

4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И РЕМОНТ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ МАШИН

4.1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

У большинства деталей (корпусные, валы и оси, подшипники, шестерни и звездочки, маховики, шкивы, цепи, лемеха и т.д.) изнашиваются, повреждаются следующие элементы и поверхности: резьбы, шлицы и шпоночные пазы, шейки и отверстия под подшипники и др. Рассмотрим восстановление типовых элементов деталей.

Восстановление резьб. В любой машине свыше 60 % деталей имеют резьбу. В сельскохозяйственной технике применяют резьбовые соединения с размерами резьб М5...М30, чаще всего М6...М16. При эксплуатации машин резьба изнашивается, витки сминаются, деформируются и срываются. Причем изнашиванию и повреждениям подвергаются прежде всего резьбовые отверстия. Незначительные повреждения резьбы (смятие, деформации отдельных витков) устраняют калибровкой ее метчиком или плашкой. При срыве более двух ниток и других серьезных повреждениях применяют различные методы восстановления резьбы в зависимости от конструкции детали, типа резьбы (наружная или внутренняя) и т.д.

Н а р у ж н у ю р е з ь б у (на валах, осях и т.д.) восстанавливают следующими способами:

- нарезанием резьбы ремонтного размера;
- наплавкой и нарезанием резьбы номинального размера;
- электроконтактной приваркой проволоки;
- заменой изношенной резьбовой части детали.

Старую резьбу срезают на токарном станке и нарезают новую резьбу меньшего размера, например, вместо М16 нарезают М14. Это простой, доступный и дешевый способ. К недостаткам относят потребность в замене или ремонте соединенной детали; нарушение взаимозаменяемости деталей соединения и уменьшение его прочности.

Для восстановления резьбы до номинального размера применяют механизированную наплавку, чаще вибродуговую и в среде СО₂, реже под флюсом и в среде пара. Перед наплавкой старую резьбу срезают. После наплавки деталь протачивают и нарезают резьбу номинального размера. Припуск на обтачивание должен составлять 2...3 мм на сторону.

При наплавке резьбы возникает нежелательное термическое воздействие на соседние закаленные участки детали (шейку пол

подшипник, шлицы и др.). Такая наплавка затруднена на валах малых диаметров. Эти недостатки отсутствуют при восстановлении резьбы электроконтактной приваркой проволоки.

Сущность способа заключается в том, что сварочную проволоку (типа Св-08) диаметром, равным шагу резьбы, укладывают между витками очищенной резьбы, зажимают и приваривают проволоку по винтовой линии. Режимы приварки: плотность тока 300..400 А/мм²; длительность сварочного импульса 0,08...0,12 с; скорость вращения детали (20...25)*d*, мм/мин (*d* — диаметр детали). Зависимость между силой сварочного тока и усилием сжатия роликов выражают уравнением

$$P_{сж} = 0,64 \sqrt{I_{св}}. \quad (4.1)$$

Для резьбы М14...М20 $I_{св} = 4,5...5,0$ кА. После приварки проволоки деталь обтачивают и нарезают резьбу номинального размера.

Иногда конец детали с изношенной резьбой отрезают, изготавливают новую часть детали, которую свертывают или сваривают с оставшейся частью. Затем нарезают резьбу номинального размера. При большом диаметре резьбы иногда ее не отрезают, а обтачивают, затем напрессовывают кольцо и нарезают резьбу номинального размера. Этот способ трудоемкий, и поэтому его применяют для восстановления резьбы на крупных дорогих валах, когда другие способы нельзя применить (например, изношена резьба ремонтного размера, а наплавить ее нет возможности).

Внутреннюю резьбу восстанавливают чаще всего в корпусных и других базисных деталях, изготовленных из чугуна и алюминиевых сплавов. При этом независимо от материала деталей характер износа резьбовых отверстий одинаков: наибольший износ и срывы имеют первые два-три витка резьбы, остальные витки изнашиваются значительно меньше. Это объясняется различной нагрузкой на витки резьбового соединения: первый виток нагружен в пять-шесть раз больше последнего.

Внутреннюю резьбу восстанавливают следующими способами:
нарезанием резьбы ремонтного размера;
нарезанием резьбы номинального размера на новом месте;
заваркой отверстия и последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера;
с применением полимерных композиций;
постановкой резьбовой пробки (ввертыша);
установкой резьбовой спиральной вставки.

В случае нарезания резьбы ремонтного размера часто приходится изготавливать ступенчатую шпильку. Нарезание резьбы на новом месте возможно в том случае, если конструкция деталей соединения позволяет изменить расположение резьбового отверстия без нарушения взаимозаменяемости (ступицы, фланцы и др.). При заварке резьбовых отверстий в алюминиевых и чугунных деталях необходимо помнить о трудностях и особенностях сварки этих мате-

риалов (см. п. 3.4), которые приводят к резкому снижению прочности резьбы. Перед заваркой обязательно удаляют старую резьбу.

В качестве полимерных композиций при восстановлении резьбовых соединений обычно используют составы на основе эпоксидной смолы. При зазоре в резьбовом соединении до 0,3 мм применяют состав (по массе): эпоксидная смола ЭД-16 — 100 частей; дибутилфтолат (ДФФ) — 15; полиэтиленполиамин (ПЭПА) — 8...10 частей.

Если зазор больше 0,3 мм, то в указанный состав добавляют соответствующие наполнители (см. п. 3.9). Часто при восстановлении резьбового соединения с зазором до 0,3 мм, а также для его стопорения в состав вводят не 15, а 45 частей ДБФ, что облегчает последующее отворачивание. Для восстановления малоизношенных резьбовых соединений и стопорения резьбы применяют также анаэробные герметики типов «Анатерм», «Унигерм» и др.

Восстанавливаемые резьбовые поверхности соединения (отверстие и шпильку или болт) зачищают до металлического блеска, дважды обезжиривают ацетоном, сушат и наносят на них полимерный состав. Затем заворачивают шпильку или болт в резьбовое отверстие, удаляют вытесненные излишки состава и отверждают (см. п. 3.9).

При постановке резьбовой пробки изношенное резьбовое отверстие рассверливают или растачивают, нарезают в нем резьбу и ввертывают в него пробку. Затем в ней сверлят отверстие и нарезают резьбу номинального размера. Часто резьбовые пробки дополнительно закрепляют посредством клеевых композиций или стопорными шпильками, ввернутыми на границе пробки с деталью. Пробки изготавливают из мало- и среднеуглеродистых сталей независимо от материала ремонтируемой детали. Наружный диаметр пробки, мм,

$$d = d_1 \sqrt{\sigma_6 / \sigma_k}, \quad (4.2)$$

где d_1 — наружный диаметр резьбы болта, мм; σ_6 и σ_k — пределы прочности материала болта и корпуса ремонтируемой детали, МПа.

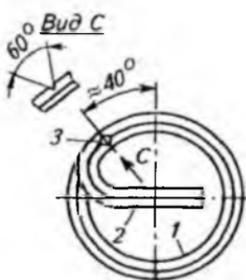


Рис. 4.1. Схема спиральной резьбовой вставки:

1 — спираль; 2 — поводок; 3 — прорезь

Этот способ неприменим в тонкостенных деталях и малопроизводителен. Для ремонта резьбовых отверстий разработали и применяют способ установки резьбовых спиральных вставок. Вставку изготавливают в виде пружинящей спирали из нержавеющей проволоки Х18М10Т ромбического сечения с острым углом 60° (рис. 4.1). Наружная и внутренняя поверхности вставки представляют собой метрическую резьбу разных размеров (М10 и М8, М12 и М10 и т.д.). На одном конце вставки размещен технологический поводок с насечкой, с помощью которого специальным ключом вставку ввертывают в отверстие. Затем этот поводок удаляют специальным бородком.

Технология восстановления заключается в рассверливании изношенного отверстия и нарезании в нем резьбы с тем же шагом следующего размера (М8 на М10, М10 на М12 и т.д.), завертывании спиральной вставки и удалении технологического поводка. Для восстановления резьбовых отверстий выпускают комплект ОР-5526, в который входят необходимые инструменты и спиральные вставки.

Достоинства этого способа: простота и доступность в любых условиях; восстановление резьбовых отверстий до номинального размера в любых деталях, в том числе тонкостенных; высокая производительность и низкая себестоимость. При высокой износостойкости вставки и значительном улучшении за счет ее равномерности распределения нагрузки по виткам резьбы повышается ресурс восстановленных отверстий в 2 раза и более по сравнению с новыми отверстиями. При таком способе повышаются прочность и стабильность резьбовых соединений.

Восстановление шпоночных пазов и шлицев. У шпоночных пазов изнашиваются боковые грани. При их небольшом износе пазы фрезеруют до выведения следов износа. Допускается увеличение ширины паза на 15 %. В этом случае в соединяемой детали также увеличивают ширину шпоночной канавки и при сборке устанавливают шпонку ремонтного размера. Иногда шпоночный паз соединяемой детали не обрабатывают, а устанавливают ступенчатую шпонку. Если шпоночный паз невозможно восстановить обработкой под ремонтный размер, то его заваривают и фрезеруют паз номинального размера на новом месте. Однако менять положение паза на валу нельзя, если шпонка служит одновременно и для фиксации соединяемой детали в строго заданном положении (например, шпоночный паз распределительного вала).

Шлицы изнашиваются преимущественно по боковой поверхности. Их износ по ширине у деталей автомобилей составляет 0,4...0,6 мм, иногда до 1,0 мм, тракторов — 1...2, иногда до 3...4 мм. У шлицевых валов, центрируемых по наружному диаметру, изнашивается также и эта поверхность. Износ по наружному диаметру обычно составляет 0,1...0,2 мм, но может достигать 0,6...0,7 мм.

Изношенные шлицы восстанавливают следующими способами: ручной или механизированной дуговой наплавкой; пластическим деформированием; электроконтактной наплавкой с одновременной осадкой (комбинированный способ); заменой шлицевой части детали.

Широко применяют дуговую наплавку шлицев. Ручная наплавка малопродуктивна. Поэтому чаще используют механизированную наплавку в среде углекислого газа, под флюсом и вибродуговую наплавку. Наплавку выполняют продольными валиками или по винтовой линии. При продольной наплавке шлицев шириной до 5...6 мм впадину полностью наплавляют, а у крупных шлицев на-

плавляют только изношенную сторону шлица. Чтобы уменьшить деформацию вала при продольной наплавке, надо уложить валики во впадины поочередно с диаметрально противоположных сторон. Наплавку по винтовой линии обычно применяют при восстановлении мелких шлицев.

При наплавке шлицев по винтовой линии в 2...3 раза повышаются расход проволоки и электроэнергии, трудоемкость наплавки и последующей механической обработки, увеличивается деформация детали. Продольная наплавка более экономична.

Наплавочные материалы и режимы наплавки выбирают по справочникам, исходя из технических требований (твердость и др.) и размеров детали. Например, шлицевые валы, изготовленные из среднеуглеродистых сталей 30, 35 и 45, часто наплавляют в среде углекислого газа проволокой Нп-30ХГСА диаметром 1,6...2,0 мм при следующем режиме: сила тока (обратной полярности) 220...240 А; напряжение 22...24 В; шаг наплавки (продольная подача) 3,5...4,0 мм/об., частота вращения детали 3...4 мин⁻¹; скорость подачи проволоки 165...170 м/ч; вылет электрода 14...18 мм; смещение электрода 8...10 мм.

После наплавки вал при необходимости правят, протачивают по наружному диаметру, фрезеруют и шлифуют шлицы. При центрировании шлицевого соединения по наружному диаметру его после отточки шлифуют. Если по техническим требованиям необходимо обеспечить повышенную твердость шлицев, то после фрезерования шлицы закалывают в масле при нагреве до температуры 850 °С, отпускают при температуре 200...250 °С и шлифуют.

В результате наплавки шлицев вал деформируется, происходит термическое воздействие на соседние с ними участки. Этого можно избежать при пластическом деформировании — раздаче с одновременным или последующим калиброванием. Малоизношенные шлицы деформируют без нагрева. При износе более 0,6 мм проводят предварительную нормализацию детали при нагреве до температуры 800...850 °С.

Раздачу выполняют проталкиванием вала (рис. 4.2, а) на гидравлическом прессе с усилием до 50 кН через вращающиеся ролики специальной многороликовой головки, установленной на столе пресса. Стол пресса снабжен выталкивателем. Вал с изношенными шлицами закрепляют в центрах силового цилиндра пресса и выталкивателя. При обратном ходе вал выталкивается из головки.

Ролики диаметром 60...80 мм

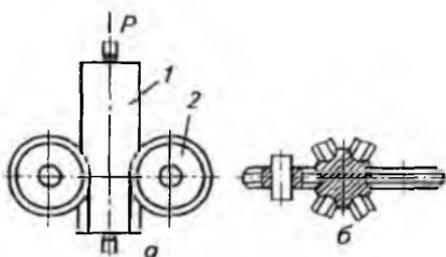


Рис. 4.2. Схема раздачи (а) и калибрования (б) шлицев:

1 — шлицевый вал; 2 — ролик

имеют деформирующий выступ (клин) с углом $85\ldots 90^\circ$, который внедряется в шлиц и раздает его по ширине. Раздачу малоизношенных шлицев выполняют роликами, снабженными ребордами для одновременного калибрования шлицев по ширине. Шлицы с большим износом после раздачи калибруют (рис. 4.2, б) или подвергают механической обработке. При необходимости их закаливают до необходимой твердости.

Шлицы во втулках, ступицах и других типовых деталях восстанавливают пластическим деформированием инструментом, состоящим из деформирующих роликов и шлицевой калибрующей втулки. Их устанавливают на шлицевой оправке. Последняя служит для центрирования инструмента в отверстии детали. Иногда деталь со шлицевым отверстием нагревают до температурыковки. В ее отверстие вводят холодный шлицевой вал. Затем деталь обжимают под прессом или молотом с помощью специальных матриц и пуансона.

Раздачей можно восстанавливать шлицы с износом до 2 мм. При больших износах применяют комбинированный способ, заключающийся в том, что вдоль шлицев к их вершинам электроконтактным способом приваривают стальную полосу или проволоку. В процессе приварки полосы (проволоки) шлиц разогревается и деформируется под действием усилий от сварочных роликов, в результате чего уменьшается его высота и увеличивается ширина. При этом компенсируется износ шлица с учетом припуска на последующую механическую обработку (рис. 4.3). Отрезки полосы необходимой длины и толщины предварительно прихватывают в одной или нескольких точках, а затем приваривают по всей длине и одновременно раздают шлицы.

Одновременно восстанавливают два противоположных шлица со скоростью $0,5\ldots 0,8$ м/мин. После приварки ленты и осадки одной пары шлицев ролики разводят и вал поворачивается на необходимый угол для восстановления следующей пары шлицев. Наваренные и деформированные шлицы подвергают механической обра-

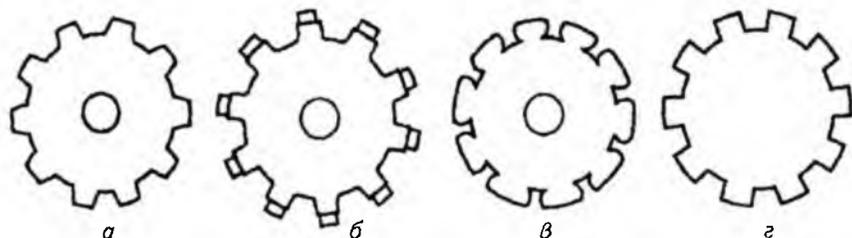


Рис. 4.3. Схемы сечений шлицевого вала:

а — изношенного; б — с присадочным материалом; в — после приварки; г — после обработки

ботке. Способ характеризуется высокой производительностью. Ресурс восстановленных валов не ниже ресурса новых.

Заменой шлицевой части иногда ремонтируют внутренние шлицы. Шлицевое отверстие растачивают так, чтобы его диаметр был больше диаметра впадин шлицев на 0,5...1,5 высоты шлица. Затем изготавливают шлицевую втулку и запрессовывают ее в расточное отверстие. Втулку дополнительно крепят штифтами или приваривают в нескольких местах.

Восстановление шеек валов и осей. Валы и оси автомобилей, тракторов и другой сельскохозяйственной техники имеют цилиндрические шейки под неподвижные (подшипники качения, шкивы и др.) и подвижные (сальники, шестерни и др.) соединения. Первые изнашиваются равномерно и незначительно (до 0,10...0,15 мм на диаметр), износ вторых может достигать нескольких миллиметров, он чаще неравномерный по диаметру, иногда даже односторонний. В зависимости от значения и характера износа шейки валов и осей восстанавливают следующими способами: обработкой под ремонтный размер; постановкой дополнительной ремонтной детали; пластическим деформированием; наплавкой; электроконтактной приваркой ленты; металлизацией; использованием гальванических покрытий и полимерных материалов.

Сущность этих способов описана в разделе 3. Рассмотрим лишь некоторые их особенности и характеристики применительно к восстановлению шеек валов и осей.

Обработку под ремонтный размер и постановку дополнительных ремонтных деталей (напрессовка втулок, колец) применяют тогда, когда это позволяет конструкция вала, а восстановить шейку до номинального размера невозможно или затруднительно.

Эффективный способ восстановления шеек под подшипники качения, особенно в условиях мастерских хозяйств, — электромеханическая высадка и сглаживание. Шейки пустотелых валов можно восстановить раздачей. Слабонагруженные шейки под подшипники качения, например якоря генератора, восстанавливают накаткой зубчатым роликом. Достоинства восстановления шеек пластическим деформированием: высокая производительность; простота и доступность; отсутствие расхода материалов; низкая себестоимость и др. Однако эти способы применимы при малых износах, в основном при восстановлении шеек под подшипники качения.

Широкое применение для восстановления шеек получили различные способы наплавки: вибродуговая, в среде защитных газов (CO_2 и др.), под флюсом, плазменная и др.

Наиболее эффективны наплавка в среде углекислого газа и плазменная наплавка, а для сильноизношенных шеек — наплавка под флюсом. Дуговые способы наплавки целесообразно применять при больших износах и тогда, когда требуется восстановление наплавкой не только шеек, но и других поверхностей (например, шлицев, резьбы и др.).

Рациональна и экономична электроконтактная приварка ленты, которую применяют для восстановления деталей с износом до 1,5 мм на диаметр. Перед приваркой шейку обязательно шлифуют до диаметра на 0,3 мм меньше номинального. Шероховатость поверхности должна быть $R_a = 1,25 \dots 0,63$ мкм. Длина заготовки ленты должна быть равна длине окружности шейки, зазор в стыке ленты — не более 0,5 мм. Ширина ленты должна быть равна ширине восстанавливаемой шейки.

Режим приварки ленты к шейкам диаметром 20...100 мм: скорость сварки 0,75...1,3 м/мин; подача сварочных электродов 5...6 мм/мин; усилие сжатия сварочных электродов 1...3 кН; сила тока 5...8 кА; продолжительность импульса сварки 0,06...0,08 с; продолжительность паузы 0,12...0,10 с; расход охлаждающей жидкости 1,0...1,6 л/мин.

Материал ленты зависит от требуемой твердости поверхности шейки. Обычно твердость по Роквеллу после наплавки примерно соответствует содержанию углерода в углеродистой стали ленты. Например, лента из стали 40 обеспечивает HRC 40...45, стали 55 — HRC 50...55. Легированная сталь обеспечивает большую твердость (сталь 40X — HRC 55...60).

После приварки деталь шлифуют.

По сравнению с другими способами наплавки для электроконтактной приварки характерны следующие преимущества: высокое качество без применения термической обработки; отсутствие вредного термического воздействия на деталь и ее деформации; возможность регулирования толщины покрытия и припуска на механическую обработку, в результате чего в 2...3 раза снижается расход наплавочных материалов и уменьшается трудоемкость.

Кроме того, электроконтактной приваркой можно упрочнять поверхности, армируя их порошками твердых сплавов, что особенно важно для валов, работающих в условиях абразивного изнашивания. В этом случае к поверхности ленты толщиной 0,3...0,4 мм приклеивают порошок грануляцией 0,25...0,40 мм, затем ее приваривают к шейке. Можно также упрочнить и восстановить поверхность шейки электроконтактным напеканием одного порошка.

При металлизации (напылении) можно регулировать толщину и свойства покрытий. Главный ее недостаток — не всегда достаточная сцепляемость покрытий. Для наибольшей сцепляемости применяют детонационную металлизацию. Иногда для получения хорошей сцепляемости напыленный на шейку слой оплавляют. С этой же целью часто используют двухслойное напыление: сначала напыляют подслоя биметаллическим порошком Ni + Al с экзотермическими свойствами, а затем напыляют основной слой. Прочность сцепления покрытия уменьшается с увеличением его толщины. Поэтому целесообразно применять напыление для восстановления деталей с износом до 0,4...0,6 мм. Кроме того, предназначенные для газотермического напыления порошковые материалы значительно

дороже электродных проволок, необходимых при наплавке, а коэффициент использования порошков невелик и снижается с уменьшением диаметра восстанавливаемой детали. Так, при напылении на валы диаметром 40...60 мм он составляет 0,55.

Гальванические покрытия целесообразно и эффективно применять при восстановлении и упрочнении малоизношенных шеек валов в условиях специализированных предприятий. Железнение рекомендуется использовать при износе шеек до 0,5...0,8 мм на диаметр, а хромирование — до 0,3 мм, требующих высокой твердости и износостойкости. Шейки крупных валов эффективно восстанавливать электроконтактным размерным железнением (электронатиранием). Гальванические покрытия обеспечивают наибольший коэффициент использования металла и минимальный объем механической обработки или вовсе исключают ее.

Достоинства восстановления полимерами шеек под подшипники (герметиками, анаэробными материалами, эпоксидными композициями и др.) — простота и доступность технологии, хорошее качество и низкая себестоимость. Наличие полимерной пленки между стальными поверхностями предотвращает фреттинг-коррозию — основной вид изнашивания неподвижных соединений.

Восстановление посадочных отверстий. Наиболее распространенный дефект корпусных деталей — износ поверхности отверстий под подшипники качения, стаканы подшипников и втулки. По данным ГосНИТИ, до 80 корпусных деталей требуют восстановления посадочных поверхностей под подшипники и стаканы подшипников. Износ этих поверхностей колеблется от сотых долей миллиметра до 1 мм. В зависимости от материала и конструкции детали, значения и характера износа поверхности отверстий восстанавливают следующими способами: обработкой под ремонтный размер; с использованием полимерных материалов; постановкой дополнительной ремонтной детали; наплавкой; электроконтактной приваркой ленты; металлизацией; посредством гальванических покрытий.

Обработку под ремонтный размер применяют при ослаблении посадки в корпусе различных втулок, штифтов.

Подробно применение полимерных материалов для восстановления посадочных поверхностей изложено в пункте 3.9. При восстановлении подшипниковых соединений полимерными материалами повышается не только их ресурс, но и износостойкость зубчатых колес и самих подшипников.

Постановка дополнительной детали — распространенный способ восстановления посадочных отверстий в корпусных деталях. При этом применяют различные варианты.

Часто корпус растачивают на глубину 3...6 мм, запрессовывают заранее изготовленное стальное кольцо и вновь растачивают под номинальный размер. Кольцо дополнительно стопорят винтами, сваркой, с помощью эпоксидного состава или другого клея. Этот способ в ремонтной практике называют кольцеванием или завтули-

ванием. Его существенные недостатки: при постановке толстостенных колец ослабляется сечение стенок, перемычек; требуется большой расход материала и объема механической обработки; необходимо применять дорогие горизонтально-расточные или другие станки для обеспечения необходимой точности обработанного отверстия и его координации по отношению к базовым поверхностям.

