

При температуре воздуха выше +18 С и отслаивании ленты на участках длиной до 100 мм блистер можно не снимать. Для восстановления клеевого соединения необходимо:

- приготовить герметик ВИТЭФ-1 (шпательный вариант) или клей ПУ-2;
- отогнуть кромку капроновой ленты от стекла в месте нарушения клеевого соединения, очистить ее от остатков старого клея и заполнить образовавшийся зазор новым герметиком или клеем с помощью шпателя;
- прикатать ленту резиновым роликом для равномерного распределения герметика под лентой, не создавая при этом больших давлений;
- прикатать ленту к стеклу, создавая давление 0,2—0,3 кгс/см кв. с помощью мешочков с песком на участках длиной до 200— мм или с помощью резиновой ленты (амортизационного шнура) на участках с отслоением большей длины;
- выдержать склеиваемые места под таким давлением не менее 24 часов при температуре не менее +18 С;
- снять прижимные мешочки или резиновую ленту и очистить стекло от подтеков герметика;
- наклеить на стекло блистера по всему периметру липкую ленту на расстоянии 5— мм от торца капроновой ленты;
- нанести на наружную поверхность стекла по всему периметру блистера (между липкой и капроновой лентами) и наружную поверхность капроновой ленты (шириной до 10 мм от кромки ленты) слой свежеприготовленного герметика толщиной до 1 мм;
- свести на «ус» нанесенный слой герметика по всему периметру шва, не допуская заусенцев и утолщений;
- отремонтированный блистер или фонарь выдержать в течение 3— суток, после чего можно допустить к эксплуатации.

Ремонт стекол, имеющих сквозные трещины. Ремонт стекол со сквозными трещинами производится путем наклейки усиливающей накладки. Ремонту подлежат внутренние (несиловые) стекла двойного остекления самолетов и все стекла вертолетов. Последовательность работ такая:

- засверлить концы трещин сверлом диаметром 1,5—0 мм;
- подготовить усиливающую накладку из органического стекла марки СО-95 или СО-120 толщиной 2—3 мм; размеры каждой накладки должны быть такими, чтобы трещина перекрывалась с каждой стороны не менее чем на 12 мм; наружные края накладки закруглить;
- на накладку нанести дихлорэтановый клей и дать свободную выдержку примерно 2 мин до возникновения липкости;
- наложить накладку на ремонтируемый участок и дать закрытую выдержку в течение 30 мин; после этого прижать накладку с помощью мешочков с песком (усилие—,5—,5 кгс/см кв.);
- выдержать ремонтируемый участок под нагрузкой в течение четырех часов, после чего мешочки снять.