Для обеспечения необходимой точности восстановления отверстия без применения специального дорогостоящего оборудования отверстие в корпусе растачивают на любом станке или приспособлении без строгого соблюдения требований точности. На токарном станке изготавливают стальное кольцо, наружный диаметр которого несколько меньше диаметра расточного отверстия, а внутренний диаметр обработан под номинальный размер с соблюдением требуемой точности и шероховатости. Затем кольцо вклеивают в корпус по специальному кондуктору, обеспечивая тем самым правильное пространственное положение восстановленного отверстия. Чтобы обеспечить универсальность этого способа и применимость к различным корпусным деталям, кондукторы собирают по принципу универсально-сборных приспособлений из набора нормализованных и специальных элементов (по типу детского конструктора).

Изношенные посадочные отверстия восстанавливают установкой свертных втулок. Сущность способа состоит в следующем. Посадочное отверстие в корпусе растачивают с шероховатостью $R_z = 20 \dots 10$ мкм, снимают фаску $0,5 \times 45^\circ$, обезжиривают ацетоном и наносят на поверхность эпоксидный состав без наполнителя. Через 10 мин в отверстие с помощью специального приспособления запрессовывают обезжиренную втулку и раскатывают ее на радиально-сверлильном станке до номинального размера жестким регулируемым раскатником, настроенным на размер, больший среднего диаметра посадочного отверстия на $0,3 \dots 0,05$ мм. При диаметре отверстия более 150 мм для обеспечения нужной точности после раскатывания отверстие растачивают. Припуск на растачивание составляет $0,1 \dots 0,3$ мм.

Свертную втулку изготавливают из стальной ленты или листа (сталь 30...45) толщиной $0,8 \dots 1,7$ мм путем гибки в трехвалковом гибочном приспособлении. Длина заготовки ленты для изготовления втулки, мм,

$$L = \pi (D - \lambda + \delta) + \Delta L, \quad (4.3)$$

где D — диаметр расточенного отверстия, мм; λ — номинальная толщина ленты, мм; δ — допуск на толщину ленты, мм; ΔL — допуск на длину заготовки, мм.

Для ленты толщиной $0,70 \dots 0,95$ мм $\delta = 0,07$ мм, толщиной $0,95 \dots 1,3$ — $0,09$, толщиной $1,30 \dots 1,70$ мм — $0,11$ мм. Для диаметров $30 \dots 180$ мм $\Delta L = 0,10 \dots 0,15$ мм. Для получения необходимой длины ленты пакет заготовок ($30 \dots 50$ шт.) обрабатывают на фрезерном станке. Ширину ленты принимают меньше ширины посадочного отверстия на $0,5 \dots 1,0$ мм, так как при раскатке длина втулки увеличивается.

Диаметр отверстия для установки втулки без последующего растачивания, мм,

$$D = D_1 + 2\lambda - \epsilon, \quad (4.4)$$

где D_1 — номинальный диаметр восстанавливаемого отверстия, мм; ϵ — гарантированный натяг, мм ($\epsilon = 0,3$ мм).

Если после раскатывания отверстие растачивают, то диаметр уменьшают на значение припуска на растачивание.

Свертные втулки можно устанавливать в отверстие корпуса и без клея. В этом случае на поверхности отверстия после расточки и шероховатостью $R_a = 2,50 \dots 1,25$ мкм нарезают винтовую канавку треугольного профиля ($70 \dots 80^\circ$) глубиной $0,35 \dots 0,45$ мм с шагом $3 \dots 5$ мм. При последующем раскатывании жестким раскатником металл втулки затекает в эту канавку. Этим обеспечивается необходимая прочность посадки. При повторном ремонте изношенную свертную втулку заменяют новой. Данный способ по сравнению с другими имеет ряд преимуществ: высокая производительность и износостойкость; применение дешевых и доступных материалов с коэффициентом их использования, близким к единице; возможность многократного восстановления; невысокие требования к подготовке поверхности для установки кольца и др. Недостаток способа — требуются специальные раскатники.

Наплавку посадочных отверстий в корпусных деталях применяют редко, так как их обычно изготавливают из трудносвариваемых материалов. Иногда используют так называемую микронаплавку вращающимся медным диском или пучком медных проволок, наплавку латунным электродом.

Электроконтактная приварка стальной ленты к чугунным деталям имеет некоторые особенности. В результате насыщения ленты углеродом чугуна после приварки твердость поверхности различная: в сварочных точках она гораздо выше, чем в соседних местах. Во избежание этого берут малоуглеродистую ленту толщиной 1 мм, приваривают по винтовой линии без перекрытия швов. Несмотря на это, обработка таких отверстий обычным лезвийным инструментом затруднена. Растачивают резцами с пластинками из гексанитра Р или шлифуют кругами из белого электрокорунда.

Металлизация не оказывает термического воздействия на деталь. Вот почему она получает все большее распространение при восстановлении посадочных отверстий в корпусных деталях.

Некоторые предприятия для восстановления посадочных отверстий применяют железные, цинковые и железоцинковые гальванические покрытия. Их рекомендуется использовать при небольших износах (до $0,3 \dots 0,4$ мм на диаметр). Во многих случаях наносят размерные покрытия, не применяя механической обработки до и после наращивания. Цинковые и железоцинковые покрытия мягкие, пластичные. Поэтому подшипник легко запрессовывают даже при несоблюдении заданного диаметра отверстия. Покрытия наносят

проточным, местным и электроконтактным (электронатирием) способами (см. п. 3.7).

Устранение трещин и пробоин. Трещины и пробоины — распространенный дефект корпусных деталей. Их устраняют постановкой фигурных вставок, сваркой, посредством полимерных материалов, постановкой накладок, штифтованием, клеесварным способом.

Технология устранения трещин большинством из указанных способов изложена в третьем разделе.

Сущность способа устранения трещин постановкой фигурных вставок заключается в стягивании трещины путем запрессовки вставки в предварительно подготовленный в детали паз (рис. 4.4).

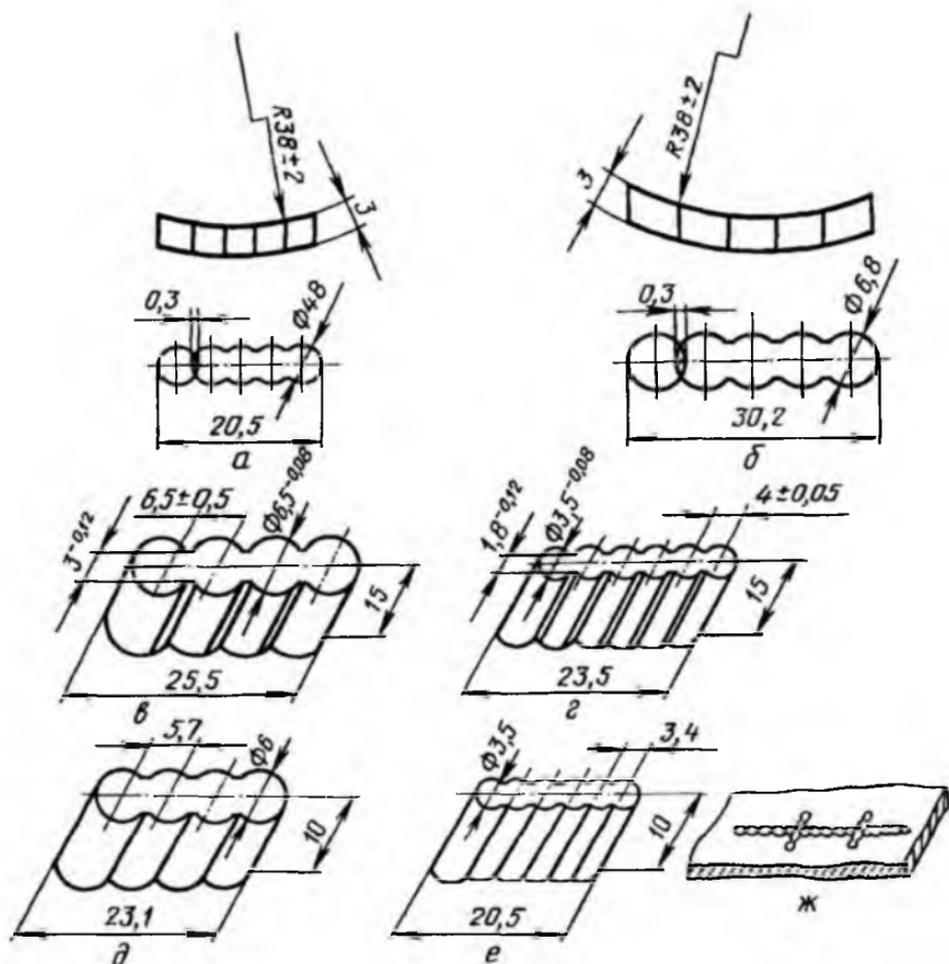


Рис. 4.4. Схемы:

а и б — уплотняющих вставок; *в...е* — стягивающих вставок; *ж* — отверстий под вставки

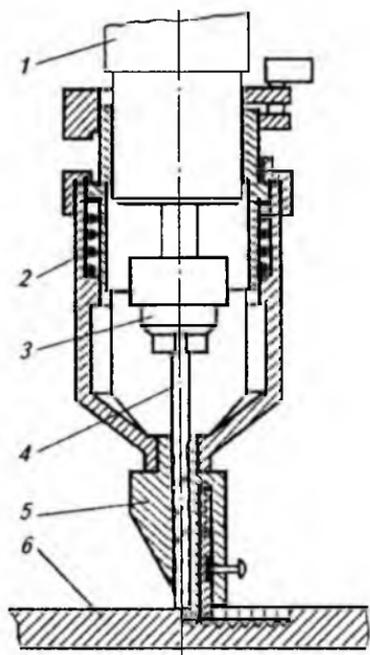


Рис. 4.5. Схема сверления отверстий по кондуктору:

1 — шпindelь; 2 — приспособление для сверления; 3 — патрон; 4 — сверло; 5 — кондуктор приспособления; 6 — деталь

Вставки изготавливают прокаткой из малоуглеродистой стали. Трещины длиной до 50 мм (в перемычках между гильзами цилиндров, клапанными гнездами и т.д.) устраняют только стягивающими фигурными вставками, а более 50 мм — стягивающими и уплотняющими вставками.

Технология заделки трещин фигурными вставками заключается в следующем. Отступив от конца трещины в сторону ее продолжения на 4...5 мм, сверлят первое отверстие диаметром 4,8 мм для деталей с толщиной стенки до 12 мм и диаметром 6,8 мм — больше 12 мм на глубину соответственно 3,5 и 6,5 мм. В просверленное отверстие устанавливают фиксатор специального кондуктора (рис. 4.5) и сверлят второе отверстие. Затем, переставляя фиксатор кондуктора, сверлят необходимое число отверстий по всей трещине. Кроме того, поперек трещины через каждые пять отверстий сверлят по два отверстия с каждой стороны трещины. Продувают отверстия сжатым воздухом. Поверхности отверстий и вставок обезжиривают ацетоном и смазывают эпоксидным компаундом. Устанавливают в паз сначала поперечные, а затем продольные вставки, расклепывают их и зачищают заподлицо с поверхностью детали.

Аналогично устраняют короткие трещины стягивающими вставками. Поперек трещины с помощью специального кондуктора сверлят шесть отверстий (по три с каждой стороны трещины) диаметром 3,5 мм с шагом 4,2 мм на глубину 10 мм. Перемычку между отверстиями удаляют специальным пробойником, создавая канавку шириной 1,8 мм. Паз продувают воздухом. Поверхности паза и вставки обезжиривают, смазывают эпоксидным компаундом, запрессовывают вставку в паз, расклепывают ее и зачищают. Трещина стягивается за счет разности шага (0,2 мм) между отверстиями паза и цилиндрами вставки.

Выпускают переносной комплект ОР-11362, в состав которого входят фигурные вставки, необходимая технологическая оснастка и инструмент. Данный способ отличается низкой трудоемкостью, простотой и доступностью в условиях любого ремонтного предприятия и мастерской хозяйства.

Разновидности холодной сварки чугунных деталей — пайко-сварка, сварка косвенной дугой, полуавтоматическая сварка порошковой проволокой ПАНЧ-11 и ПАНЧ-12, а также клеесварной способ.

Пайкосварку выполняют при температуре 700...750 °С, что исключает отбел чугуна и появление вторичных трещин. Пайкосварку выполняют латунными припоями ЛОК59-1-03, ЛОМНА-49-1-10-02 и ЛК-62-05 с применением специальных поверхностно-активных флюсов ПСН-1 и ФПСН-2. Флюсы обеспечивают высокую смачиваемость чугуна припоем.

При этом медь проникает в поры чугуна на глубину до 0,5 мм, обеспечивая тем самым высокую прочность соединения (свыше 200 МПа). Можно применять также медно-цинковые припои типа ПМЦ, но они дают значительно меньшую прочность соединения. Применяют также флюсы ФНЧ-1, ФНЧ-2, АН-ШТ-1, АН-ШТ-2 и др.

Клеесварной способ заделки трещин применяют в двух вариантах. В первом варианте трещину подготавливают к сварке и заваривают. Затем сварной шов и околошовную поверхность шириной 40...50 мм по обе стороны очищают от шлака, брызг, зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном и наносят тонкий слой состава на основе эпоксидной смолы с наполнителем. После отверждения проверяют герметичность заделки трещин. За счет полимерного состава кроме герметизации повышается усталостная прочность шва и возможна его защита от коррозии.

Разработан новый вариант клеесварного способа заделки трещин в чугунных деталях, основанный на использовании двух разнородных технологических процессов: контактной точечной сварки и склеивания. При этом способе поверхность вокруг трещин на 40...45 мм зачищают шлифовальным кругом или металлической щеткой на глубину 0,3...0,6 мм, концы трещины засверливают сверлом диаметром 2...4 мм. Поверхность обдувают сжатым воздухом, обезжиривают ацетоном и наносят на нее тонкий (0,3...0,6 мм) слой клеевой композиции. Затем на клеевой слой накладывают заранее изготовленную и обезжиренную стальную накладку и приваривают ее контактным точечным способом (рис. 4.6), в результате чего образуется клеесварное соединение.

Накладку изготавливают из малоуглеродистой стали (сталь 10 или 20) с таким расчетом, чтобы она перекрыла трещину на 15...20 мм по длине и на 30...40 мм по ширине. Толщину наклейки выбирают в зависимости от марки чугуна и толщины стенки детали, исходя из условия обеспечения равнопрочности соединения и основного металла; обычно она равна 0,6...2,0 мм при толщине стенок 5...20 мм.

В качестве клея используют специальные композиции на основе эпоксидной смолы, например: смола ЭД-20 — 100 частей; полиэтиленполиамин — 12; растворитель тиokol — 20; пластификатор винилокс — 20; чугунный порошок — 50 частей. Существующие клеевые

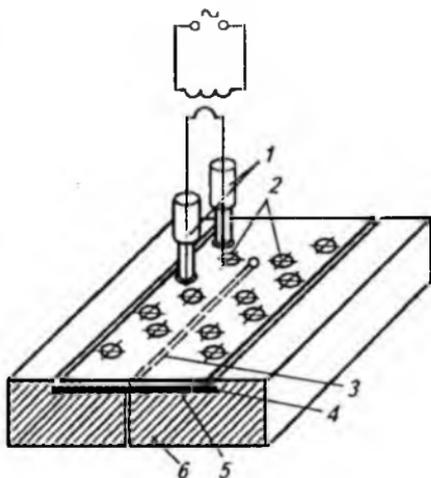


Рис. 4.6. Схема заделки трещин с помощью клея:

1 — сварочные клещи; 2 — сварочные точки; 3 — трещина; 4 — стальная накладка; 5 — клеевая прослойка; 6 — деталь

композиции, применяемые для заделки трещин, непригодны для приварки стальной накладки к чугуну по жидкому слою.

Сварной шов делают не сплошным, а сварочными точками, расположенными в шахматном порядке по два ряда по обе стороны трещины. Расстояние между рядами 20...25 мм, шаг между точками 25...35 мм. Режим сварки зависит от толщины накладки. При толщине 1 мм сила тока сварки

10,5...11,0 кА; усилие сжатия электродов 2,3...2,8 кН; длительность сварочного импульса 0,25...0,30 с; длительность сжатия электродов 0,72...0,76 с; сила тока отжига — 8,9...9,0 кА; длительность отжига 0,45...0,48 с. Для приварки накладок используют сварочную машину К-264-УЗ и сварочные клещи К-243В. Диаметр электродов равен 5...6 мм. При сварке точками можно формировать соединение без значительного термического влияния на металл детали.

Клеевая прослойка воспринимает часть нагрузки, приложенной к соединению, разгружая сварочные точки, и обеспечивает герметичность соединения. Все это приводит к высокой прочности соединения. По сравнению с дуговой или газовой сваркой рассмотренный способ улучшает условия труда и в 2...3 раза повышает его производительность, обеспечивает возможность заделки трещин как в тонкостенных, так и в толстостенных деталях без разделки трещин. Трудоемкость восстановления деталей уменьшается более чем в 5 раз по сравнению с креплением стальной накладки болтами или винтами, себестоимость заделки трещин в 4,7 раза меньше, чем при сварке проволокой ПАНЧ-11.

4.2. РЕМОНТ ТИПОВЫХ АГРЕГАТОВ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

4.2.1. ДВИГАТЕЛИ

Восстановление блоков цилиндров. Блоки цилиндров относят к группе поршневых деталей. Это крупногабаритные детали сложной конфигурации, наиболее дорогостоящие и металлоемкие. Их изготавливают методом литья из серого, ковкого или модифицированного чугуна, алюминиевых и других сплавов.

Вид А
(повернуто на 90°)

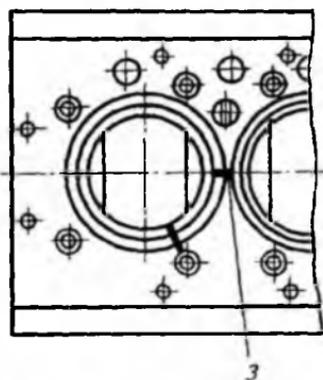
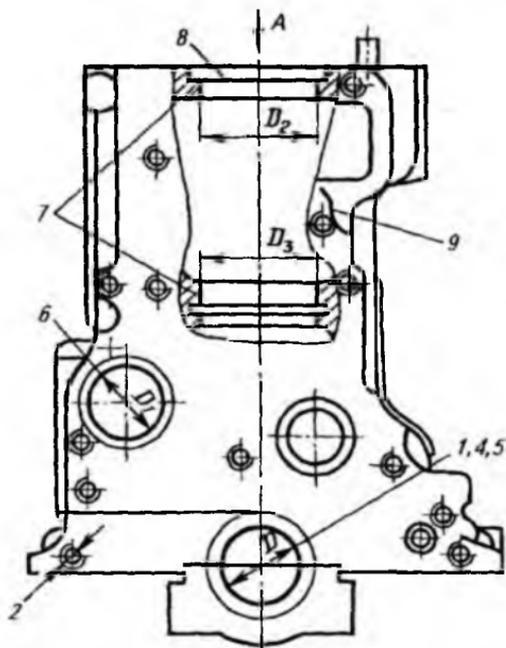


Рис. 4.7. Схема блока цилиндров двигателя Д-240:

1...9 — дефекты блока (см. табл. 4.1)



Корпусные детали образуют жесткие каркасы, внутри и снаружи которых в заданном положении фиксируют другие детали и сборочные единицы. Основные (базовые) поверхности у корпусных деталей — привалочные плоскости и отверстия под подшипники и другие детали, которые обрабатывают с высокой точностью. Состояние корпусных деталей, особенно их базовых поверхностей, во многом определяет безотказность и долговечность отремонтированных агрегатов и машины в целом. Установлено, что ресурс агрегатов, при ремонте которых все детали были заменены новыми, а корпусные детали не заменялись и не восстанавливались, составляет всего 30...40 % ресурса новых агрегатов. Поэтому при ремонте машин восстановлению корпусных деталей уделяют первоочередное внимание. Их ремонтируют неоднократно, так как они служат до списания машины.

Дефекты блоков цилиндров (рис. 4.7), коэффициенты их повторяемости и основные способы устранения приведены в таблице 4.1.

При восстановлении большинства деталей, как правило, применяют маршрутную технологию. Схема маршрутов технологического процесса восстановления блоков цилиндров приведена на рисунке 4.8. Основной I маршрут показан на схеме сплошной линией, маршруты II и III — пунктирными линиями.

Методы устранения трещин и пробоин описаны ранее. Один из

4.1. Дефекты блоков цилиндров, коэффициенты их повторяемости и основные способы устранения дефектов

Позиция на рисунке 4.7	Дефект	Коэффициент повторяемости дефекта	Способ устранения дефекта
1	Повреждение гнезда крестового подшипника	0,04...0,05	Растачивание дефектного гнезда, наплавка и обработка до номинального размера
2	Повреждение резьбы шпилек и резьбовых отверстий, обрыв шпилек	0,30...0,45	Замена шпилек. Установка резьбовых спиральных вставок
3	Трещина на перемычке между посадочными местами под гильзы цилиндров	0,07	Заварка трещины, заделка трещины фигурными вставками
4	Износ, овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников	0,15...0,25	Растачивание отверстий под вкладыши увеличенного размера Растачивание отверстий под вкладыши до номинального размера с переносом оси в глубь блока Электроконтактная приварка стальной ленты с последующим растачиванием до номинального размера Нанесение полимерных материалов с последующим формованием
5	Несоосность опор под вкладыши коренных подшипников при отсутствии других дефектов	0,18...0,25	Растачивание коренных вкладышей в опорах блока
6	Износ внутренней поверхности втулки распределительного вала	0,07...0,13	Замена втулки
7	Овальность посадочных мест под гильзы цилиндров	0,35	Развертывание одновременно обоих посадочных мест под гильзы цилиндров
8	Износ, забоины на торцовой поверхности гнезда блока цилиндров под бурт гильзы	0,3...0,45	Механическая обработка опорной поверхности, установка кольца
9	Трещины, пробоины на стенках водяной рубашки	0,04...0,06	Заварка трещин и пробоин с последующей герметизацией эпоксидным составом

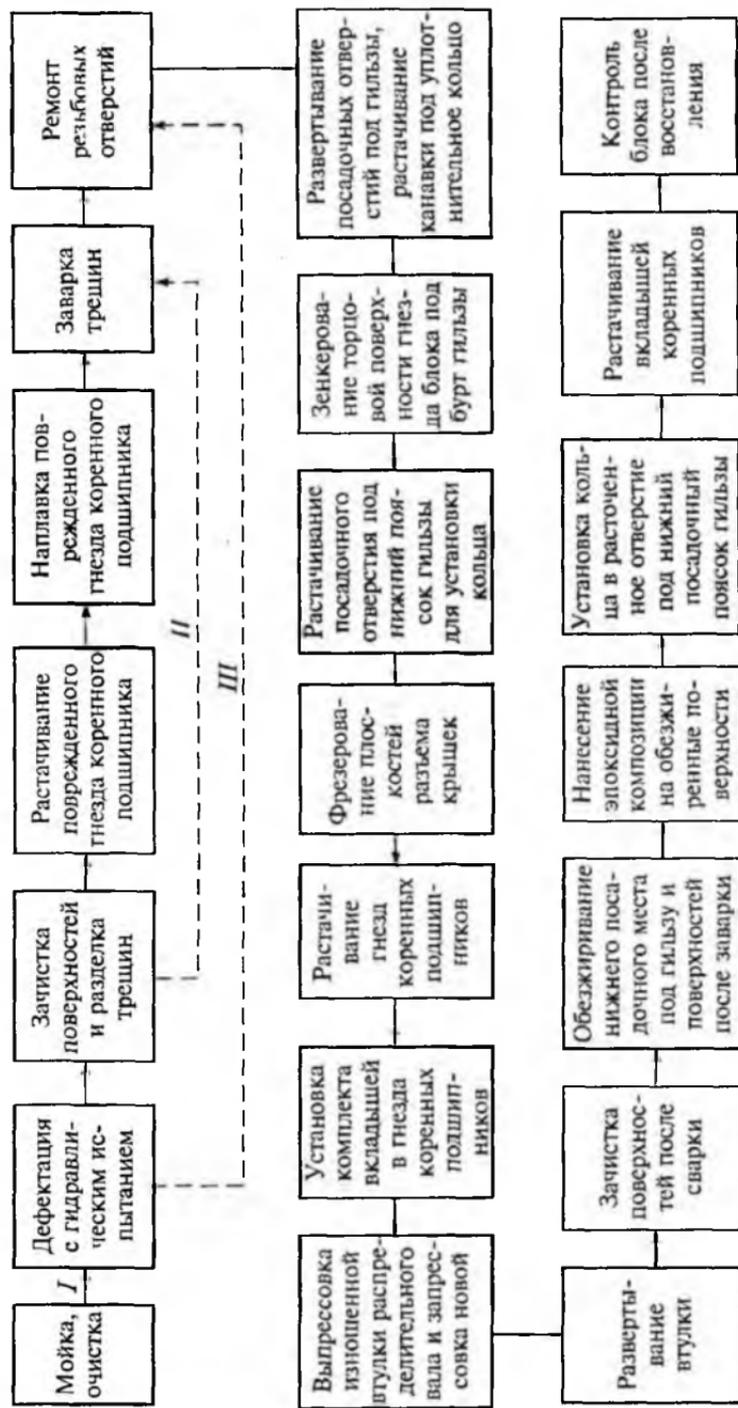


Рис. 4.8. Схема маршрутов технологического процесса восстановления блока цилиндров

основных дефектов блоков цилиндров — износ гнезд коренных подшипников. Наиболее простой способ их восстановления — растачивание под ремонтный размер вкладышей на станках типа РД. Овальность и конусность коренных опор не должны превышать 0,02 мм, а шероховатость поверхностей — не более $R_a = 1,25 \dots 0,63$ мкм.

При отсутствии вкладышей ремонтного размера по наружному диаметру часто гнезда восстанавливают фрезерованием плоскостей разъема крышек коренных подшипников на 0,3...0,4 мм и последующим растачиванием отверстий до номинального размера. При этом ось коленчатого вала перемещается в глубь блока при условии сохранения допустимого расстояния от нее до верхней плоскости блока цилиндров. В противном случае чрезмерно изменится степень сжатия, а у дизелей возможно столкновение клапанов с днищем поршня.

При наличии повреждений отдельных гнезд коренных подшипников ремонтируют только их. В этом случае чаще всего применяют наплавку латунию Л-63.

При невозможности использования описанных ранее способов гнезда под вкладыши восстанавливают наплавкой, электроконтактной приваркой стальных полуколец, нанесением полимерных композиций, металлизацией, проточным железнением и др.

Перед дуговой или газовой наплавкой гнезда растачивают на увеличенный диаметр (0,3...0,4 мм). Однако трудности при наплавке чугунных изделий ограничивают применение этого способа. Вот почему иногда применяют наплавку латунию или пучком медных вращающихся электродов.

Разработана технология восстановления гнезд под коренные вкладыши электроконтактной приваркой полуколец из стали 20 или 10 с последующей расточкой. Гнезда растачивают до диаметра, превышающего на 1 мм номинальный. Из стальной ленты толщиной 1 мм изготавливают две заготовки шириной, равной ширине гнезда, и длиной $L = (\pi D - 0,5)/2$, где D — диаметр расточенного гнезда, и вставляют их в гнездо. Затем заготовки приваривают при силе тока 6,5...8,5 кА, длительности импульса 0,14...0,24 с и паузы 0,04...0,10 с. Черновое растачивание выполняют резцами с пластинками ВК-4, а получистовое и чистовое — резцами с пластинками из эльбора-Р или гексаниа-Р.

Гнезда под вкладыши восстанавливают газопламенной или плазменной металлизацией. Перед нанесением покрытий их нагревают газовой горелкой ГАЛ-2-68 до температуры 280...300 °С, а затем с помощью этой же горелки наносят на поверхность самофлюсующийся порошок НПЧ-2. Затем гнезда растачивают.

Плазменная металлизация более эффективна и обеспечивает более высокие свойства покрытий. Износостойкость гнезд под подшипники в этом случае повышается в 3...4 раза.

Некоторые предприятия применяют проточное и электроконтактное железнение гнезд под коренные подшипники, которые не

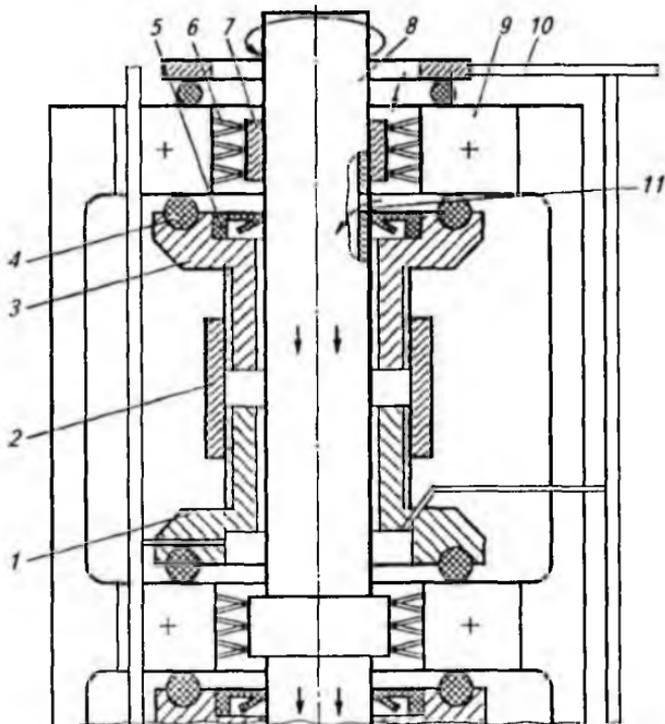


Рис. 4.9. Схема анодного устройства для восстановления гнезд под подшипники электроконтактным способом:

1 и 3 — втулки подшипника; 2 — гайка; 4 — уплотнительное кольцо; 5 — сальник; 6 — тампон; 7 — анод; 8 — полый вал; 9 — блок цилиндров; 10 — резиновая трубка; 11 — электролит

оказывают термического воздействия на основной металл детали и обеспечивают высокую производительность и износостойкость.

Для проточного электроконтактного осаждения сплава железо—цинк разработано анодное устройство (рис. 4.9), при котором в гнездах опор коренных подшипников создаются микрованны с вращающимся анодом — тампоном. Они состоят из полого вала 8, анода 7, тампона 6 и подшипника-уплотнителя. Последний выполнен из двух втулок 1 и 3, соединенных гайкой 2. Втулки имеют уплотнительные кольца 4 и самоподжимные сальники 5. Для поддержания уровня электролита в микрованне у нижних втулок сделано два отверстия: одно — для подвода раствора из верхнего бака, второе — для сброса в нижний бак в случае переполнения.

Аноды 7 выполнены в виде колец из алюминиевого сплава, установленных неподвижно на вал. На аноде закреплен тампон 6 в виде круглой щетки из капроновых нитей. Для сброса электролита в полый вал просверлено отверстие диаметром 4 мм, что определяет расход электролита через ванну.

В опоры подготовленного блока цилиндров анодное устройство устанавливают подобно коленчатому валу. После установки колец вал соединяют муфтой с редуктором привода и электрической шиной с токосъемником. Осаждение покрытия проводят так: включают привод вала, подают электролит и регулируют его расход через ванну. Затем включают ток и ведут электролиз в течение заданного времени.

Для обеспечения протока растворов в микрованнах баки устанавливают на двух уровнях: выше и ниже детали. На каждом уровне расположены баки для воды, электролита и раствора для нейтрализации. Из верхних баков растворы к микрованнам подают по резиновым трубкам 10. Растворы из нижних баков в верхние перекачивают с помощью насосов.

Однако технология восстановления деталей гальваническими покрытиями сложна и экологически небезвредна. Более просто восстанавливать гнезда блоков под вкладыши полимерными материалами (см. п. 3.9).

При несоосности опор коренных подшипников более допустимого значения, но не более 0,07 мм для двигателей СМД-14 и Д-240 вкладыши (новые или бывшие в эксплуатации) устанавливают в опоры и растачивают по антифрикционному слою под необходимый размер шеек коленчатого вала. Толщина этого слоя должна быть не менее 0,3 мм.

Изношенные отверстия под втулки распределительного вала растачивают под увеличенный ремонтный размер и запрессовывают новые втулки. На нижних посадочных поясках под гильзы цилиндров часто бывают кавитационные раковины. При их глубине до 1,5 мм в поясках протачивают новую канавку выше или ниже первоначальной под стандартное уплотнительное кольцо. При износе посадочных отверстий под нижний поясок гильзы и наличии кавитационных раковин глубиной более 2 мм отверстие растачивают и запрессовывают в него стальное кольцо с готовой канавкой под уплотнительное кольцо. Поясок в блоке растачивают так, чтобы в нем осталась перемычка шириной 5 мм для упора в нее запрессовываемого металлического кольца. Перед запрессовкой кольцо и поверхность гнезда обезжиривают ацетоном и наносят на кольцо тонкий слой эпоксидного состава А.

При неравномерном износе торцевой поверхности гнезда под бурт гильзы более 0,05 мм его зенкуют или растачивают, а под бурт гильзы при сборке устанавливают металлическое кольцо нужной толщины.

Ремонт цилиндропоршневой группы. На рисунке 4.10 приведена схема сил, действующих на первое поршневое кольцо. С помощью этой схемы можно представить механизм изнашивания таких важных соединений, как кольцо — цилиндр и поршневое кольцо — канавка поршня.

На верхний торец поршневого кольца действует давление газов

p_n , немногим отличающееся от давления в камере сгорания двигателя, прижимающее его к нижнему торцу поршневой канавки. Снизу на кольцо воздействует давление газов p_1 , прошедших через зазоры между кольцом или гильзой, кольцом или нижним торцом канавки. Это давление газов изменяется по ширине кольца и стремится оторвать его от плоскости соединения с канавкой. Однако давление газов на нижний торец значительно меньше, чем на верхний, из-за его дросселирования в зазорах. В результате кольцо прижимается к нижнему торцу канавки разностью давлений, действующих на его верхний и нижний торцы. Помимо давления газов на кольцо действует сила инерции p_i . К зеркалу цилиндра кольцо прижимается силой, величина которой пропорциональна разности давлений газа в заколочном пространстве (p_n) и на поверхности соединений с цилиндром. Давление газов на рабочую поверхность кольца (p_1 и p_2) меньше, чем с внутренней стороны, что объясняется дросселированием газа.

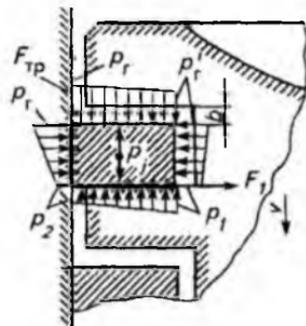


Рис. 4.10. Схема сил, действующих на поршневое кольцо

Между кольцом и поверхностью цилиндра возникает сила трения ($F_{тр}$), значение которой пропорционально давлению кольца на поверхность цилиндра, возникающего в результате действия давления газов и силы упругости кольца. Эта переменная по величине сила направлена в сторону, противоположную движению поршня. Работа сил трения вызывает износ цилиндра и рабочей поверхности кольца. На работу сил трения влияют: соотношение физико-механических свойств материалов кольца и цилиндра; состояние смазки и наличие в ней абразива; температура соединяемых деталей.

Работа сил трения нижних колец всегда меньше, чем первого, что объясняется, с одной стороны, лучшими условиями смазки, а с другой — более низким давлением газов в лабиринтном уплотнении.

Вблизи верхней мертвой точки (в.м.т.), на тактах сжатия и рабочего хода, происходит интенсивное изнашивание цилиндра, усугубляющееся действием высокой температуры газа, которая приводит к выгоранию смазочного материала на поверхности цилиндра. По мере движения поршня вниз работа сил трения колец в соединении уменьшается. Кольца заходят в зону цилиндра, где всегда имеется масло на поверхности, интенсивность изнашивания цилиндра по высоте уменьшается. Эпюра износа цилиндра (рис. 4.11) имеет форму конуса, большее основание которого расположено вблизи верхней мертвой точки.

В плоскости качания шатуна износ цилиндра несколько больше из-за действия нормальной силы. Участок цилиндра, расположенный напротив огневого пояса поршня, при положении его у в.м.т.

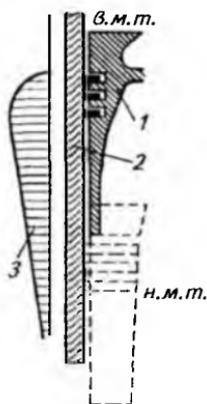


Рис. 4.11. Характер износа цилиндра по высоте:

1 — поршень; 2 — цилиндр; 3 — эпюра износа

изнашивается. Интенсивность изнашивания цилиндров помимо перечисленных факторов в значительной мере определяется условиями эксплуатации двигателя и совершенством его технического обслуживания.

Неравномерный износ цилиндра по высоте приводит к радиальным перемещениям кольца в канавке. В результате перемещений кольца и действия нормального усилия, прижимающего его к нижнему торцу канавки, между ними возникает сила трения F_1 (см. рис. 4.10). Работа силы

трения вызывает износ первого поршневого кольца и канавки поршня, который принято оценивать по увеличению торцового зазора b . Чрезмерный износ этих деталей приводит к тому, что дросселирующее действие кольца ослабевает. Газы свободно проходят в картер, что ускоряет старение масла и изнашивание деталей цилиндропоршневой группы двигателя.

Проворачивание кольца в канавке объясняется деформацией коленчатого вала в период сгорания топлива. Деформация вала во время опрокидывания поршня (смены стороны прилегания) способствует тому, что ось поршня перемещается из точки a в точку c не по прямой $a-c$, а по дуге $a-b-c$ (рис. 4.12), вызывая перекатывание поршня в цилиндре. Характер движения поршня при его опрокидывании определяется не только деформацией коленчатого вала, но и другими причинами: неточностью углового положения шеек коленчатого вала, неравномерным износом цилиндра, несимметричностью распределения давления кольца на поверхность цилиндра, неправильным взаимным расположением осей поршня и цилиндра и т.д.

«Перекатывание» поршня и трение колец о стенку цилиндра вызывает медленное проворачивание колец в канавках. Когда коленчатый вал достаточно жесткий и отсутствуют технологические неточности изготовления и монтажа деталей, ось поршня перемещается из точки a в точку c , минуя точку b , и кольца не проворачиваются. Проворачивание кольца способствует изнашиванию его и канавки.

Температура оказывает существенное влияние на твердость материала поршня и физико-химические процессы, происходящие в масле. Если в масле имеется абразив, то он вместе с твердыми продуктами

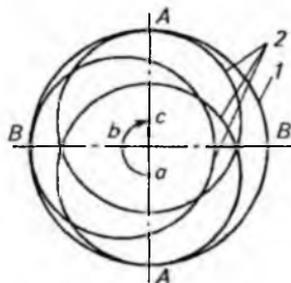


Рис. 4.12. Схема движения кольца в поршневой канавке:

1 — цилиндр; 2 — поршень

сторевшего масла шаржирует поверхность канавки. Этот процесс происходит тем интенсивнее, чем выше температура поршня и ниже твердость материала. Если температура поршня в зоне первого кольца находится в пределах 220...250 °С, то твердость алюминиевого сплава уменьшается на 35...40 % исходной величины. Движение кольца по шаржированной поверхности канавки вызывает его интенсивное изнашивание. В поршнях из алюминиевых сплавов кольцо изнашивается больше, чем канавка. Около 70...80 % суммарного износа соединения приходится на кольцо.

Износ соединения бобышка поршня — поршневой палец происходит в основном за счет износа отверстия, на долю которого приходится 70...80 % суммарного износа соединения. Температура поршней в зоне бобышек относительно невелика, а твердость материала близка к исходной. Шаржирование поверхности отверстий абразивными частицами практически не наблюдается. Отверстия изнашиваются в результате высоких контактных напряжений в соединении и проворачивания пальца в отверстиях. Наибольший износ поршневого пальца наблюдается в месте соединения его с втулкой верхней головки шатуна.

На износ деталей цилиндропоршневой группы существенное влияние оказывает взаимное расположение деталей кривошипно-шатунного механизма. Непараллельность осей шатунных шеек относительно коренных, перпендикулярность оси цилиндра к оси коленчатого вала, неточность взаимного расположения осей верхней и нижней головок шатуна приводят к перекосу поршня в цилиндре, что ухудшает приработку поршней, колец, шатунных и коренных вкладышей коленчатого вала. При перекосе ухудшается контакт колец с цилиндром, повышается расход масла на угар, происходят быстрое его старение и засорение продуктами сгорания топлива. Динамические усилия в цилиндропоршневой группе при «перекладках» поршня в значительной мере зависят от начального установочного зазора в соединении поршень — цилиндр. Зазор оказывает существенное влияние на перекося поршня. Такой перекося не может быть больше радиального зазора в соединении поршень — цилиндр при рабочей температуре этих деталей.

Минимальный радиальный зазор в соединении поршень — цилиндр наблюдается в верхней части юбки поршня при положении его в нижней мертвой точки (н.м.т.). Значение этого зазора определяется суммарным воздействием на поршень тепловой и механической нагрузок.

Значительные перекося могут приводить к схватыванию материалов соединенных деталей, неравномерному износу шатунных подшипников двигателя.

У гильз цилиндров кроме износа их внутренней поверхности встречаются следующие дефекты: износы нижней поверхности опорного бурта и посадочных поясков; кавитационные разрушения наружной поверхности; отложение накипи.

Износ, овальность и конусность рабочей поверхности контролируют индикаторным нутромером НИ-100-160. Износ опорного бурта (измерение высоты) устанавливают микрометром. Он составляет 0,08...0,10 мм.

Износ посадочных поясков определяют измерением их диаметра и овальности с помощью приспособления КИ-3343 ГОСНИТИ, биение опорного торца бурта и посадочных поясков относительно внутренней поверхности гильзы — приспособлением КИ-3340 ГОСНИТИ.

Вначале устраняют дефекты наружной поверхности. Кавитационные повреждения чаще всего устраняют нанесением на предварительно подготовленную и подогретую до температуры 60 °С поверхность композиции на основе эпоксидной смолы. Разработан более простой метод электроконтактной приварки стальной пластины. Пластина из стали 10 или 20 толщиной 0,3 мм должна на 5...10 мм перекрывать поврежденный участок.

Посадочные верхний и нижний пояски восстанавливают электроконтактной приваркой ленты, металлизацией, нанесением полимерных материалов, гальваническим железнением, электроконтактным нанесением (электронатирием) железозинкового сплава.

Изношенный торец опорного бурта подрезают до выведения следов износа перед последней операцией хонингования.

Основной способ восстановления внутренней поверхности гильзы — обработка под ремонтный размер. Гильзы карбюраторных двигателей типа ЗМЗ имеют три ремонтных размера, а типа ЗИЛ — два через 0,5 мм. Гильзы дизелей имеют один ремонтный размер, увеличенный на 0,5 или 0,7 мм. Схема маршрутов восстановления гильз методом ремонтных размеров представлена на рисунке 4.13.

Обычно гильзы растачивают и подвергают двух- или трехкратному хонингованию. Растачивают гильзы на станках модели 278 или 278Н за один проход резцами с пластинками из сплавов ВК2 или ВК3. Гильзу устанавливают в приспособление (рис. 4.14), размещенное на столе станка. Базовыми поверхностями при расточке служат посадочные пояски и торец опорного бурта. По неизношенному пояску в верхней части гильзы с помощью индикаторного приспособления или шариковой оправки совмещают оси шпинделя и гильзы. Следует иметь в виду, что смещение оси гильзы из-за неправильного центрирования при последующем хонинговании исправить невозможно. Поэтому допускается разностенность гильзы не более 0,1 мм. После центрирования приспособление закрепляют на столе станка. Затем с помощью микрометра устанавливают вылет резца, мм, на необходимый размер (рис. 4.15)

$$H_p = (D_{\text{н}} + d_{\text{ш}})/2 - a, \quad (4.5)$$

где $D_{\text{н}}$ — ремонтный размер гильзы, мм; $d_{\text{ш}}$ — диаметр шпинделя станка, мм; a — припуск на хонингование (на диаметр), мм.



Рис. 4.13. Схема маршрутов (I...III) технологического процесса восстановления гильз цилиндров

Так как верхняя (10...15 мм) и нижняя (30 мм) части гильзы не закалены, а износ зеркала неравномерный, то при расточке сила резания резко изменяется и отжим резца по длине гильзы неодинаковый. Кроме того, стойкость указанных резцов низкая, и до переточки удается расточить 5...7 гильз. Поэтому овальность и конусность расточенных гильз составляют 0,08...0,10 мм, а разница диаметров закаленного и незакаленного участков достигает 0,15...0,20 мм. Все это приводит к повышению до 0,1...0,2 мм припуска на хонингование, в результате которого трудоемкость резко возрастает, а производительность составляет всего 15...16 гильз в смену.

С целью повышения качества и производительности эффективно применение для расточки гильз резцов, оснащенных вставками из сверхтвердых

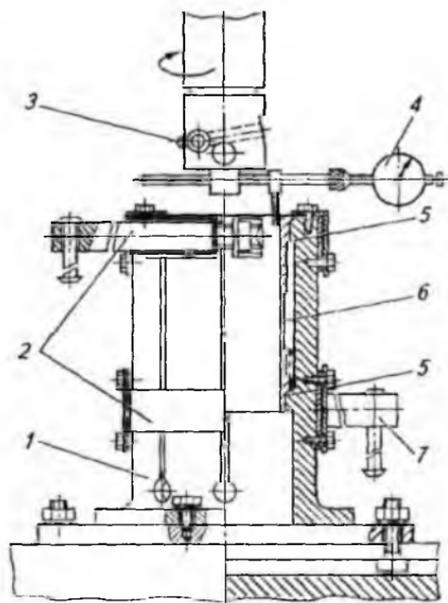


Рис. 4.14. Схема приспособления для крепления гильз при растачивании:

1 — корпус; 2 — нижний и верхний зажимы; 3 — резец; 4 — индикаторное приспособление; 5 — верхний и нижний посадочные пояски приспособления; 6 — гильза; 7 — стяжной винт с рукояткой

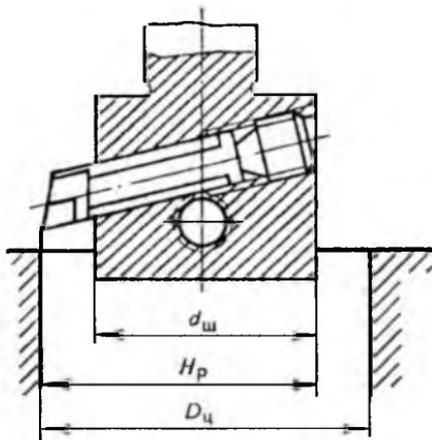


Рис. 4.15. Схема установки реза на размер:

H_p — вылет реза; $D_ц$ — ремонтный размер гильзы; $d_ш$ — диаметр шпинделя

синтетических материалов эльбор-Р и гексанит-Р. Их стойкость до переточки достигает 70 гильз. При оптимальных режимах расточки овальность и конусность расточенных гильз составляет 0,01...0,03 мм, а припуск на хонингование — 0,04...0,05 мм. В результате затраты на хонингование уменьшаются на 30...40 %.

С этой же целью многие предприятия вместо растачивания применяют шлифование внутренней поверхности на специальных бесцентрово-шлифовальных станках типа СШ-22, СШ-64 и др. Гильзу устанавливают в приспособление и шлифуют кругами из белого электрокорунда зернистостью 40 среднемягкой твердости. Шлифуют гильзы за два перехода: черновое и чистовое шлифование. При чистовом шлифовании в 2 раза уменьшают поперечную и продольную подачи. Затем выполняют зачистные ходы без поперечной подачи.

После растачивания или шлифования гильзы 1 цилиндров двигателя (рис. 4.16) хонингуют на станках 3А83, 3М83. Гильзу закрепляют в диафрагменном пневматическом приспособлении, что уменьшает ее деформацию и повышает точность обработки. В зазор между диафрагмой 2 и гильзой

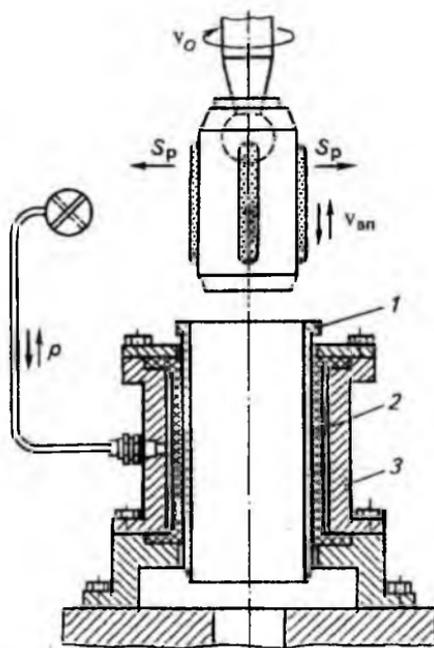


Рис. 4.16. Схема приспособления для крепления гильзы при хонинговании:

1 — гильза; 2 — диафрагма; 3 — корпус; v_0 — окружная скорость хонингования; S_p — давление расжатия брусков; $v_ан$ — скорость возвратно-поступательного движения; p — давление воздуха

З подают под давлением 0,4...0,5 МПа воздух. Резиновая диафрагма плотно облегает наружную поверхность гильзы и удерживает ее от перемещения при хонинговании.

Длина хода хонинговальной головки S должна быть такой, чтобы выход (перебег) брусков K за края цилиндра был равен $1/3$ их длины m (рис. 4.17):

$$S = L + 2K - m, \quad (4.6)$$

где L — длина гильзы, мм.

При меньшем ходе наблюдается бочкообразность гильзы, а при большем — корсетность. Длину брусков принимают равной половине высоты гильзы. Число брусков в хонинговальной головке должно быть таким, чтобы общая ширина их была не менее 20 % длины окружности обрабатываемой гильзы.

При черновом хонинговании снимают основную долю припуска и исправляют погрешности геометрической формы отверстия (овальность, конусность и др.) после растачивания или шлифования, а при чистовом — уменьшают шероховатость поверхности.

После восстановления гильзы контролируют в соответствии с техническими требованиями и сортируют на размерные группы по диаметру внутренней поверхности.

Один из недостатков восстановления гильз обработкой под ремонтный размер — резкое (на 20...30 %) снижение их ресурса из-за уменьшения твердости поверхности. При использовании способа ремонтных размеров в процессе восстановления гильз цилиндров и коленчатых валов ресурс двигателей снижается на 30...50 %. Для его повышения гильзы упрочняют пластическим деформированием, плосковершинным хонингованием, закалкой ТВЧ, лазерной обработкой и др.

Гильзы цилиндров, вышедшие за ремонтный размер или не имеющие ремонтных размеров, восстанавливают одним из следующих методов: постановкой легкоъемных тонких пластин; железнением; хромированием; электроконтактной приваркой ленты; термопластическим обжатием; индукционной центробежной наплавкой и др.

При ремонте постановкой пластин гильзу растачивают и хонингуют под определенный размер. Затем в нее с помощью приспособления запрессовывают стальные вставки, изготовленные из холоднокатаной термообработанной калиброванной тонкой (0,5...1,0 мм) ленты из стали У8А, У10А, 70С2ХА, 40КХНМ, ОХ17Н7ГТ, ОХ17ГТ-ВИ и др. Натяг при запрессовке составляет 0,15...0,18 мм, твердость ленты НRC 45...55. В гильзы двигателей

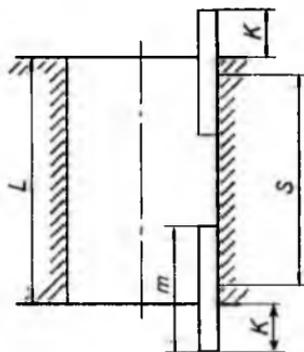


Рис. 4.17. Схема к расчету длины хода хонинговальной головки

ЯМЗ-238НБ запрессовывают четыре пластины шириной 70 мм, а двигателя ЗМЗ-53 — две вставки шириной 75 мм. После запрессовки пластин гильзы подвергают черновому и чистовому хонингованию. Ресурс таких гильз равен ресурсу новых гильз. При повторном восстановлении изношенные пластины выпрессовывают и заменяют новыми.

Достоинство восстановления гильз электроконтактной приваркой ленты по сравнению с рассмотренным ранее способом заключается в том, что в данном случае используют дешевую и недефицитную ленту из стали 40, 45, 50 и др. Высокая твердость и износостойкость гильзы обеспечиваются за счет самозакалки ленты при ее приварке. Возможна также приварка порошков.

Сущность способа восстановления гильз термопластическим обжатием состоит в том, что гильзу помещают в охлаждаемую водой матрицу. Внутри гильзы вводят индуктор ТВЧ и нагревают ее. При нагреве выше температуры 900 °С происходят структурные превращения и необходимый рост зерна чугуна. Вследствие ограничения матрицей свободного расширения в гильзе нарастают температурные внутренние напряжения и при их определенном значении развиваются пластические деформации в радиальном направлении. В результате этого уменьшается диаметр внутренней поверхности. Так, у гильз цилиндров двигателя СМД-14 при оптимальных скорости и температуре нагрева диаметр уменьшается на 0,75...0,90 мм, что достаточно для обработки их под номинальный размер. Обжатие выполняют на шестипозиционной автоматической установке производительностью 220...240 гильз в смену. Износостойкость восстановленных гильз равна износостойкости новых гильз.

Перед индукционной центробежной наплавкой гильзу в верхней, наиболее изношенной части (на длине 65...70 мм) растачивают на глубину 0,5 мм. Подготовленную гильзу закрепляют в патроне (рис. 4.18) автоматизированной установки и вращают с частотой 750...950 мин⁻¹. В расточку подают шихту, состоящую из флюса и порошка ПГ-ХН80СР4. Под действием центробежных сил шихта равномерно распределяется по поверхности гильзы. Внутри гильзы

вводят индуктор ТВЧ и расплавляют шихту. После охлаждения гильзы до температуры 200...300 °С останавливают ее вращение. Далее проводят высокотемпературный отпуск для снятия внутренних напряжений, расточку и хонингование. Твердость наплавленной поверхности составляет HRC 55...58, износостойкость увеличивается в 4...6 раз. При такой технологии ресурс отремонтированных двигателей ЗМЗ-53 повышается на 80 %.

Некоторые предприятия восстанавливают гильзы газопламенным или плазмен-

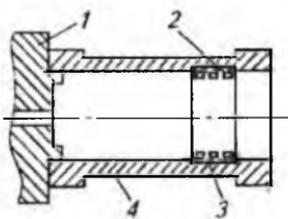


Рис. 4.18. Схема индукционной наплавки гильзы:

1 — кулачки вращателя; 2 — индуктор; 3 — шихта; 4 — гильза

ным напылением с последующим оплавлением ТВЧ, дуговой наплавкой, хромированием и железнением.

Для наплавки гильз цилиндров двигателя ЗИЛ-130 используют порошковую проволоку ПП-АН-124-О. Режим наплавки: напряжение 22...26 В, сила тока 110...130 А, скорость наплавки 15...22 м/ч, шаг наплавки 5...6 мм/об., подача электрода 50...57 м/ч, вылет электрода 20...25 мм, его смещение с зенита 8...10 мм. Затем растачивают и хонингуют гильзы. Их долговечность после такого восстановления увеличивается в 1,3...1,6 раза.

Гильзы восстанавливают также железнением. Разработано много электролитов для получения различных сплавов железа с повышенными физико-механическими свойствами. При восстановлении гильз цилиндров используют сплавы Fe — P, Fe — Ni — P и др., с помощью которых получают железо-фосфорные покрытия толщиной до 1 мм со скоростью осаждения 0,25...0,35 мм/ч. Содержание фосфора в сплаве составляет 7...10 %, микротвердость его в исходном состоянии 7000...8000 МПа. Сплавы железа с фосфором применяют для восстановления гильз цилиндров потому, что при нагреве их до температуры более 250 °С микротвердость покрытий не снижается, а, наоборот, повышается за счет образования фосфидов железа. В результате этого резко увеличивается износостойкость, а также улучшается сцепляемость с основным металлом. После термообработки таких покрытий при температуре 400 °С в течение 1 ч их микротвердость достигает 16 000 МПа, износостойкость более чем в 2 раза превосходит износостойкость закаленной стали 45 и более чем в 10 раз — износостойкость обычного электролитического железа.

Поршни в процессе дефектации выбраковывают по результатам измерений трех элементов: высоты первой канавки, диаметра отверстий в бобышках и диаметра юбки. Главный выбраковочный параметр — размер первой канавки, так как соединение первое поршневое кольцо — канавка поршня изнашивается больше, чем другие. Измерения показывают, что большинство поршней, поступающих в ремонт с износом канавки, превышающим предельный размер, имеют допустимые без ремонта размеры отверстий в бобышках и юбки. Иногда такие поршни восстанавливают плазменной наплавкой или расточкой канавки и установкой в нее дополнительного кольца.

Поршневые пальцы, как правило, изготавливают из малоуглеродистой легированной стали 12ХНЗА, их подвергают цементации на глубину 1,1...1,8 мм и закаливают до твердости HRC 56...63. Поршневые пальцы (до 90 %), поступившие на дефектацию, ремонтпригодны. Основным дефектом поршневых пальцев — износ наружной поверхности, который достигает 0,08 мм. Контролируют палец микрокатером 0,5-ИГП и скобами.

Для восстановления поршневых пальцев применяют перешлифовку, железнение, механическую раздачу, раскатку, гидротермическую раздачу.

Перешлифовку применяют при малом износе пальца (до 20 %), когда его диаметр находится в пределах допуска. В этом случае палец перешлифовывают в низшую размерную группу.

Перед механической раздачей пальцы для повышения пластичности отжигают в ящиках с карбюризатором (85 % — древесный уголь, 15 % — кальцинированная сода) при температуре 900...920 °С в течение 6...7 ч. Отожженные пальцы сортируют по внутреннему диаметру на размерные группы через 0,3 мм. Пальцы раздают на прессе специальными пуансонами до диаметра на 0,2...0,3 мм больше номинального. Затем пальцы подвергают закалке ТВЧ и отпуску, шлифуют на безцентрово-шлифовальном станке и полируют.

Сущность раскатки состоит в том, что палец нагревают ТВЧ до температуры 790...820 °С, помещают на раскатные валки (один внутри пальца, другой снаружи) и раскатывают. За счет уменьшения толщины стенок пальца увеличиваются наружный диаметр и длина. После раскатки палец закалывают, отпускают и выполняют механическую обработку. Основные недостатки этого способа — удлинение пальца и высокая неравномерность припуска на обработку.

Гидротермическая раздача — наиболее приемлемый способ восстановления поршневых пальцев. Его сущность заключается в том, что палец устанавливают в индуктор и нагревают в течение 20...25 с токами высокой частоты до 780...830 °С. По достижении требуемой температуры палец зажимают в установке для раздачи и пропускают через внутреннюю полость пальца охлаждающую жидкость под давлением 0,4...0,5 МПа в течение 14...16 с, затем палец охлаждают целиком. В качестве охлаждающей жидкости используют обычную водопроводную воду. В результате гидротермической раздачи наружный диаметр пальца увеличивается до 0,2 мм. В тех случаях, когда наружный диаметр не увеличивается до 0,15 мм, проводят повторную раздачу. После раздачи пальцы подвергают трехкратному черновому шлифованию на бесцентрово-шлифовальных станках ЗШ-184. Затем шлифуют торцы, так как длина пальца при раздаче несколько увеличивается. Обрабатывают наружные и внутренние фаски размером 0,5×45° на специальных приспособлениях. После этого выполняют чистовое шлифование и полирование.

По окончании восстановления сортируют пальцы на размерные группы и по массе, проверяют твердость (не менее 55 HRC) и шероховатость поверхности ($R_a = 0,16...0,08$ мкм), длину и другие параметры.

Шатуны и поршни подбирают по массе в комплект. Массы поршня и шатуна указаны соответственно на днище и боковой поверхности крышки в месте прилива под шатунный болт. При необходимости уравнивания массы шатунов их стержни опиливают по линии разреза на глубину до 1 мм. Разность по массе поршней и шатунов в комплекте не должна превышать значений, оговоренных техническими требованиями.

Для получения номинального зазора в соединении поршень — гильза детали комплектуют из одной размерной группы. Обозначение последней у поршня указано на его днище, а у гильзы цилиндров — на ее торце. При использовании гильз ремонтного размера к ним подбирают поршни того же размера. В двигатель устанавливают детали только одной размерной группы.

Чтобы добиться номинального натяга (зазора) в соединении бобышка поршня — поршневой палец, их следует комплектовать из деталей одной размерной группы. Обозначение группы отверстия нанесено на бобышке поршня, а поршневого пальца — на внутренней поверхности или торце. При использовании пальцев ремонтного размера отверстие в бобышке поршня обрабатывают разверткой.

Комплект поршневых колец подбирают по следующим параметрам: зазорам в стыке и в соединении с поршневой канавкой, прилеганию колец к внутренней поверхности гильзы и упругости.

Зазор в стыке колец определяют после их установки в гильзу, а зазор в соединении с канавками — после установки колец на поршень. Измеряют зазор щупом. Допускается подгонка поршневых колец по зазору в стыке и высоте канавки путем шлифования торцов.

Упругость поршневых колец контролируют приспособлением МК-ПР-562. Зазоры и упругость колец должны отвечать техническим требованиям на сборку двигателей. Так, у двигателей СМД-60 и СМД-62 зазор в стыке первого хромированного компрессионного кольца 0,45...0,65 мм, в соединении с канавкой поршня 0,18...0,24 мм, упругость 22...31 Н. У второго и третьего колец эти значения соответственно равны 0,45...0,65; 0,15...0,21 мм и 22...31 Н, у масляеъемного кольца — 0,45...0,60; 0,086...0,127 мм и 18...30 Н.

Плотность прилегания колец к поверхности гильзы цилиндров проверяют щупом после установки их в эталонную гильзу. Радиальный зазор (просвет) не более 0,02 мм. Он допускается в двух местах на дугах не более 30°.

Коробление торцовых поверхностей колец контролируют на проверочной плите. Оно не должно быть более 0,05 мм для поршня диаметром 120 мм и 0,07 мм для больших размеров.

Перед сборкой поршней с шатунами определяют качество обработки нижней головки шатуна. Для этого стержень собирают с крышкой и затягивают болты с номинальным усилием. Поверхность отверстия должна быть чистой, без рисок и заусенцев. При необходимости ее зачищают шабером. Не допускаются обезличивание крышек и их переворачивание относительно первоначальной установки.

Шатунно-поршневую группу собирают в следующем порядке. В одну из бобышек поршня устанавливают стопорное кольцо с помощью специальных щипцов. Затем, используя приспособление, надевают масляеъемные и компрессионные кольца.

Приспособление не должно допускать расширение колец более

чем на 0,5 мм во избежание потери ими упругости и коробления. Компрессионные кольца со скошенной торцевой поверхностью (клиновидные кольца) размещают скошенной стороной или клеймом «верх» к поверхности днища поршня, масляные кольца скребкового типа — скребками вверх к днищу поршня.

Кольца должны свободно перемещаться в канавках. Затем собирают поршень с шатуном. Поршень предварительно нагревают в электрошкафу до температуры 80...100 °С и устанавливают в поршневые тиски. Вставляют шатун в сборе в нагретый поршень и совмещают отверстие верхней головки шатуна с отверстием в бобышке поршня. Вставляют поршневой палец до упора в стопорное кольцо. Затем вкладывают второе стопорное кольцо в канавку отверстия бобышки. Пальцы должны свободно входить в отверстия поршня. Не допуская запрессовка пальцев.

При сборке следят за правильным расположением шатуна по инструкции завода-изготовителя. Например, у двигателей ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-258НБ, А-01М и А-41 смещение камеры сгорания в поршне должно быть направлено в сторону длинного болта шатуна. У дизелей СМД-60, СМД-62 и СМД-64 для правого ряда цилиндров головка шатуна со штифтом должна быть обращена в сторону риски на поршне, а для левого — штифт головки должен быть обращен в сторону, противоположную риску на поршне. У двигателя Д-50 пазы под усики вкладышей нижней головки шатуна и лунка на днище поршня должны быть расположены на одной стороне.

Ремонт кривошипно-шатунного механизма. У шатунов могут быть следующие неисправности: износ отверстий верхней и нижней головок; изгиб и скручивание стержня; износ опорных поверхностей.

Разъем нижней крышки шатуна у двигателей Д-240, ЗМЗ-53, ЗИЛ-130 и Д-130 расположен в плоскости, перпендикулярной к оси стержня шатуна, а у двигателей ЯМЗ-238НБ, СМД-60 и СМД-62 — под углом к оси стержня. При косом расположении разъема увеличиваются диаметр шатунных шеек и жесткость коленчатого вала, что особенно важно для V-образных двигателей с двумя рядом расположенными шатунами на каждой из шеек. Однако в стыке у таких шатунов возникает усилие P_c (рис. 4.19), для восприятия которого необходим особый замок. У рассматрива-

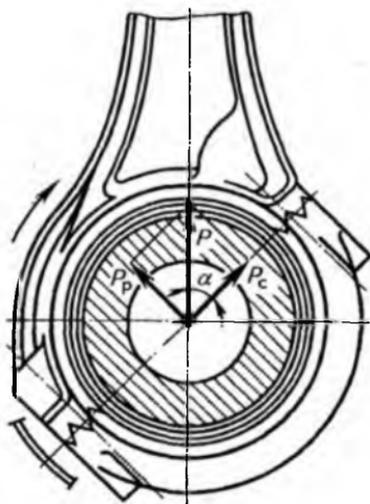


Рис. 4.19. Схема сил, действующих на кривошипную головку шатуна:

P — суммарное усилие на головку; P_c — усилие в плоскости разъема; P_p — нормальное усилие; α — угол разъема крышки шатуна



Рис. 4.20. Схема маршрутов (I...IV) технологического процесса восстановления шатунов

емых двигателей он выполнен в виде треугольных шлицев на опорных поверхностях разьема.

Шатуны двигателя ЯМЗ-238НБ выполнены с разъемом крышки под углом 55° к его оси. Крышку шатуна крепят двумя призонными болтами.

Отверстие нижней головки шатуна с плоским разъемом крышки принимает в процессе эксплуатации овальную форму так, что большая ось овала располагается в плоскости, близкой к оси шатуна. У шатунов с косым разъемом крышки в результате действия силы P_c изнашиваются шлицы, а отверстие принимает форму овала, большая ось которого размещается в плоскости, близкой к разьему.

Изгиб и скручивание определяют с помощью специальных приспособлений (КИ-724 и др.), а износ отверстий и отклонения их формы — индикаторным нутромером. Схема маршрутов I...IV восстановления шатунов дизелей представлена на рисунке 4.20.

Восстановление шатуна начинают с устранения изгиба и скручивания путем правки его с помощью винтовых и других приспособлений с последующей термообработкой при температуре $400...500^\circ\text{C}$ в течение 2...3 ч. Однако техническими требованиями на ремонт дизелей правка шатунов не рекомендуется из-за ее низкой эффективности. В данном случае небольшую непараллельность осей отверстий верхней и нижней головок шатуна можно устранить при расточке втулки верхней головки после ее запрессовки.

После правки шатуна восстанавливают его нижнюю головку.

Применяют следующие способы: шлифование плоскости разъема с последующим растачиванием отверстия; железнение; электроконтактную приварку стальных полуколец; припайку стальных полуколец; нанесение полимерных композиций; наплавку и др.

Неравномерное изнашивание нижней головки применяют для восстановления шатунов методом шлифования. Для этого опорные поверхности стержня и крышки шатуна шлифуют в специальном приспособлении, создавая необходимый припуск для последующего растачивания отверстия. Затем отверстие растачивают до номинального размера.

Этот способ прост и доступен. Однако при его использовании уменьшается межосевое расстояние шатуна, в результате чего снижаются степень сжатия и мощность двигателя. Техническими требованиями на ремонт двигателей запрещено уменьшение межосевого расстояния шатунов. При первом восстановлении шатуна такое расстояние можно восстановить за счет эксцентричной расточки втулки верхней головки. Но при повторном восстановлении этого достичь уже невозможно. Кроме того, шатуны со шлицевым разъемом восстановить рассмотренным способом нельзя.

Железнение достаточно широко применяют для восстановления нижней головки шатуна. Предварительно головку обрабатывают на алмазно-расточном станке 2А78Н в специальном приспособлении, обеспечивающем параллельность осей верхней и нижней головок и заданное межцентровое расстояние. При износе менее 0,1 мм целесообразно с помощью трехместного приспособления хонинговать нижнюю головку шатуна специальными головками с алмазными брусками АСМ 40/28 на вертикально-хонинговальном станке 3Г-833. При хонинговании шатуны обрабатывают по схеме жесткий хон—плавающая деталь и не закрепляют относительно приспособления.

После предварительной механической обработки шатуны монтируют на подвеску, обезжиривают, промывают сначала в горячей (70...75 °С), потом в холодной воде, подвергают анодному травлению в серноокислом растворе, тщательно промывают в холодной проточной воде.

Далее шатуны подвергают железнению в электролите № 1 (см. п. 3.7). Режим железнения: температура электролита 70...80 °С, плотность тока 15...20 А/дм². Загруженные в ванну шатуны прогревают в течение 0,5...1,0 мин без электрического тока, затем подают ток из расчета 2...3 А/дм². Покрытие осаждается в течение 3...5 мин. Затем постепенно на протяжении 10...15 мин повышают плотность тока до необходимого значения и осаждают покрытие до требуемой толщины. Шатуны после железнения промывают в горячей воде и пассивируют в растворе, содержащем 50 г/л нитрата натрия и 30 г/л технического уротропина, при температуре 60...70 °С в течение 1...2 мин, после чего опять промывают в горячей воде.

С целью удаления дендритов на вертикально-сверлильном стан-

ке 2A135 в приспособлении шлифовальным кругом зачищают торцы и фрезеруют фаски шатуна. После железнения шлифуют и хонингуют отверстия нижней головки шатуна с использованием оборудования и оснастки, а также режимов, применяемых для предварительной обработки.

При наличии износа проводят церковку опорных поверхностей крышки шатуна под гайки болтов на вертикально-сверлильном станке 2Н125 с применением приспособления, обеспечивающего опорной поверхности строгую перпендикулярность оси отверстия под шатунный болт.

Восстановление отверстий нижних головок шатунов контактной приваркой или пайков стальной ленты не получило широкого распространения из-за отсутствия серийно выпускаемого оборудования и его высокой стоимости. Весьма эффективно использование полимерных композиций. Для восстановления отверстий нижних головок шатунов предложена полимерная композиция, состоящая из 1,0...1,5 массовой части бронзовой пудры, 15...20 частей талька и 100 частей анаэробного герметика «Анатерм-6В». Твердость после полимеризации 140...160 НВ.

Суть технологического процесса состоит в получении слоя композиции в отверстиях нижних головок шатунов с помощью специальной формующей оправки с одновременным обеспечением требуемого расстояния между осями отверстий верхней и нижней головок без механической обработки сформированного слоя композиции. При установке шатунов в приспособление их базируют по отверстию верхней и торцам нижней головок.

Иногда отверстие нижней головки восстанавливают газопламенной наплавкой с использованием самофлюсующегося порошка ПГ-ХН8СР2 или другими способами наплавки.

Верхнюю головку шатуна рекомендуется растачивать до ремонтного размера с последующей запрессовкой втулки, увеличенной по наружному диаметру.

После запрессовки втулку растачивают, оставляя припуск 0,03...0,05 мм под развертывание или раскатывание. После растачивания во втулке зенкуют фаски $0,5 \times 45^\circ$ на вертикально-сверлильном станке 2A135 зенковкой в приспособлении. Затем раскатывают втулки на вертикально-сверлильном станке 2A135 роликовой раскаткой в приспособлении. При этом значительно увеличивается износостойкость втулок. Восстановленные шатуны контролируют и комплектуют по размерным группам и массе.

Внутренний диаметр втулки верхней головки шатуна восстанавливают методом холодного пластического деформирования — обжатием или осадкой. При обжатии внутренний и наружный диаметры детали уменьшаются. Далее наружную поверхность омедняют или приваривают к ней стальную ленту электроимпульсной контактной приваркой. Осадку выполняют с помощью приспособления на гидравлическом прессе.

Более рациональной считают технологию восстановления начальных размеров втулок методом диффузионной металлизации с насыщением поверхности втулок цинком. Его проводят газовым контактным способом в смеси порошка цинка, хлорида аммония и глинозема.

Коленчатый вал — одна из основных деталей двигателя, определяющая вместе с другими деталями цилиндропоршневой группы его ресурс. Ресурс коленчатого вала характеризуется двумя показателями: усталостной прочностью и износостойкостью. При эксплуатации двигателя в результате действия высоких и непостоянных динамических нагрузок вал подвергается кручению и изгибу, отдельные поверхности (шатунные и коренные шейки и др.) — изнашиванию. В структуре металла накапливаются усталостные повреждения, возникают микротрещины и другие дефекты.

Долговечность коленчатого вала автотракторного двигателя зависит от целого ряда конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Определяющее влияние оказывают такие параметры, как жесткость коленчатого вала и его опор, остаточный прогиб вала в результате релаксации напряжений черновой и чистовой правки, метод обработки (упрочнения) галтелей, режимы нагружения двигателя, состояние смазки.

У четырехтактных четырехцилиндровых двигателей с пятиопорным коленчатым валом коренные подшипники по степени нагружения можно разделить на две группы. К первой группе относят первый, третий и пятый подшипники, ко второй — четвертый и второй. Наибольшие нагрузки испытывают нижние вкладыши подшипников второй группы. Шатунные подшипники нагружены одинаково у всех цилиндров. При работе двигателя минимальная толщина масляного слоя в соединениях (рис. 4.21) зависит от зазора в подшипнике и относительного эксцентриситета

$$h_{\min} = \delta(1 - \chi_{\max}), \quad (4.7)$$

где h_{\min} — минимальная толщина масляного слоя, мм; δ — радиальный зазор, мм; χ_{\max} — максимальный относительный эксцентриситет [здесь $\chi_{\max} = e/\delta$, где e — эксцентриситет, мм].

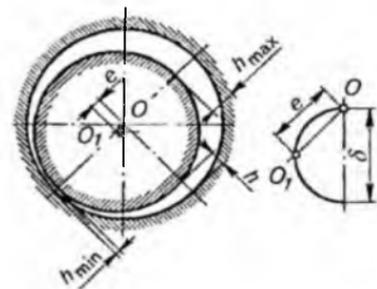


Рис. 4.21. Схема работы подшипника скольжения

С увеличением относительного эксцентриситета значение минимального зазора в соединении (минимальной толщины масляного слоя) уменьшается.

Установлено, что при обкатке двигателя после ремонта температура масла не должна быть выше 85...90 °С во избежание возможного задира поверхностей трения. У форсированных двигателей в силу большей нагружен-

ности коренных и шатунных подшипников значения относительного эксцентриситета выше, чем у обычных, что предъявляет более высокие требования к качеству ремонта коленчатых валов, так как критическая толщина масляного слоя (допустимое значение) тем меньше, чем выше точность обработки вала и ниже шероховатость поверхности шатунных и коренных шеек.

Режимы пуска и интенсивного разгона двигателя наиболее опасны для коренных и шатунных подшипников коленчатого вала. В эти периоды минимальный зазор в подшипниках не превосходит 2...3 мкм, что при недостаточной смазке вызывает интенсивное изнашивание деталей соединений. Для улучшения условий смазки подшипников в периоды пуска и разгона форсированные двигатели СМД-62 и СМД-64 оборудуют насосами предпусковой прокачки масла.

При эксплуатации у коленчатых валов возникает, как правило, много дефектов, основные из которых приведены в таблице 4.2.

4.2. Основные возможные неисправности коленчатых валов и способы их устранения

Дефект	Коэффициент повторяемости дефекта	Основные способы устранения дефекта
Износ: коренных и шатунных шеек; овальность, конусность, задиры	1	Шлифование под ремонтный размер. Нанесение покрытий наплавкой, электроконтактной приваркой ленты, газотермическим напылением порошковых материалов, металлизацией
посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик	0,05...0,19	Наплавка, электроконтактная приварка ленты, металлизация
маслосгонной резьбы	0,1	Углубление резьбы резцом до нормального профиля
поверхности фланца под маховик	0,1	Наплавка, металлизация
штифтов под маховик	0,08	Замена штифтов
штопочных канавок	0,05...0,19	Фрезерование под увеличенный размер штонок, новой штопочной канавки. Наплавка с последующим фрезерованием штопочной канавки
посадочного места наружного кольца шарикоподшипника в торце вала	0,43	Растачивание посадочного места. Запрессовка втулки

Дефект	Коэффициент повторяемости дефекта	Основные способы устранения дефекта
отверстий под штифты крепления маховика	0,12	Развертывание под ремонтный размер; заварка
резьбы (срыв более двух ниток резьбы)	0,02...0,08	Растачивание или зенкерование резьбы увеличенного размера; углубление резьбовых отверстий с последующим нарезанием такой же резьбы под удлиненные болты (пробки) Постановка резьбовых спиральных вставок
Скручивание вала (нарушение расположения кривошипов)	0,1...1,0	Шлифование шеек под ремонтный размер; наплавка шеек с последующей обработкой
Торцовое биение фланца	1	Подрезание торца фланца точением или шлифованием
Изгиб вала: до 0,15...0,20 мм	0,5...1,0	Шлифование под ремонтный размер
до 0,2...1,2 мм	0,5...1,0	Правка под прессом или чеканка щек
Трещины на шейках вала	0,1	Шлифование под ремонтный размер. Разделка трещин с помощью абразивного инструмента, заварка

После разборки двигателя коленчатые валы разбирают (удаляют шпонки, заглушки и пробки из масляных каналов, подшипники из отверстия во фланце и т.д.), тщательно очищают и дефектуют. Особенно тщательно необходимо очистить масляные каналы. На специализированных предприятиях каналы очищают на установке ОМ-3600 пульсирующей струей керосина или дизельного топлива по давлению до 6 МПа в течение 10...12 мин.

При дефектации не только определяют геометрические размеры поверхностей, но и проверяют валы на наличие и расположение трещин методом магнитной дефектоскопии. В соответствии с инструкцией по дефектоскопии и восстановлению коленчатых валов с трещинами на шейках для тракторных двигателей считаются опасными и не допускаются следующие виды трещин, при которых валы бракуют: на галтелях коренных и шатунных шеек; на цилиндрической части шеек на расстоянии менее 6 мм от торцов щек; на кромках отверстий маслканалов при длине трещины свыше 15 мм и расположении ее под углом более 30° к оси шейки; находящиеся на расстоянии одна относительно другой менее 10 мм и расположенные под углом более 30° к оси вала. Не допускается более восьми трещин

длиной менее 5 мм на цилиндрической части шеек и у кромок отверстий маслосканалов, а также более трех трещин длиной свыше 5 мм.

Считаются безопасными и допускаются для обработки не более трех продольных трещин длиной свыше 5 мм на поверхности каждой коренной и шатунной шейки, не выходящих на галтель, находящихся на расстоянии более 10 мм одна относительно другой и расположенных под углом менее 30° к оси шейки.

Трещины разделяют абразивным инструментом по всей длине с целью образования канавки радиусом 1,5...2 мм и глубиной 0,2...0,4 мм. Острые кромки дополнительно притупляют по периметру.

Канавку у разделанной трещины упрочняют виброударным наклепом в течение 6...8 с энергией удара 2,5...5,0 Дж. Трещины обрабатывают после шлифования шеек до ремонтного размера перед их полированием. Иногда трещины после разделки заваривают.

При восстановлении коленчатых валов применяют маршрутную технологию. Примерная схема маршрутов I...III восстановления стальных коленчатых валов представлена на рисунке 4.22.

Посадочные поверхности под шкив, шестерни, маховик, а также отверстия под штифты и шпоночные пазы чаще всего восстанавливают дуговой наплавкой проволокой 1,2Св18ХГС в среде углекислого газа с последующей механической обработкой.

Основной дефект коленчатых валов — износ коренных и шатунных шеек. Износ шеек устраняют шлифованием их под ремонтный размер. Все одноименные шейки (коренные или шатунные) шлифуют под один размер, который определяют следующим образом. Измеряют диаметры всех одноименных шеек и находят минимальный из них d_{\min} . Затем рассчитывают теоретический ремонтный размер, мм,

$$d_p^T = d_{\min} - a,$$

где a — припуск на шлифование ($a = 0,08...0,1$ мм).

Затем по таблице выбирают ремонтный размер так, чтобы

$$d_p \leq d_p^T.$$

Шлифуют шейки после устранения других дефектов коленчатого вала. Для шлифования валов служат станки 3А423 или 3В423.

Если на предприятии один станок, то сначала шлифуют коренные шейки и другие поверхности, находящиеся на одной с ними оси, а затем — шатунные шейки. При шлифовании коренных шеек базовыми поверхностями служат центровые отверстия. При шлифовании шатунных шеек вал закрепляют обработанными крайними коренными шейками в патронах центросмесителей станка,

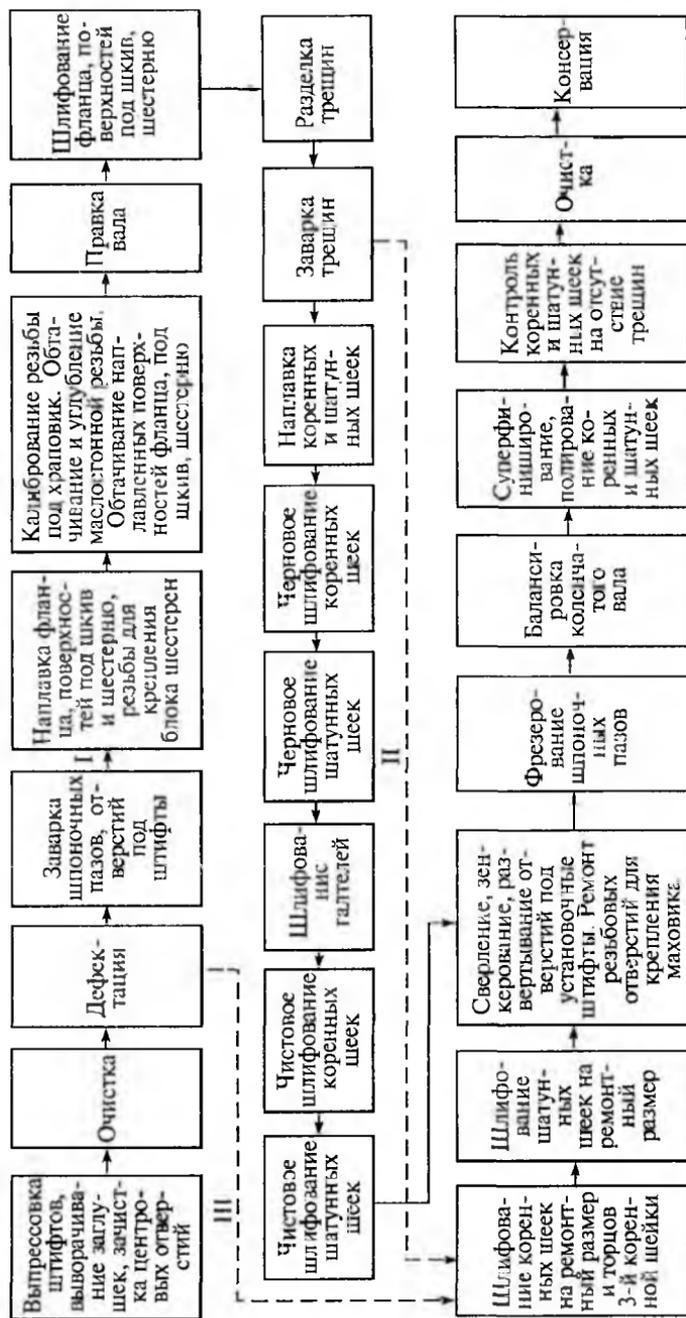


Рис. 4.22. Схема маршрутов (I...III) технологического процесса восстановления коленчатого вала

предварительно устанавливаемых с помощью штангенрейсмуса на нужный радиус кривошипа. Вал выставляют в горизонтальной плоскости с помощью специального приспособления. Конструкция некоторых цетросмесителей предусматривает крепление валов за поверхность фланца под маховик и за шейку под шкив или шестерню.

При наличии двух шлифовальных станков лучше сначала шлифовать шатунные шейки на одном предварительно выставленном на радиус кривошипа станке, а затем на другом — коренные шейки. В данном случае возникающий при шлифовании шатунных шеек некоторый изгиб вала устраняется при шлифовании коренных шеек.

В процессе шлифования необходимо строго выдерживать заданный радиус галтелей. Для этого кромки шлифовального круга закругляют алмазным карандашом, закрепленным в специальном приспособлении. Галтели при изготовлении коленчатых валов не закаливают, а упрочняют холодной пластической деформацией. Глубина упрочненной зоны невелика, и при шлифовании этот слой срезается, что приводит к снижению прочности отремонтированных валов. Поэтому при ремонте валов целесообразно введение операций по упрочнению галтелей.

Шейки вала шлифуют электрокорундовыми кругами на керамической связке зернистостью 16...60 мкм, твердостью СМ2, С1, С2, СТ1 и СТ2. Шлифовальные круги рекомендуется править после шлифования одного-двухколенчатых валов.

Шлифование целесообразно выполнять методом врезания, что увеличивает производительность и точность обработки. В этом случае в конце шлифования прекращают поперечную подачу круга и обрабатывают шейки и галтели в течение 10...20 с, что обеспечивает требуемую шероховатость поверхностей. При шлифовании врезанием ширина круга должна точно соответствовать длине шлифуемой шейки.

Для предотвращения появления микротрещин и прижогов при шлифовании применяют обильное охлаждение эмульсией (10 г эмульсионного масла на 10 л воды) или 3...4%-м раствором кальцинированной соды. Овальность и конусность прошлифованных шеек не должны превышать 0,015 мм.

При шлифовании оставляют припуск до 0,005 мм на последующее полирование. Перед полированием шеек раззенковывают и полируют острые края масляных каналов. Полируют на специальных стендах абразивными или алмазными бесконечными лентами. При большой программе восстановления вместо полирования применяют суперфиниширование на специальных полуавтоматах, в результате чего значительно повышается износостойкость.

При восстановлении коленчатых валов перешлифовкой под ремонтный размер шеек практически невозможно обеспечить их 100%-й ресурс, и он уменьшается тем больше, чем больше номер ремонтного размера.

Это объясняется тем, что твердость закаленных ТВЧ шеек уменьшается от поверхности по сечению вала и при шлифовании удаляется наиболее твердый слой. Некоторые ремонтные предприятия для обеспечения высокой износостойкости и ресурса валов после перешлифовки шеек выполняют их закалку ТВЧ, лазерное упрочнение и др.

После восстановления коленчатые валы подвергают динамической балансировке на машине БМ-У4. Технология и последовательность балансировки зависят от типа двигателя (рядный, V-образный) и конкретной конструкции коленчатого вала и шатунов.

Коренные и шатунные шейки, вышедшие за ремонтные размеры, восстанавливают наращиванием различными методами: наплавкой (под флюсом, плазменной, в среде защитных газов, широкослойной и др.); гальваническими покрытиями (железнением, хромированием); металлизацией; напеканием порошков; электроконтактной приваркой ленты; приваркой или приклеиванием полуколец; пластинированием и др.

При восстановлении коленчатых валов следует иметь в виду, что в результате длительной эксплуатации в их опасных сечениях накапливаются усталостные повреждения, что приводит к снижению предела выносливости на 20...25 % по сравнению с выносливостью новых валов. Зоны накопления усталостных повреждений у валов карбюраторных двигателей находятся в центральной части шеек в зоне масляных каналов, у дизелей — в зоне перехода галтели в щеки вала. Коленчатые валы дизелей разрушаются, как правило, по щекам из-за действия изгибающих моментов, у карбюраторных двигателей — по шейкам из-за вращающих моментов.

При перешлифовках валов карбюраторных двигателей удаляют поверхностные слои шеек с накопившимися усталостными повреждениями. Их наращивание приводит к разгрузке наиболее напряженных слоев металла. Полностью удалить таким способом напряжения и разрушенные слои металла валов дизелей в зоне галтели затруднительно, поэтому их ресурс восстановить не удастся.

Таким образом, проблема восстановления коленчатых валов дизелей сводится к снятию накопленных повреждений в зоне галтелей и созданию условий, направленных на уменьшение усталостных повреждений.

Более 85 % объема восстановления шеек коленчатых валов выполняют наплавочными способами и прежде всего наплавляют под слоем флюса. При этом можно выделить следующие основные варианты технологических процессов: наплавка без термической обработки; наплавка с последующей термической обработкой; термическая обработка, наплавка, термическая обработка; наплавка, упрочнение.

Наиболее распространенной считают наплавку пружинной проволокой второго класса под слоем легированного флюса, представляющего собой смесь, состоящую из плавленного флюса АН-348А

(93,2 %), феррохрома (2,2 %), графита (2,3 %) и жидкого стекла (2,5 %). Этот метод резко снижает усталостную прочность наплавленных коленчатых валов из-за наличия огромного количества трещин.

Разработана наиболее прогрессивная технология наплавки изношенных коленчатых валов. Она предусматривает наплавку шеек валов проволокой Нп-30ХГСА под флюсом АН-348А с последующей механической обработкой и полным повторным циклом термической обработки (нормализация и закалка ТВЧ). Эта технология требует специального термического оборудования и целесообразна при большой производственной программе восстановления.

На Ярославском моторном заводе разработана и внедрена технология восстановления изношенных коленчатых валов двигателей ЯМЗ-240. Их коренные опоры работают в паре с подшипниками качения и выполнены в виде беговых дорожек. Это и определило необходимость применения легированной высокоуглеродистой стали 60ХФА для обеспечения высокой твердости (не менее НRC 62), а также усталостной и контактной прочности. Сталь 60ХФА относится к труднонаплавляемым сталям.

Перед наплавкой шатунные шейки предварительно шлифуют с занижением диаметра на 3 мм относительно номинального с целью удаления поверхностных дефектов в виде мелких трещин и т.д.

Затем вал подогревают в печи шахтного типа до температуры 150...180 °С. Непосредственно перед наплавкой и в процессе ее каждая шатунная шейка подогревается до температуры 350...400 °С газовой горелкой. При этом рядом расположенные коренные опоры охлаждаются водяным душем.

Наплавку ведут от галтелей к середине шейки на следующих режимах: проволока Нп-30ХГСА диаметром 1,8 мм; флюс АН-348А; сила сварочного тока 150...160А; напряжение дуги 24...26 В; частота вращения 1 мин⁻¹; подача проволоки 87 м/ч; подача суппорта 4,5 мм/об., вылет электрода 20...25 мм; смещение с зенита в сторону, обратную вращению, 6...8 мм.

При предварительном объемном подогреве коленчатого вала до температуры 150...160 °С уменьшается перепад температур по сечению наплавляемой шейки. Вследствие этого замедляется скорость охлаждения поверхностных слоев и исключается трещинообразование.

После наплавки шейки подвергают высокому отпуску с нагревом ТВЧ до температуры 750...800 °С. Затем их шлифуют и закалывают ТВЧ. Перед наплавкой, после нее и перед окончательным шлифованием валы правят наклепом. Затем их балансируют и полируют. Технологию восстановления шеек коленчатых валов двигателей А-41 с многократной термической обработкой разработал и внедрил Алтайский моторный завод. Она предусматривает шлифование шеек, подогрев ТВЧ, наплавку, высокотемпературный отпуск нагревом ТВЧ, правку, токарную обработку шеек, черновое

шлифование, закалку и низкотемпературный отпуск шеек, чистовое шлифование и полирование шеек, дефектоскопию и балансировку вала.

Усталостная прочность восстановленных по такой технологии валов составляет не менее 80 % новых.

Для повышения усталостной прочности восстановленных коленчатых валов разработаны и внедрены конструктивно-технологические мероприятия. Первое из них предусматривает наплавку цилиндрической части шейки и галтели проволоками разного химического состава. Так, галтель наплавляют проволокой Св-08 под флюсом АН-348, цилиндрическую часть — проволокой Нп-30ХГСА под смесью флюсов (30 % АН-348 + 70 % АНК-18). Твердость металла составляет соответственно 20...24 и 50...56 НRC.

Второе предусматривает наплавку цилиндрической части шейки вала, исключая галтель (рис. 4.23). В этом случае можно использовать порошковую проволоку ПП-АН-122 или ПП-АН-128; проволоку Нп-30ХГСА и смесь флюсов АН-348 и АНК-18.

После наплавки и чернового шлифования шеек галтели шлифуют по заданному радиусу с углублением в тело шейки на 0,4...0,5 мм. Удаляют наиболее напряженные слои металла. Далее проводят упрочняющую дробеструйную обработку галтели в течение 1 мин под давлением 0,6 МПа, чистовое шлифование и полирование.

При выполнении указанных мероприятий можно значительно повысить предел выносливости восстановленных коленчатых валов.

Для восстановления шеек валов используют электроконтактную припайку стальной ленты из стали 50ХФА, дуговую металлизацию порошковой проволокой ПП-ОМ-2.

Коленчатые валы некоторых двигателей (типа ЗМЗ и др.) изготавливают из высокопрочного магниевого чугуна ВЧ50 и ВЧ45. Их износостойкость и усталостная прочность примерно одинаковы с соответствующими показателями валов, выполненных из стали 45, но себестоимость получения заготовок отливкой в 2,0...2,5 раза ниже получения поковок. В то же время чугун относится к трудносвариваемым материалам. Поэтому рассмотренные выше способы

наплавки не дают хороших результатов при восстановлении чугунных валов.

Для восстановления чугунных коленчатых валов применяют следующие способы дуговой наплавки: по стальной оболочке; двухслойную наплавку; наплавку с последующей нормализацией; наплавку проволокой Нп-15 СТЮЦА под слоем флюса АН-348А; широкослойную наплавку малоуглеродистой проволокой марки 08А с добавлением в зону горения дуги ферромагнитной шихты и др.

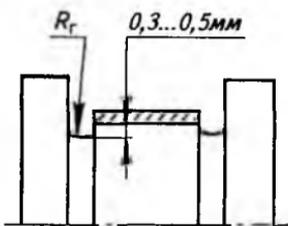


Рис. 4.23. Схема наплавки шеек вала с углублением и упрочнением галтелей

При восстановлении валов дуговой наплавкой по стальной оболочке шейки шлифуют до диаметра на 1 мм меньше последнего ремонтного размера, обворачивают лентой из стали 08А толщиной более 0,8 мм (оболочкой) и прихватывают ее сваркой в двух точках в зоне стыка. Затем приваривают оболочку по краям путем наплавки галтелей проволокой Св-08 в среде углекислого газа. Далее шейки наплавляют порошковой проволокой под слоем флюса АН-348А. В результате этого в наплавленном слое значительно уменьшается содержание углерода, марганца, кремния и других элементов, практически исключаются отбел и образование трещин. Усталостная прочность валов достигает 80 % новых, но процесс сложен и трудоемок.

При двухслойной наплавке оболочкой служит первый наплавленный слой, который получают с помощью малоуглеродистой порошковой проволоки под слоем флюса АН-348А. Второй слой наплавляют как бы по стальной поверхности обычными методами. Однако усталостная прочность таких валов составляет всего около 70 % новых.

Наплавку с последующей нормализацией применяют для восстановления чугунных коленчатых валов двигателя ЗМЗ-53, которые разрушаются из-за усталости после наплавки по шатунным шейкам. В то же время износ их в 2 раза меньше износа коренных шеек. Поэтому для повышения усталостной прочности наплавленного вала при сохранении его необходимой износостойкости после наплавки шатунных шеек вал подвергают нормализации при температуре 800...850 °С и правке в горячем состоянии. Затем наплавляют коренные шейки, шлифуют, балансируют и полируют вал. При нормализации твердость наплавленных шатунных шеек уменьшается до НРС 25...30, снижаются внутренние напряжения, и в итоге усталостная прочность повышается до 85 % уровня новых валов. Некоторое снижение износостойкости шатунных шеек компенсируется ее запасом по сравнению с коренными шейками.

К перспективным и эффективным способам восстановления стальных и чугунных коленчатых валов относится плазменная наплавка. Рекомендуют комбинированный способ наплавки, предусматривающий одновременную подачу проволоки и порошка.

При восстановлении коленчатых валов, изготовленных из стали 45 (СМД-14, А-41 и др.), шейки наплавляют композицией проволока Св-08МХ или Св-08Г2С (85 %) + порошок ПГ-СР4 (15 %), а галтели — той же композицией, но в соотношении 75 и 25 %. Валы из стали 50Г (ЯМЗ-238НБ и др.) наплавляют проволокой Св-15ГСТЮЦА (75...80 %) и порошком ПГ-СР4 или ПГ-СР3 (20...25 %). При восстановлении чугунных валов применяют проволоку Св-15ГСТЮЦА (70 %) и порошок ПР-Н70Х17 СЧР4 (30 %).

Для восстановления чугунных коленчатых валов разработано

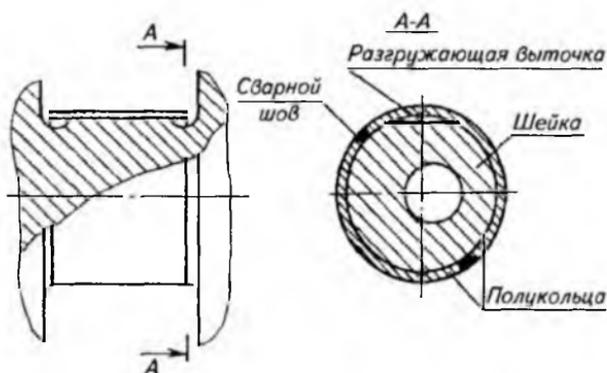


Рис. 4.24. Схема восстановления шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53 приваркой стальных полуколец

и внедрено два способа: постановка полуколец и пластинирование.

Технология восстановления изношенных шеек коленчатых валов ЗМЗ-53 приваркой стальных полуколец включает в себя шлифование шеек, нанесение разгружающих выточек на галтелях в плоскости, перпендикулярной к плоскости кривошипа; постановку и приварку на шейки вала в зоне их стыка специальных полуколец (рис. 4.24). Ширина их меньше длины шейки вала. Полукольца изготовляют из листовой стали 45 толщиной 3 мм. Нарезают из листа полосы, затем вырубают из них заготовки нужных размеров с одновременной пробивкой отверстий под масляные каналы, нагревают до температуры 820...890 °С и изгибают в приспособлении. Затем полукольца закаливают при нагреве до температуры 820...880 °С и охлаждают в масле, подвергают низкому отпуску. После этого полукольца растачивают до нужного диаметра с шероховатостью

$Ra = 1,6$. Предел выносливости восстановленного таким способом коленчатого вала такой же, как и нового.

Метод восстановления шеек валов пластинированием заключается в установке с последующим механическим креплением на шейках валов стальной холоднокатаной термообработанной полированной ленты, изготовленной из пружинистой стали типа 65Г (рис. 4.25).

Шейки предварительно шлифуют до требуемого размера. После этого на них фрезеруют два зеркально расположенных сегментных паза, оставляя перемычки между ними.

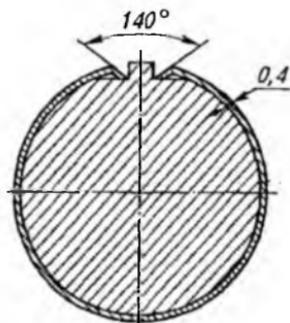


Рис. 4.25. Схема восстановления шеек коленчатого вала пластинированием

Накладную ленту толщиной 0,4 мм изготавливают штамповкой. При этом предусмотрены вырубка ее требуемой длины, выполнение отверстий для масляных каналов и высечка двух противоположно направленных, частично отогнутых внутрь выступов, которые препятствуют провороту ленты относительно шеек коленчатого вала.

С помощью специального приспособления ленту сворачивают в кольцо диаметром, меньшим диаметра шлифованной шейки вала. Далее свернутую ленту надевают на подготовленную поверхность шейки вала и фиксируют торцами выступов относительно боковых поверхностей перемычки на валу. При очередном ремонте вала накладную ленту заменяют. При этом шейки вала не перешлифовывают.

При использовании данного метода можно существенно упростить технологический процесс и оснастку для восстановления валов, полностью исключить сварочно-термическое воздействие на вал, отказаться от шлифования и полирования восстановленных валов, в 4...5 раз сократить расход металла и в 3 раза повысить производительность процесса по сравнению с наплавкой. Метод успешно апробирован при восстановлении чугунных валов двигателей ЗМЗ-53 и ЗМЗ-24.

Некоторые предприятия восстанавливают шейки коленчатых валов дуговой и плазменной металлизацией, железнением, анодно-струйным хромированием. С целью повышения сцепляемости металлизационных покрытий шейки обязательно подвергают дробеструйной обработке или обработке корундом под давлением 0,45...0,55 МПа. Чугунные коленчатые валы прокаливают при температуре 250...300 °С в течение 15 мин для удаления масла из пор.

Ремонт механизма газораспределения. Износ соединения седло — фаска клапанного механизма (рис. 4.26) приводит к уменьшению степени сжатия и коэффициента наполнения

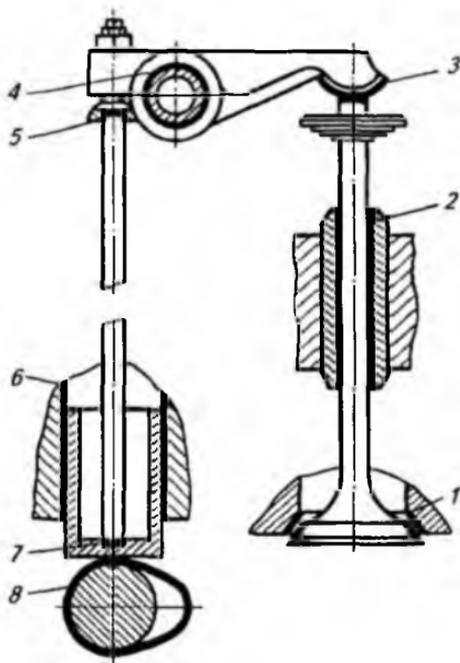


Рис. 4.26. Схема изнашивающихся соединений механизма газораспределения:

1 — седло — фаска клапана; 2 — стержень клапана — направляющая втулка; 3 — опорная поверхность коромысла — торец клапана; 4 — втулка коромысла — ось; 5 — регулировочный винт — штанга; 6 — толкатель — блок; 7 — штанга — толкатель; 8 — толкатель — кулачок

цилиндра. При снижении степени сжатия ухудшаются пусковые качества дизеля, уменьшается наполнение цилиндров, что при неизменной цикловой подаче топлива вызывает его неполное сгорание и падение мощности двигателя.

Предельный износ деталей соединения характеризуется экономическими критериями: падением мощности двигателя, ухудшением топливной экономичности и повышенным расходом масла на угар. Их определение связано со стендовыми испытаниями двигателя, поэтому в практике ремонта используют корреляционную зависимость между этими критериями и глубиной утопания тарелки клапана относительно поверхности головки блока цилиндров. На основании экспериментальных данных и опыта эксплуатации для различных двигателей установлены допустимые глубины утопания тарелки клапана относительно поверхности головки блока, которые измеряют глубиномером с ценой деления 0,05 мм (табл. 4.3).

4.3. Допустимая глубина утопания тарелок клапанов, мм, относительно плоскости головки для различных двигателей

Двигатель	Впускной	Выпускной
ЯМЗ-240Б	2,2	2,7
А-01М и А-41	2,5	2,5
СМД-60 и СМД-62	2,0	2,0
Д-240	2,0	2,0
ЗИЛ-130	1,0	1,0
СМД-17, СМД-18КН, СМД-19, СМД-20, СМД-21, СМД-22 и СМД-22А	2,5	2,5

Выпускные клапаны работают в более тяжелых условиях, чем впускные. Они подвергаются значительным воздействиям температуры и агрессивной среды. Поэтому у безнаддувных двигателей, головки цилиндров которых не имеют вставных седел, детали соединения седло — фаска клапана изнашиваются больше. Посадочная поверхность клапана принимает форму желоба, а контактирующая поверхность гнезда — форму выступа. Снижается жесткость тарелки.

Клапан выбраковывают по высоте цилиндрического пояса его тарелки. Если она меньше 1,10...1,33 мм, то клапан выбраковывают. Форсирование двигателей наддувом приводит к увеличению тепловой напряженности и уменьшению долговечности соединений обоих клапанов с гнездами. Однако износ деталей соединения впускного клапана оказывается выше, чем выпускного, из-за наддува, так как воздух, подаваемый в цилиндр двигателя с избыточным давлением, препятствует нормальному поступлению смазочного материала к соединению по стержню клапана.

Для уменьшения износа фаски клапанов наплавляют твердыми сплавами ЭП616 и в головку цилиндров устанавливают кольца, выполненные из износостойкого материала.

Стержень клапана изнашивается неравномерно (больше — у краев и меньше — в середине), принимая бочкообразную форму, что характерно для впускного и выпускного клапанов. Это объясняется соответствующей кинематикой и динамикой механизма привода клапана и существованием бокового усилия, приводящего к некоторому перекосу клапана во втулке. Профиль изношенной втулки имеет корсетообразную форму.

Износ стержня клапана определяют микрометрами, а отверстия во втулке — индикаторными нутромерами. Износостойкость соединения стержень клапана — втулка влияет на долговечность клапанной группы. Износ стержня обуславливает точность посадки клапана в гнездо. Биение его рабочей фаски относительно оси стержня приводит к неплотной посадке клапана, нарушению герметичности пары и уменьшению наполнения цилиндра свежим зарядом.

Ремонт головок блока цилиндров. Трещины головок блока цилиндров заваривают без предварительного подогрева головок дуговой сваркой с помощью электрода ЦЧ-4, самозащитной проволоки ПАНЧ-11, либо заделывают фигурными вставками.

У гнезд клапанов, износ которых меньше допустимого, фрезеруют или зенкуют фаски.

Перед обработкой выпрессовывают изношенные втулки стержня клапана, зачищают посадочное место и запрессовывают втулки ремонтного размера с уменьшенным внутренним диаметром.

Перед запрессовкой головку цилиндров нагревают до температуры 90°C . Затем разворачивают отверстия втулок под номинальный или ремонтный размер стержня клапана так, чтобы зазор в соединении соответствовал техническим требованиям. Например, у двигателей ЯМЗ-238НБ и СМД-62 зазор в соединении втулка — стержень у впускного клапана должен быть $0,035...0,074$ мм, а у выпускного — $0,070...0,114$ мм.

Обработанное отверстие во втулке клапана используют в качестве технологической базы при фрезеровании или зенковании клапанных гнезд для получения необходимой соосности отверстий втулки и гнезда клапана.

Гнездо фрезеруют следующим образом. Сначала его обрабатывают черновой фрезой до полного исчезновения следов износа. Потом придают фаске необходимую ширину, обрабатывая последовательно фрезами с различными углами режущей кромки. Далее окончательно обрабатывают фаску чистой фрезой. Ее ширина должна соответствовать техническим требованиям (табл. 4.4).

Шероховатость поверхности фаски после фрезерования не более $R_a = 0,80$ мкм, радиальное биение фаски относительно отверстия втулки клапана — $0,05$ мм.

4.4. Ширина рабочей фаски седла клапана после обработки

Двигатель	Ширина фаски после фрезерования, мм, клапана		Ширина притертой кольцевой полоски, мм, клапана	
	впускного	выпускного	впускного	выпускного
ЯМЗ-240Б	2,0...2,5	1,5...2,3	1,5...2,0	1,0...1,8
А-01М и А-41	2,0...2,5	1,9...2,3	2,0	1,9
СМД-60 и СМД-62	2,0...2,5	1,9...2,3	2,0	1,9
Д-240	2,0...2,2	2,0...2,2	1,5...2,0	1,5...2,0
ЗИЛ-130	1,5...2,0	1,5...2,0	1,0...1,5	1,0...1,5
СМД-17, СМД-18 КН, СМД-19, СМД-20, СМД-21, СМД-22 и СМД-22А	2,2	2,2	1,9	1,9

У большинства двигателей вставные седла изготовлены из специального чугуна. При большом износе фаски седла выпрессовывают из головки с помощью специальных съемников. Если износ отверстий в головке под седло клапана невелик, то в них устанавливают новые седла номинального размера. Если же он без расточки превышает допустимое значение, то гнездо сначала растачивают под ремонтный размер, а затем запрессовывают седло ремонтного размера с увеличенным наружным диаметром. Так, для двигателей типа ЯМЗ предусмотрено три ремонтных размера седел с диаметром поверхности под посадку в гнездо: $54,5^{+0,105}_{+0,075}$, $56,5^{+0,105}_{+0,075}$ и $62,5^{+0,105}_{+0,075}$ мм.

Отверстия под седла в головке цилиндров растачивают под размеры $54,5^{+0,03}$, $56,5^{+0,03}$ и $62,5^{+0,03}$ мм на радиально-сверлильном станке с применением кондуктора так, чтобы натяг находился в пределах $0,045...0,075$ мм.

Для запрессовки седел головку цилиндров нагревают до температуры 90°C . Седла охлаждают в жидком азоте. После запрессовки проверяют качество ремонта, используя шуп толщиной $0,05$ мм. Он не должен проходить между торцом седла и головкой.

В запрессованных седлах фрезы формируют рабочую фаску и затем шлифуют ее на планетарно-шлифовальной машине ЗИЛ Х-270.

На рисунке 4.27 показаны геометрические размеры седел клапанов двигателей типа ЯМЗ. Фаски формируют следующим образом. У седла впускного клапана сначала делают рабочую фаску под углом 120° , затем — нижнюю под углом 150° и верхнюю под углом 60° ; кроме того, фаски шлифуют до получения рабочей ширины фаски $2,0...2,5$ мм.

У седла выпускного клапана фаску формируют двумя фрезами. Сначала ее делают фрезой с углом наклона режущей кромки 90° , затем обрабатывают нижнюю кромку — с углом 150° . Ширина рабочей фаски $1,5...2,3$ мм.

Клапанные гнезда после фрезерования (шлифования) упрочняют методом холодного пластического деформирования. Для этого

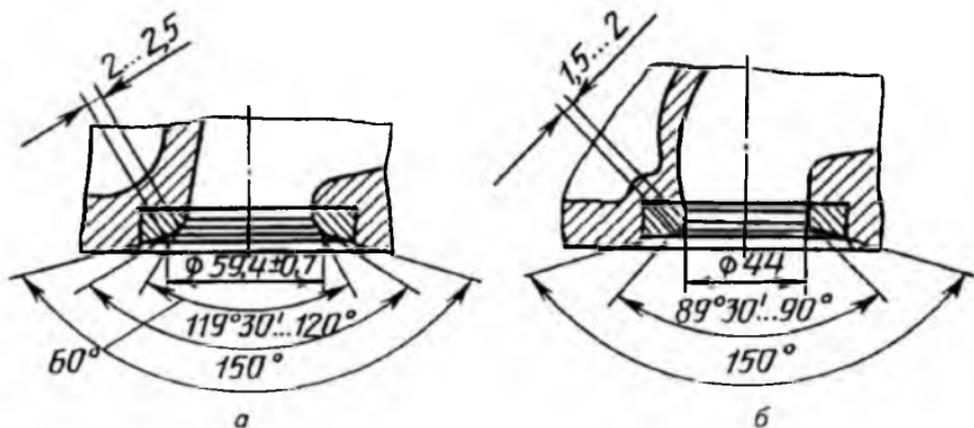


Рис. 4.27. Схемы обработки седел клапанов двигателя типа ЯМЗ:

а — выпускного; б — впускного

применяют раскатки различных конструкций. Если привалочную плоскость головки цилиндров многократно шлифовали или фрезеровали (в предыдущих ремонтах), то прочность стенки становится недостаточной для восстановления клапанных гнезд запрессовкой вставных седел. Такие гнезда восстанавливают наплавкой с подогревом головки. В качестве присадочного материала используют чугунные прутки.

Ремонт клапанов. Изношенные рабочие фаски тарелок клапанов шлифуют до выведения следов износа на специальных станках СШК-3 или 2414. Шероховатость фаски после обработки не более $R_a = 0,63$ мкм, а биение относительно оси поверхности стержня не более 0,03 мм.

Изношенный торец клапана шлифуют до выведения следов износа на тех же станках с помощью приспособления, прилагаемого к станку, и снимают фаску $1 \times 45^{\circ}$. Неперпендикулярность торца к боковой поверхности стержня не более 0,05 мм.

Стержень клапана с небольшим износом шлифуют на уменьшенный размер, а предельно изношенный восстанавливают электролитическим хромированием или железнением.

Клапаны, у которых после шлифования рабочей фаски высота цилиндрического пояса тарелки меньше 0,5 мм (для двигателей Д-130 и Д-160 меньше 1,0 мм), восстанавливают. Такие клапаны (из сталей 40ХН, 4Х10С2М, 37ХС, 8Х20НС и др.) наплавляют жаропрочными материалами ВКЗ, ЭП616 или сормайтотом с последующей механической обработкой. Перед наплавкой клапаны протачивают на токарном станке резцами из твердого сплава Т15К6.

Притирка клапанов к седлам. Перед сборкой головки цилиндров клапанную пару притирают на станках ОПР-1841А с помощью пасты различной зернистости. Притиркой достигается не-

обходимая герметичность клапанной пары. Рекомендуются следующие пасты: состав I (карбид бора М40 — 10 %, микрокорунд М20 — 90 %), состав II (электрокорунд зернистый — 87 %, парафин — 13 %).

Состав готовят на дизельном масле. Притирают до получения кольцевой матовой поверхности на фаске седла.

По окончании притирки клапанные гнезда и клапаны промывают керосином или 1%-м водным раствором тринатрийфосфата до полного удаления абразивной притирочной пасты и проверяют качество обработки. Собирают клапанную группу и заливают керосин в газораспределительные каналы.

Клапанную пару собирают так. Клапаны устанавливают в гнезда, поворачивают головку нижней плитой к столу и надевают пружины. С помощью приспособления сжимают пружины и устанавливают тарелки клапанных пружин с сухарями. Последние должны плотно сидеть в тарелке и выступать на 0,5...2,0 мм над ее поверхностью. Зазор между ними не менее 0,5 мм.

У хорошо притертых клапанов не должно быть подтекания керосина из-под их тарелок в течение 3 мин. Герметичность клапанных пар можно проверить с помощью специальных пневматических приспособлений.

Для повышения долговечности соединения и производительности труда применяют беспритирочную технологию ремонта, основанную на рассогласовании угла посадочных поверхностей соединения. В этом случае фаски клапана шлифуют на угол 44° в специальном приспособлении, а посадочную поверхность гнезда — на угол $44^\circ 30'$. Возникающий при этом угол рассогласования фасок гнезда и клапана обеспечивает необходимую герметичность клапанной пары без притирки, способствует быстрой приработке соединяемых поверхностей при эксплуатации двигателей.

Однако применение метода требует большой точности обработки фасок и специального оборудования. Его используют на крупных ремонтных предприятиях.

Ремонт распределительного вала. Встречаются следующие неисправности: износы опорных шеек, кулачков и посадочного места под шестерню; прогиб.

Опорные шейки шлифуют под ремонтный размер. Перед обработкой проверяют и, если необходимо, устраняют прогиб вала на прессе правкой. Опорные шейки шлифуют в центрах круглошлифовального станка 3А-433 электрокорундовыми кругами зернистостью 46...60 и твердостью СМ. Овальность и конусность поверхности шеек после ремонта допускаются не более 0,03 мм. Шероховатость не более $R_a = 0,63$ мкм. При значительном износе опорных шеек их наплавляют вибродуговым способом или проводят железнение и затем шлифуют под номинальный размер.

Кулачки вала изнашиваются по высоте на рабочем участке профиля. В результате изменяются высота подъема клапанов и диаг-

рамма «время — сечение». Их изменение приводит к соответствующему снижению коэффициента наполнения цилиндра свежим воздухом, увеличению количества остаточных газов и вызывает падение мощности и экономичности двигателя. Кроме того, нарушается кинематика движения клапана, растут динамические нагрузки на клапаны и детали механизма привода, что интенсифицирует их изнашивание.

Выбраковочный параметр при ремонте кулачков — их высота от затылка до вершины (табл. 4.5).

4.5. Размеры кулачков, мм, в зависимости от их высоты и биение средней шейки относительно крайних шеек распределительного вала, мм

Двигатель	Высота кулачков				Биение не более	
	впускных		выпускных		по чертежу	допустимос
	по чертежу	допустимая	по чертежу	допустимая		
ЯМЗ-240Б	42,2 ± 0,05	42,0	42,2 ± 0,05	42,0	0,03	0,05
А-01М	45,25 _{-0,17}	44,20	45,25 _{-0,17}	44,20	0,05	0,08
Д-240	41,32 ± 0,05	40,20	41,32 ± 0,05	40,20	0,05	0,10
ЗИЛ-130	41,85 _{-0,1}	40,8	41,85 _{-0,1}	40,8	0,02	0,05
ЗМЗ-53	36,155 ^{+0,113} _{+0,063}	35,83	35,573 ^{+0,079} _{+0,029}	35,21	0,02	0,05
СМД-17; СМД-18КН; СМД-19; СМД-20; СМД-21	45,53 _{-0,25}	47,82*	45,53 _{-0,25}	47,82*	0,03	0,05
СМД-22; СМД-22А	42,65 ^{**} _{-0,025}	42,00**	42,65 ^{**} _{-0,025}	42,00**		

* При размере цилиндрической части кулачка 36,6_{-0,16} мм.

** При размере цилиндрической части кулачка 33,6_{-0,16} мм.

При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их шлифуют на эквидистантный профиль по копиру. Если он превышает это значение, то их наплавляют ручной дуговой сваркой или вибродуговым способом с использованием копировального приспособления. Применяют порошковую проволоку, электроды Т-590 и Т-620. Твердость наплавленных кулачков не ниже НРС 45. После наплавки их шлифуют в два приема. При черновой обработке глубина резания 0,01...0,02 мм на один оборот шпинделя станка и при чистовой — 0,005...0,007 мм. Для шлифования используют круги твердостью СМ, СМ1 или СМ2 с зернистостью 46...60. Частота вращения шлифовального круга на станке 3А-433 равна 1033 мин⁻¹ и изделия — 32 мин⁻¹. Шероховатость поверхности шлифованных кулачков не выше R_a = 0,63 мкм.

Профильную часть кулачков ремонтируют электрошлаковой приваркой порошка ПГ-ХН80СР2 с последующим шлифованием.

Посадочную поверхность под шестерню распределительного вала восстанавливают вибродуговой наплавкой или железнением с последующим шлифованием под номинальный размер.

Ремонт коромысел клапанов и роликов коромысел. Изношенную поверхность бойка клапана шлифуют до выведения следов износа на станке СШК-3. Высота бойка A (рис. 4.28) после обработки должна соответствовать техническим требованиям. Если она меньше допустимого значения, то боек наплавляют электродом Т-590 и затем шлифуют на номинальный размер. Шероховатость поверхности после шлифования $R_a = 0,63$ мкм и твердость HRC 50.

Изношенную втулку коромысла выпрессовывают и заменяют новой. Новую втулку запрессовывают с натягом 0,01 мм. Отверстие во втулке развертывают до номинального или ремонтного размера в зависимости от размера валика коромысел.

Непараллельность рабочей поверхности бойка коромысла оси отверстия во втулке должна быть не более 0,05 мм.

Изношенные ролики коромысел шлифуют под ремонтный размер или восстанавливают наплавкой с последующим шлифованием до номинального размера.

Ремонт стоек роликов коромысел. Изношенное отверстие под ролик коромысел растачивают и ставят переходную втулку с натягом. Толщина стенки втулки должна быть не менее 1,5...2,0 мм. После запрессовки внутреннюю поверхность втулки, соединенную роликом, развертывают до номинального размера. Ее боковые поверхности не должны выступать за торцы стойки. Непараллельность оси отверстия втулки после обработки плоскости основания стойки не более 0,1 мм на длине 100 мм.

Ремонт турбокомпрессора. Турбокомпрессор ТКР-11Н предназначен для сжатия воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. Он состоит из четырех основных частей: среднего корпуса, где установлен подшипник ротора, самого ротора с турбинным и компрессорным колесами, корпусов турбины и компрессора.

Ремонт ротора турбокомпрессора. Вал ротора изнашивается по поверхностям, соединенным с подшипником скольжения и маслоотражателем компрессора, а канавки уплотнительной втулки турбины — по торцам.

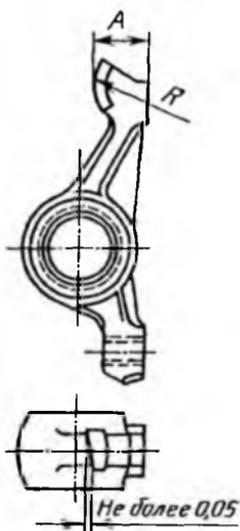


Рис. 4.28. Схема рабочей поверхности бойка коромысла:

A — высота бойка после шлифования; R — радиус закругления бойка

Вал закрепляют в цанговом патроне на токарном станке и срезают втулку уплотнения под размер (А), указанный на рисунке 4.29. Затем отрезают изношенный участок, оставляя хвостовик длиной $8_{-0,1}$ мм. Из стали 45Х изготавливают валик и приваривают его к хвостовику турбины. Для сварки используют машину трения МСТ-35. Режим процесса: частота вращения шпинделя машины 680 мин^{-1} ; давление нагрева и проковки соответственно 2 и 4 МПа; время сварки 10 с.

Валик, сваренный с турбиной, отпускают при температуре 600°C . Длительность нагрева и выдержки соответственно 2 и 3 ч. Детали загружают в печь при температуре не более 300°C .

Термообработанные детали очищают от окалины и пассивируют. Закрепив турбину с валом в цанговом патроне токарного станка, просверливают центровое отверстие диаметром 2,5 мм со стороны компрессора. Дальнейшую механическую обработку ротора проводят в центрах. Ему придают необходимую геометрическую форму и размеры, оставляя припуск на двукратное шлифование (черновое и чистовое).

После точения поверхность, соединяемую с подшипником скольжения, закаливают ТВЧ на глубину 2...3 мм. Твердость поверхностей HRC 40...45. Затем выполняют черновую обработку вала (рис. 4.30).

Следующая операция — напрессовка на вал ротора втулки уплотнения (до упора в диск турбины), изготовленной из стали 45Х. Перед этим ее нагревают до 400°C . После напрессовки ротор устанавливают на токарный станок и нарезают канавки втулки, подрезают ее торцы, нарезают резьбу и канавки на конце вала со стороны компрессора.

Шлифуют окончательно валик. Полируют его шейки под подшипники скольжения.

Шероховатость поверхности А должна быть ниже $R_a = 0,32 \text{ мкм}$.

Вновь изготовленный вал ротора динамически балансируют на машине ДБ-10 в два этапа: сначала вал ротора с турбиной, а затем вал в сборе с маслоотражателем, компрессорным колесом, гайкой и шайбой.

Собранный ротор балансируют на специальной машине в двух плоскостях уравнивания. У вала ротора с турбиной дисбаланс устраняют шлифованием тыльной стороны ее колеса, для ротора в сборе с компрессорным колесом — так же и еще тыльной стороны компрессор-

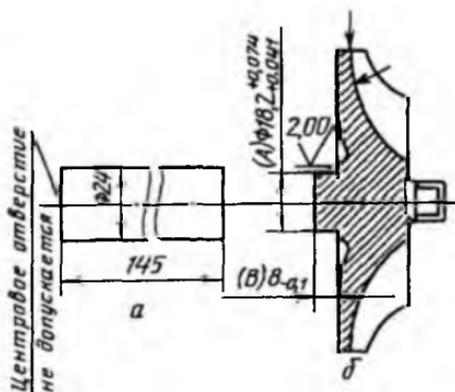


Рис. 4.29. Эскиз валика (а) и отрезки турбины (б)

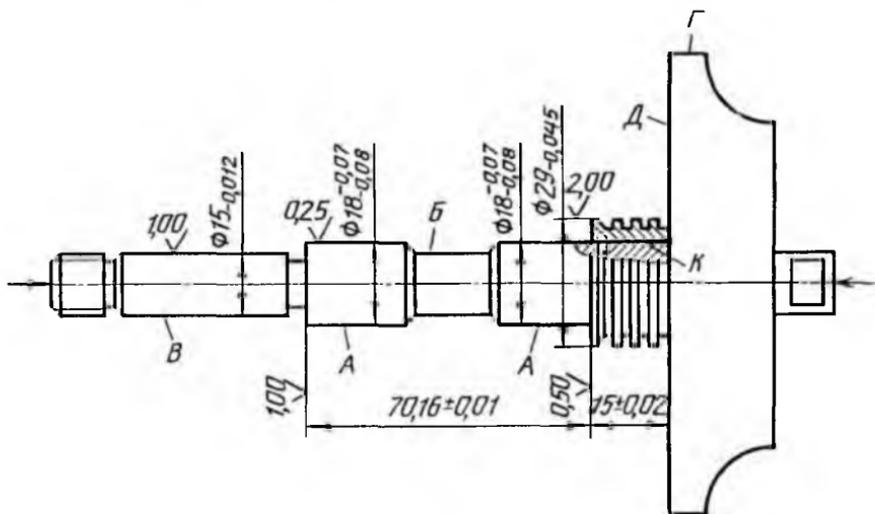


Рис. 4.30. Эскиз к технологической операции «шлифование вала ротора»:

А, Б, В, Г, Д и К — поверхности

ного колеса. На гайку, крепящую колесо компрессора, и на само колесо после балансировки наносят метки (одну против другой). При сборке турбокомпрессора эти метки совмещают. Раскомплектовка отбалансированного вала ротора не допускается.

Ремонт дисков уплотнения компрессора и турбины. У дисков турбины и компрессора изнашиваются поверхности отверстий, соединенные с уплотнительными кольцами.

Диски ремонтируют методом постановки ремонтных втулок.

Отверстие диска растачивают до диаметра $32,8^{+0,027}$ мм. Размеры заготовки втулки к диску уплотнения: наружный и внутренний диаметры соответственно $32,9^{+0,045}$ и 28 мм, длина 11 мм. Втулку запрессовывают, нагревая диск до температуры $100...150^{\circ}\text{C}$. Затем его внутренний диаметр со втулкой растачивают под размер $29,6^{+0,045}$ мм. Шероховатость обработанной поверхности $R_a = 1,25$ мкм. Отверстие диска уплотнения турбины растачивают под тот же размер, что и диск компрессора.

Внутренний и наружный диаметры заготовки втулки к диску уплотнения турбины имеют те же размеры, а длина втулки 15 мм. Внутренний диаметр диска после запрессовки втулки растачивают под размер $28,6^{+0,045}$ мм. Торцовые поверхности запрессованных втулок обрабатывают заподлицо с соответствующими поверхностями дисков.

Ремонт маслоотражателя. У маслоотражателя изнашиваются канавки под уплотнительные кольца. Изнашенную поверхность восстанавливают постановкой ремонтной втулки с последующей ее механической обработкой под номинальный размер.

Наружную цилиндрическую поверхность протачивают до диаметра $21^{-0,021}$ мм, затем напрессовывают втулку, изготовленную из стали 45X. Предварительно ее нагревают до температуры 100...150 °С. Обрабатывают на токарном станке, закрепляя маслоотражатель цанговой оправкой. После обработки оставляют припуск на шлифование. Затем шлифуют цилиндрическую поверхность и канавки до номинальных размеров.

Ремонт среднего корпуса. Часто в среднем корпусе появляются трещины в месте посадки диска уплотнения компрессора (в углу выточки). При ремонте трещину заделывают композицией на основе эпоксидной смолы ЭД-16 с наполнителем из алюминиевого порошка.

Ремонт вставки турбины. Вставка турбины может оказаться с трещинами и обломами крепления к корпусу турбины, износом отверстия под штифт, со следами задевания колеса/турбины и профильной поверхности. Ремонтируют вставки с одной трещиной во фланце.

Трещину разделяют, заваривают газовой сваркой и зачищают. Обломанные фланцы восстанавливают так же. При износе отверстия под штифт более 5,6 мм его развертывают до диаметра $6^{+0,16}$ мм и устанавливают ремонтный штифт. Износ профильной поверхности вставки устраняют шлифованием.

Ремонт вставки компрессора. У вставки могут наблюдаться износ и повреждение резьбы в отверстиях крепления ее к корпусу и следы задевания колесом компрессора профильной поверхности. Изношенные и поврежденные резьбы восстанавливают, нарезая резьбу ремонтного размера, а профильную поверхность зачищают.

Ремонт топливной аппаратуры дизелей. Детали топливных насосов и форсунок можно условно разделить на две группы. Первая группа — прецизионные детали плунжерных пар, нагнетательных клапанов и распылителей форсунок. Детали этой группы изготавливают с высокой точностью из дорогостоящих легированных и инструментальных сталей (ХВГ, Р18 ШХ-15, 18Х2НЧВА и 25Х5МА). Износостойкость деталей ограничивает ресурс топливных насосов и форсунок, оказывает существенное влияние на топливную экономичность и мощность дизелей.

Вторая группа — детали привода плунжера и регулятора скорости. Их выполняют из конструкционных сталей.

Износ деталей прецизионных пар исчисляют в микрометрах. В ремонтных мастерских его оценивают относительным способом — потерей гидравлической плотности, т.е. временем падения давления жидкости под определенным давлением через соединения.

Гидравлическую плотность плунжерных пар проверяют на приборе КИ-759 (КП-1640А) или КИ-3369. В качестве жидкости применяют смесь дизельного топлива и веретенного масла вязкостью 9,9...10,9 мм²/с при температуре 20 °С. Можно использовать смесь топлива с моторным маслом. Прибором КИ-3369 измеряют актив-

ный ход плунжера. Плунжерная пара считается годной, если время полного падения давления топлива составляет не менее 3 с.

Гидравлическую плотность распылителей проверяют на одном из приборов: КП-1609А (КИ-562), КИ-3333, КИ-1706, КИ-2203М или КИ-15703. Износ соединения направляющая цилиндрическая часть иглы — отверстие в корпусе оценивают по времени падения давления в гидросистеме стенда при затяжке пружины форсунки до давления начала подъема иглы на 3 МПа более номинального.

У штифтовых и бесштифтовых распылителей с диаметром корпуса менее 17 мм время падения давления с 20 до 18 МПа должно быть не ниже 5 с, у бесштифтовых распылителей с диаметром корпуса более 17 мм — не менее 15 с (с 35 до 30 МПа). На носике или торце корпуса распылителей не должно быть подтекания топлива в течение 20 с.

Нагнетательные клапаны испытывают на приборе КИ-1086, с помощью которого определяют их гидравлическую плотность по разгрузочному пояску и запорному конусу. Клапан считается годным, если она составляет по запорному конусу не менее 30 с при падении давления в гидросистеме прибора от 0,8 до 0,7 МПа, а по разгрузочному пояску — не менее 2 с — от 0,2 до 0,1 МПа.

Износ деталей привода плунжера и регулятора скорости топливных насосов, как правило, значительно больше, чем прецизионных деталей. В условиях значительных контактных нагрузок у насосов рядного и распределительного типов работают соединения: ролик толкателя — кулачковый вал; втулка ролика толкателя — ролик толкателя; ось ролика толкателя — втулка ролика толкателя — толкатель. Они изнашиваются при трении качения с проскальзыванием.

Ремонт прецизионных деталей. Существуют различные методы восстановления прецизионных деталей.

Способ	Недостатки
Селективная подборка (без увеличения начальных размеров деталей) Гальваническое хромирование	Восстановлению подлежат 20 % деталей, поступивших в ремонт Низкая адгезия покрытия с основой. Способ трудоемкий и дорогой, экологически нечистый
Изготовление ремонтной детали	Метод дорогой. Большое число деталей идет в утиль. Значительный расход запасных частей
Гальваническое никелирование	Плохая адгезия покрытия с основой и низкая износостойкость
Повторная цементация с последующей закалкой и механической обработкой Повторное азотирование	Восстановлению подлежат 15 % деталей, поступающих в ремфонд Ремонтируют 25% деталей ремфонда. Способ трудоемкий и дорогой
Обработка холодом	Восстанавливают 5 % деталей, поступающих в ремфонд
Восстановление деталей (втулок) горячим пластическим деформированием	Большая трудоемкость механической и термической обработки. Способ дорогой

В ремонтной практике применяют первые три способа.

Селективная подборка. Ремонт прецизионных деталей селективной подборкой проводят следующим образом. Их раскомплектовывают, очищают от нагара и отложений и обрабатывают до выведения следов износа.

Втулки плунжеров, корпуса распылителей и седла клапанов обрабатывают на вертикально-доводочных станках притирами с использованием доводочных паст различной зернистости. Обработку плунжеров, игл распылителей и клапанов проводят чугунными притирами (рис. 4.31) на плоскодоводочных станках или доводочных бабках с применением специальных паст.

Детали промывают в бензине или дизельном топливе и замеряют. Диаметр отверстий определяют ротаметром, а размеры плунжеров, игл распылителей и нагнетательных клапанов (по посадочному пояску) — рычажными скобами с ценой деления 2 мкм. Далее их сортируют по размерным группам и проводят подборку. Плунжер подбирают так, чтобы он мог войти во втулку на 1/3 своей длины от усилия руки. Спаренные детали взаимно притирают на доводочных бабках.

Плунжер устанавливают в цанговый патрон шпинделя бабки и втулку закрепляют в оправке. На плунжер наносят пасту НЗТА М3 и тонкую пасту ГОИ и притирают прецизионную пару до тех пор, пока одна деталь полностью не войдет в другую. Затем пару тщательно промывают в чистом дизельном топливе и доводят ручной притиркой с помощью полировочной пасты НЗТА М1. В хорошо промытой и притертой паре плунжер должен свободно опускаться под действием собственной массы в любом положении на всю длину хода.

Аналогично проводят совместную притирку распылителей форсунок и клапанных пар. После этих операций прецизионные детали испытывают на гидравлическую плотность, по которой их маркируют, консервируют и упаковывают. Таким способом удастся восстановить до 20 % плунжерных пар и 40...50 % клапанных пар и распылителей.

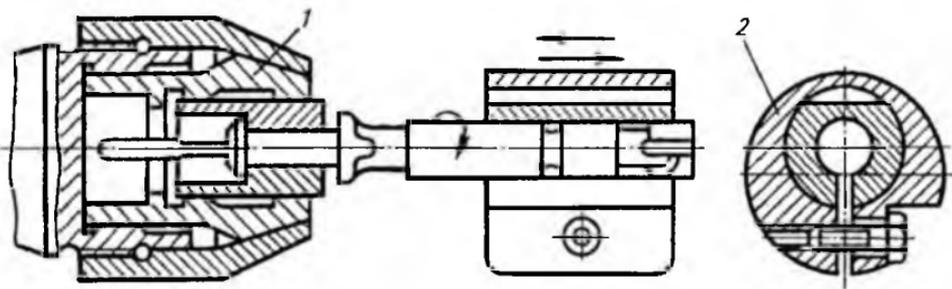


Рис. 4.31. Схема притирки плунжера:

1 — шпиндель станка; 2 — зажимное приспособление

Гальваническое хромирование. Ремонт прецизионных пар гальваническим хромированием сводится к следующему. Плунжерные пары раскомплектовывают, детали очищают от грязи и отложений. Отверстие во втулке обрабатывают до выведения следов износа на вертикально-доводочном станке с помощью специально самоустанавливающегося приспособления и чугунных разжимных притиров.

В процессе обработки важно обеспечить постоянство зазора между притиром и обрабатываемой поверхностью. Поэтому его насаживают на коническую оправку. Для черновой доводки используют пасту М28, для чистовой — пасты М3 и М5. Обрабатывают отверстия с обеих сторон втулки, поворачивая ее на 180° , что увеличивает точность геометрической формы. Притир должен выходить за пределы детали в крайних положениях на $1/4$ его длины. Частота вращения притира $200\text{--}250 \text{ мин}^{-1}$ и число двойных ходов $35\text{--}40$ в 1 мин.

По окончании обработки втулки тщательно промывают в бензине и обдувают сжатым воздухом. Овальность, конусность, кривизна и бочкообразность отверстия после чистовой доводки допускаются не более $0,001 \text{ мм}$, шероховатость поверхности — не ниже $R_a = 0,08 \text{ мкм}$.

Размеры отверстия контролируют пневматическими калибрами. Обработанные втулки сортируют по группам с интервалом $0,001 \text{ мм}$ и укладывают в специальную тару. Уплотнительный торец втулки притирают на плоскодоводочных станках пастой М3.

Отверстия не восстанавливают до начальных размеров. Зазор компенсируют за счет увеличения размеров плунжера гальваническим хромированием, перед которым его шлифуют на бесцентровошлифовальном станке до выведения следов износа. Затем притирают плунжер на плоскодоводочном станке для придания необходимой геометрической формы и шероховатости поверхности. Во избежание образования дендритов притупляют острую кромку его торца шлифовальным кругом.

Далее детали поступают в гальваническое отделение, где их хромируют. Отхромированные плунжеры подвергают многостадийной механической обработке. Черновую обработку проводят на бесцентровошлифовальных станках, а чистовую — на круглошлифовальных станках 14Ш-173. Затем детали доводят сначала на плоскодоводочном станке чугунными притирами с использованием паст М28 и М10, а затем притирают на доводочной бабке с применением пасты КТ 3/2. В результате этого достигаются требуемая точность деталей (овальность, конусность не более 1 мкм) и шероховатость поверхности ($R_a = 0,08 \text{ мкм}$). Восстановленные плунжеры сортируют на размерные группы через 1 мкм .

Окончательно плунжерную пару обрабатывают совместной доводкой деталей после их подборки. К каждой втулке подбирают плунжер, диаметр которого меньше на 1 мкм диаметра отверстия.

Совместную обработку проводят на доводочной бабке пастой М1. Затем контролируют гидравлическую плотность плунжерных пар, которая должна быть не мене 15 с. Если она ниже 15 с, то их раскомплектовывают и отправляют на повторную сборку. Годные плунжерные пары сортируют по группам плотности, маркируют и отправляют на консервацию.

После каждой доводочной операции многостадийной обработки детали тщательно промывают в бензине. По аналогичной технологии восстанавливают распылители форсунок и клапанные пары.

Изготовление ремонтной детали. Восстановление прецизионных пар за счет гальванического хромирования одной из деталей характеризуется рядом недостатков. Поэтому на заводах-изготовителях плунжерные пары ремонтируют постановкой нового плунжера увеличенного размера.

Изношенную втулку хонингуют до выведения следов износа, затем азотируют (втулки насоса распределительного типа) и доводят. Затем втулки сортируют на 40 размерных групп. Плунжеры увеличенного ремонтного размера подбирают к втулкам и проводят совместную доводку деталей. Это позволяет получить 100%-й ресурс прецизионных пар, но и приводит к значительному расходу запасных частей, дефицитного материала и увеличению производственных мощностей завода-изготовителя за счет установки дополнительного технологического оборудования.

Повышение долговечности прецизионных деталей диффузионной металлизацией. Характерная особенность прецизионных пар заключается в потере ими работоспособности при малом износе деталей, что ограничивает ресурс топливных насосов и форсунок. В основном преобладает абразивное изнашивание. Из рисунка 4.32 видно, что в области I, когда $H_m > H_a$, абразивного изнашивания практически нет. В области III износ постоянен и $H_a > H_m$, а отношение H_a/H_m равно 1,3...1,7.

Область II — это переходная зона. Износ изменяется от нуля в точке H_m до конечной величины в точке kH_m , где $k = 0,7...1,1$.

Исходя из этого, можно определить необходимый диапазон твердости материала, начиная с которого абразивное изнашивание будет практически отсутствовать, т.е.

$$H_m = H_a/k. \quad (4.9)$$

Кварц и гранит — основные элементы почвы. Они составля-

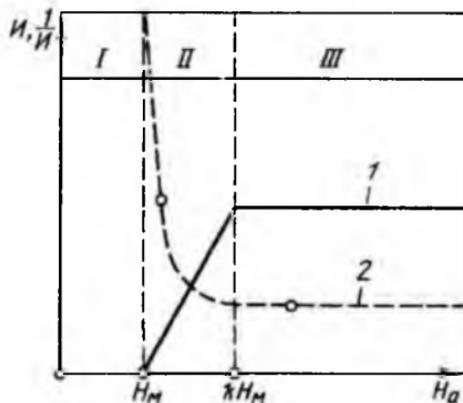


Рис. 4.32. Зависимость износа (I) и относительной износостойкости (2) материала твердостью H_a от твердости абразива H_m в областях I...III

ют 36,6...70,8 %. Частицы размером 0,001...0,005 мм плохо задерживаются фильтрами и могут попадать в прецизионные соединения. В почве их содержится до 20 %.

Принимая крайние значения твердости кварца и гранита 8200...11 300 МПа, получим, что микротвердость материала при абразивном изнашивании должна быть 16 000...17 000 МПа.

Микротвердость материала деталей плунжерных пар, изготавливаемых из стали ХВГ, не превышает 8000 МПа и из азотированной стали 25Х4МА — 10 000...11 000 МПа. Микротвердость игл распылителя из стали Р18 не более 12 000 МПа. Таким образом, для исключения абразивного изнашивания прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры, а следовательно, повышения долговечности необходимо в 1,5...2,0 раза увеличить их поверхностную твердость.

Реализовать упругий контакт микронеровностей соприкасающихся тел и абразива (кварцевого) с материалом детали и минимизировать износ возможно лишь армированием деталей путем создания на их поверхности тугоплавких покрытий, получаемых различными способами, в частности диффузионной металлизацией. Карбидные и нитридные покрытия на основе насыщения сталей такими тугоплавкими металлами, как титан или хром, обладают требуемой поверхностной твердостью.

Диффузионная металлизация — это разновидность химико-термической обработки материалов, заключающаяся в диффузионном насыщении конструкционных материалов тугоплавкими материалами и прежде всего хромом и титаном.

При изготовлении прецизионных и других деталей применяют стали с высоким содержанием углерода (ХВГ, ШХ15 и Р18), а также малоуглеродистые легированные стали (18Х2Н4ВА и 12ХН3А), подвергаемые цементации. Прецизионные детали топливных насосов типов НД, ЯЗТА и КамАЗ выполняют из малоуглеродистых легированных сталей 25Х5МА с последующим азотированием. При высоком содержании углерода или азота в сталях можно получить в процессе их насыщения карбидные, нитридные и комплексные покрытия с необходимыми свойствами.

При диффузионной металлизации одновременно с упрочнением поверхностных слоев металла увеличиваются (для втулок уменьшаются) начальные размеры деталей. Благодаря этому способу восстанавливают детали с небольшим износом (до 0,1...0,2 мм).

Плунжерные пары, поступающие в ремонт, раскомплектовывают, очищают от грязи и дефектуют. Детали с ржавчиной и местным износом (20...30 мкм) выбраковывают. Если износ не превышает 15 мкм, то их не подвергают предварительной механической обработке, остальные шлифуют (доводят) до выведения следов износа.

Металлизацию проводят в вакуумных печах СЭВ-5,5/13И2, СНВ3.6.3/13И1 при температуре 1150...1200 °С в течение 5...6 ч.

В результате диффузионного насыщения линейные размеры де-

талей изменяются на 70...80 мкм. На поверхности образуются покрытия микротвердостью 16 000...18 000 МПа, основной структурной составляющей которых служат карбиды хрома.

Для повышения несущей способности диффузионного слоя подпятник плунжера, контактирующий с регулировочным болтом толкателя, следует закалить ТВЧ. Температура нагрева 840 °С, время выдержки 7...10 с, охлаждающая среда— индустриальное масло И20А.

После хромирования детали подвергают механической обработке. Плунжеры сначала шлифуют на станке 3В182 кругом на основе синтетических алмазов 1А1 350Х50Х127Х5 АС-100/80-МВ1-100, ведущий круг ПП 250×100×127 15А12-СМ1В. Частоты вращения шлифовального и ведущего кругов соответственно 1890 и 49 мин⁻¹, поперечная подача 0,42 мм/мин, время шлифования 4 с, съем металла 25...30 мкм на диаметр.

Детали предварительно доводят на станке 3А814 чугуном притиром с применением пасты КТ10/7 30%-й концентрации (содержание по массе абразивного порошка). Частоты вращения верхнего и нижнего дисков 40 и 40,2 мин⁻¹, время обработки 10...12 с, съем металла 3...5 мкм, давление в гидросистеме 0,6 МПа. Для снятия огранки используют доводочную бабку ОВ193, чугунный притир и пасту КТ10/7. Частота вращения шпинделя 200 мин⁻¹, продолжительность обработки 36 с, съем металла 4...6 мкм.

В результате этой операции шероховатость поверхности должна быть $R_a = 0,06...0,08$ мкм, овальность и конусность плунжера — соответственно до 0,5 и 1,5 мкм. Окончательно плунжеры доводят на плосководочном станке 3А814 чугуном притиром с помощью пасты КТ3/2 20%-й концентрации при частотах вращения верхнего и нижнего дисков соответственно 40 и 40,2 мин⁻¹, времени доводки 6...8 с и съеме металла 1...3 мкм.

Шероховатость прецизионных поверхностей после окончательной доводки 0,03...0,040 мкм, овальность и конусность до 0,5 мкм. Готовые плунжеры измеряют на оптикаторе, разбивают по размерным группам (через 1 мкм) и укладывают в кассеты. После каждой из перечисленных операций их промывают в бензине и продувают сжатым воздухом.

Втулки плунжеров обрабатывают так. Черновую доводку проводят на станке 3821 алмазным притиром АС6 100/80. Частота вращения притира 750 мин⁻¹, число двойных ходов 120...140 мин⁻¹, давление прижима 0,7...0,8 МПа, время обработки 16...20 с, съем металла 25...30 мкм.

Для последующей предварительной доводки используют станок 3820, чугунный притир и пасту КТ10/7 30%-й концентрации. Режим обработки: частота вращения притира 500 мин⁻¹, число двойных ходов 100...120 мин⁻¹, давление разжима 0,20...0,22 МПа, время обработки 40...45 с, съем металла 5...7 мкм.

Доводят окончательно отверстия в течение 30 с на этом же станке

с применением стального притира и пасты КТЗ/2 20%-й концентрации. Частота вращения притира 315 мин^{-1} , число двойных ходов $100...120 \text{ мин}^{-1}$, давление разжима $0,16...0,18 \text{ МПа}$, съем металла $1...3 \text{ мкм}$.

Торцы втулок обрабатывают на станке 3806Н1 сначала с пастой КТ100/80 60%-й концентрации, а затем — КТ10/7 30%-й концентрации при частоте вращения диска 40 мин^{-1} . Время на каждую операцию 6 с, суммарный съем металла $15...20 \text{ мкм}$. После обработки шероховатость поверхности втулки (по диаметру $8,5 \text{ мм}$) $0,032...0,040 \text{ мкм}$ и торца $0,08 \text{ мкм}$. Готовые втулки очищают и сортируют на размерные группы через $0,5 \text{ мкм}$. Далее проводят селективную сборку плунжерных пар, испытывают их на гидравлическую плотность, маркируют, консервируют и упаковывают.

Ускоренные стендовые испытания топливного насоса УТН-5 с восстановленными плунжерными парами и упрочненными (тем же способом) регулировочными болтами толкателя проводили по сравнению с серийным на вибродинамическом стенде в соответствии с методикой ОСТ 23.1.364.

Испытания показали высокую надежность насосов с восстановленными плунжерными парами. Ресурс серийных плунжерных пар по параметру подачи топлива на режиме пуска ($n = 100 \text{ мин}^{-1}$) составил 80 ч испытаний (8 тыс. мото-ч эксплуатации), а ресурс опытных не был исчерпан даже после 140 ч испытаний. Снижение подачи топлива за это время составило всего $10 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ (с 180 до $170 \text{ мм}^3/\text{цикл}$), в то время как у серийных — $94 \text{ мм}^3/\text{цикл}$.

Гидравлическая плотность серийных плунжерных пар после 80 ч испытаний была равна нулю (снижение от $35...40 \text{ с}$ до 0), а у опытных после 140 ч испытаний снизилась всего на 5 с и соответствовала техническим требованиям на новые плунжерные пары.

Восстановление деталей привода плунжера. Прецизионные детали и кулачковые валы топливных насосов восстанавливают на специализированных предприятиях.

Перед ремонтом кулачковый вал проверяют на изгиб, который должен быть не более $0,05 \text{ мм}$. В противном случае его правят на призмах под прессом. Изношенные опорные поверхности под подшипник и сальник наплавляют и шлифуют под номинальный размер. Овальность, конусность и биение шеек допускаются не более $0,02 \text{ мм}$. Опорные торцы должны быть перпендикулярны к поверхности шеек. Неперпендикулярность не более $0,03 \text{ мм}$.

Кулачки и эксцентрики шлифуют, используя копирувальное приспособление.

При небольших износах кулачков, когда износ в месте соединения с роликами толкателя не превышает $0,3 \text{ мм}$, их перешлифовывают на эквидистантный профиль в пределах $0,2...0,4 \text{ мм}$ толщины закаленного слоя, как и кулачковый вал двигателя.

При значительных износах профиль кулачка восстанавливают вибродуговой наплавкой или электроконтактным напеканием са-

мофлюсующихся порошков с последующим шлифованием под номинальный размер.

Шпоночные канавки фрезеруют на ремонтный размер. Ее продольная ось должна лежать в плоскости симметрии второго и третьего кулачков. Смещение оси канавки относительно плоскости симметрии кулачков не более 0,15 мм.

У толкателя изнашивается наружная направляющая поверхность, ослабляется посадка оси ролика в ушке корпуса толкателя, срывается резьба или изнашивается торец регулировочного болта.

Толкатель хромируют под номинальный или ремонтный размер. Овальность и конусность наружной поверхности должны быть в пределах допуска. При ослаблении посадки оси ролика толкатель разбирают и развертывают отверстия под ось ролика на ремонтный размер. Овальность и конусность отверстия не более 0,005 мм. Поверхность должна быть чистой, без рисок и задиров.

При срыве резьбы в корпусе или качании регулировочного болта нарезают резьбу ремонтного размера и изготавливают новый (качание не допускается). Износ его торца или тарелки нижней пружины устраняют шлифованием или заправленным по радиусу твердосплавным резцом.

У шлицевой втулки валика в основном изнашиваются шлицы и шпоночная канавка. Стороны шлицев наплавляют до ширины 12 мм, по выступам — до диаметра 56 мм электродом ЭНХ30 диаметром 4 мм, обтачивают и шлифуют наружную поверхность. Шлицы обрабатывают по ширине до требуемого размера.

Обкатка топливных насосов после ремонта. Топливные насосы после восстановления деталей и замены некоторых из них запасными собирают в соответствии с заводской инструкцией и технологическими картами на сборку.

Стенды КИ-22204, КИ-15711, КИ-6397 и КИ-6251 предназначены для обкатки, испытания и регулировки топливной аппаратуры всех отечественных дизелей с числом цилиндров до 12 на ремонтных предприятиях и станциях технического обслуживания тракторов и автомобилей.

Топливный насос высокого давления обкатывают при замене одной из основных деталей (регулятора, плунжерной пары, подкачивающего насоса и нагнетательных клапанов) сначала без форсунок на смеси дизельного топлива с маслом, а затем на дизельном топливе совместно со стендовыми форсунками. При этом частота вращения кулачкового вала насоса должна быть номинальной и должен быть открыт продувочный вентиль трубопровода. Струя топлива, выходящая из отверстия продувочного вентиля, должна быть без пузырьков и помутнений. После закрытия вентиля давление в головке насоса 0,07...0,12 МПа при нормальной работе перепускного клапана.

В таком положении насос следует обкатывать в течение 15 мин. Затем присоединяют стендовые форсунки с распылителями, отре-

гулированными на давление начала впрыскивания $13^{+0,5}$ МПа, и обкатывают насос в течение 300 мин при полной подаче топлива и номинальной частоте вращения кулачкового вала. Не допускаются заедания, стуки в соединениях насоса и регулятора, подтекание или просачивание топлива и масла в местах уплотнений, местный нагрев поверхностей деталей до температуры свыше $70...80$ °С и попадание воздуха в головку насоса. После обкатки сливают отработанное масло, заливают свежее и регулируют насос в соответствии с заводской инструкцией.

Ремонт сборочных единиц смазочной системы и системы охлаждения. Рассмотрим некоторые неисправности этих систем.

Ремонт масляного насоса. Основная неисправность масляного насоса — это снижение его подачи вследствие увеличения торцового и радиального зазоров, а также между шейками валика и пальцем ведомой шестерни и отверстиями втулок.

Торцовый зазор определяют замером осевого перемещения ведущего валика насоса с помощью индикаторных приспособлений разной конструкции (рис. 4.33). Если он меньше допустимого, то насос испытывают на стенде и определяют его объемную подачу (табл. 4.6).

4.6. Торцовый зазор (осевое перемещение) валиков масляных насосов, мм

Двигатель	Номинальный	Допустимый
Д-21	0,045...0,140	0,17
Д-144	0,080...0,175	0,21
СМД-60, СМД-62 и СМД-64	0,040...0,155	0,20
ЯМЗ-240Б	0,050...0,109	0,18

Работоспособность масляного насоса нарушается в результате увеличения зазоров соединяемых деталей, износа внутренних поверхностей втулок, корпуса, крышки и ведомой шестерни, ослабления посадки валика и осей ведомых шестерен в корпусе насоса, износа поверхности крышки, соединяемой с торцовыми поверхностями нагнетающих шестерен, боковых поверхностей гнезд под шестерни в корпусе насоса, зубьев шестерен по длине и толщине, торцовых поверхностей шестерен, гнезд и их клапанов и др.

Также наблюдаются: коробление привалочных поверхностей корпуса, трещины и обломы в корпусах и крышках; вмятины, забоины, выкрашивание и срыв ниток резьбы; повреждение деталей маслоприемников и присоединительной арматуры; износ боковых поверхностей витков и потеря упругости пружин.

Нормальное утопание шестерен в корпусе (торцовый зазор) восстанавливают съемом металла (шлифованием) с поверхности разье-

ма корпуса масляного насоса, а также устранением местного износа на поверхности крышки также шлифованием.

Наиболее сложный процесс — восстановление радиального зазора. В этом случае применяют несколько способов.

Первый способ заключается в смещении осей вращения шестерен в сторону всасывания. Растачивают гнездо под шестерни до выведения следов износа, а также эксцентрично отверстие под валик насоса и ось ведомой шестерни (с установкой в них промежуточных стальных втулок). При смещении осей на 0,7...0,8 мм достигается необходимая герметизация зубьев шестерен с боковыми поверхностями гнезд.

Второй способ состоит в расточке изношенных поверхностей гнезд корпуса и установке вкладышей с последующей их расточкой до номинального или ремонтного размера (табл. 4.7).

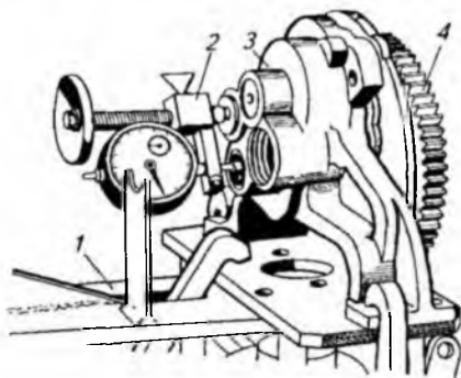


Рис. 4.33. Устройство для измерения осевого перемещения ведущего валика масляного насоса дизелей типа СМД:

1 — приспособление для разборки и сборки насосов; 2 — приспособление для измерения осевого перемещения валика насоса; 3 — корпус насоса; 4 — шестерня привода насоса

4.7. Номинальные и ремонтные размеры гнезд под шестерни в корпусе масляного насоса двигателя Д-240*

Показатель	Номинальный размер, мм	Ремонтный размер, мм		
		P_1	P_2	P_3
Глубина гнезд	28 ^{+0,060}	27,8 ^{+0,060}	27,6 ^{+0,060}	27,4 ^{+0,060}
Диаметр гнезд	42,25 ^{+0,160} +0,075	42,05 ^{+0,160} +0,075	41,85 ^{+0,160} +0,075	41,65 ^{+0,160} +0,075

Третий способ заключается в следующем. Внутренние поверхности корпуса насоса под номинальный размер восстанавливают с помощью эпоксидного компаунда такого состава (в частях по массе): эпоксидная смола ЭД-16 — 100; пластификатор ДБФ — 20; наполнитель — железный порошок — 160 (или графит — 43); отвердитель ПЭПА — 10. Перед нанесением компаунда зачищают внутреннюю поверхность корпуса шлифовальной шкуркой и обезжиривают ацетоном. Компаунд нагнетают в зазор между корпусом насоса и шаблоном, наружный размер которого соответствует номинальному диаметру гнезд.

Ремонт корпусов масляных насосов включает в себя заварку трещин, приварку обломанных частей, устранение различных износов и т.д.

Износ крышки корпуса насоса устраняют шлифованием на плоскошлифовальных станках. Толщина крышки должна соответствовать определенным значениям. Например, у двигателя Д-240 номинальная толщина крышки масляного насоса $18 \pm 0,1$ мм, допустимая — 16 мм. Шероховатость обработанной поверхности не более $R_a = 1,25$ мкм, неплоскостность 0,05 мм на длине 100 мм.

Шестерни масляных насосов с износами по высоте, с рисками и задирами на торцовых поверхностях перешлифовывают под ремонтные размеры.

Шейки валиков ведущих шестерен масляного насоса восстанавливают хромированием или железнением. Их шлифуют до выведения следов износа. Диаметр должен быть меньше номинального на 0,3 мм. Наращивают металлический слой до диаметра больше номинального на 0,1...0,15 мм. Шейку обрабатывают на круглошлифовальном станке. Шероховатость поверхностей не более $R_a = 2,5$ мкм.

Перед сборкой проверяют утопание шестерен относительно плоскости разъема корпуса (торцовый зазор), диаметральный зазор (табл. 4.8) между вершинами зубьев шестерен и гнездами (радиальный зазор).

4.8. Значения зазоров при соединении шестерен масляных насосов с гнездами корпусов

Двигатель	Секция	Торцовый зазор, мм		Диаметральный зазор между вершинами зубьев и корпусом секции, мм	
		номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
Д-21	—	0,450...0,140	0,17	0,075...0,150	0,25
Д-144	—	0,080...0,175	0,21	0,0145... 0,150	0,25
Д-240	—	0,040...0,130	0,16	0,125...0,245	0,30
СМД-60 и СМД-62	Главная	0,070...0,155	0,20	0,125...0,210	0,25
ЯМЗ-238НБ	Нагнетающая	0,065...0,151	0,18	0,135...0,290	0,26
	Радиаторная	0,035...0,082	0,13	0,135...0,290	0,26
ЯМЗ-240Б	Нагнетающая	0,050...0,109	0,18	0,195...0,260	0,32
	Радиаторная	0,045...0,102	0,15	0,195...0,260	0,32

Ремонт водяного насоса и вентиляторов. Их основные дефекты: износ втулок, подшипников, валиков и корпусных деталей; трещины; излом фланцев и крыльчаток; износ и повреждение резьбы; ослабление заклепок, крепящих лопасти вентилятора; погнутость лопастей вентилятора и нарушение его балансировки.

Трещины на корпусе, фланце и крышке корпуса водяного насоса заделывают полимерными материалами или заваривают дуговой сваркой. Далее корпус или крышку водяного насоса проверяют на герметичность. Изношенные втулки заменяют новыми.

У крыльчатки водяного насоса изнашиваются отверстия под валик и штифт. Иногда на ней образуются трещины. Изношенное отверстие крыльчатки под валик растачивают на 4...6 мм и запрессовывают в него втулку. Втулку развертывают и сверлят отверстие под штифт нормального или увеличенного размера.

У крыльчатки вентилятора в процессе работы ослабевают крепления лопастей, повреждаются крестовины, лопасти и появляются трещины. При ослаблении крепления подтягивают или заменяют заклепки. Размеры и масса замененных лопастей вентилятора должны соответствовать размерам и массе оставшихся лопастей. Погнутые крестовины правят на плите. Для балансировки их закрепляют в сборе с лопастями на валике и балансируют на приспособлении. Допустимый дисбаланс не более 30 Н·м.

Посадочные места под подшипники восстанавливают запрессовкой втулки в предварительно расточенное на 4...6 мм отверстие шкива. Затем запрессованную втулку растачивают до номинального размера.

При замене опорной втулки в корпусе насоса ее смазывают белилами или бакелитовым лаком. Посадка опорной втулки должна соответствовать данным таблицы 4.9.

4.9. Посадка опорной втулки

Дизель	Натяг в соединении опорная втулка — корпус насоса, мм	
	нормальный	допустимый
Д-240 и Д-240Л	0,012...0,056	0,01
СМД-60, СМД-62 и СМД-64	0,005...0,045	0,005
А-4 и А-01М	0,002...0,039	0
ЯМЗ-238НБ	0,005...0,042	0

После запрессовки опорной втулки проверяют монтажный размер от торца втулки до плоскости корпуса под крышку насоса, который для двигателей Д-240 и Д-240Л равен $47^{+0,3}$ мм, а для СМД-60, СМД-62 и СМД-64 — $61^{+0,3}$ мм.

В процессе сборки крыльчатку насоса укомплектовывают пружиной, удовлетворяющей следующим данным: высота в свободном состоянии 25...28 мм, усилие, развиваемое пружиной, сжатой до высоты 9 мм, не менее 25 Н.

При установке крыльчатки в сборе на валик насоса торцовую поверхность опорной втулки и соединяемую с ней поверхность уплотняющей шайбы сальника смазывают тонким слоем коллоидной графитовой смазки.

Штыв вентилятора балансируют статически.

Зазор между корпусом насоса и лопастями крыльчатки водяного насоса 0,1...1,0 мм для двигателей Д-240 и Д-240Л; не менее 07 мм для СМД-60, СМД-62 и СМД-64 и 0,3...2,0 мм для двигателей А-01М и А-41.

При сборке водяного насоса 1/2 объема его подшипниковой полости заполняют консистентной смазкой.

Ремонт радиаторов. Основные дефекты радиаторов: трещины, изгиб и разрывы трубок; отпаивание трубок от опорных пластин, смятие охлаждающих пластин; трещины на нижних и верхних баках.

Испытывают радиатор в собранном виде, погружая его в ванну с водой. Один из патрубков глушат, а через отверстие другого нагнетают воздух под давлением 0,05...0,10 МПа. По выходящим пузырькам воздуха определяют расположение поврежденных трубок.

Если дефектные трубки находятся на внешних рядах, то поврежденные места запаивают припоем ПОС-30 или ПОС-40. У дефектных трубок внутренних рядов можно запаивать концы, выключая их (не более 10 % общего числа) из работы. Если поврежденных трубок много, то их заменяют новыми или отремонтированными. Установленные трубки развальцовывают и припаивают к опорным пластинам мягким припоем ПОС-30 или ПОС-40 с помощью травленной соляной кислоты.

После ремонта сердцевину радиатора испытывают на герметичность точно так же, как и перед ремонтом.

Ремонт масляных фильтров и клапанов. Основные дефекты масляного фильтра: ухудшение герметичности ротора центрифуги вследствие износа его подшипников или повреждения уплотнения крышки; износ клапанов; износ, искривление и снижение упругости пружин клапанов; нарушение герметичности в соединениях; повреждение (трещины и вмятины) корпусных деталей и колпаков; срывы резьбы.

Для устранения трещин и приварки обломов корпусов из алюминиевых сплавов применяют аргонодуговую сварку неплавящимися вольфрамовыми электродами.

Присадочным материалом из алюминиевых сплавов служат проволока или полоса из того же сплава, что и основной материал.

Износ конической запирающей фаски на гнездах клапана устраняют обработкой ее вручную или на сверлильном станке с помощью специальных зенковок. Для герметичности шарикового клапана обработанную коническую фаску гнезда обжимают шариком данного клапана ударами молотка через наставку до образования непрерывной кольцевой лунки шириной не менее 0,2 мм.

Для герметичности плунжерных клапанов их притирают к гнездам. Цилиндрические поверхности гнезд клапанов в корпусах фильтров развертывают до ремонтного размера, который увеличен по сравнению с номинальным диаметром на 0,2 мм под плунжеры,

восстановленные хромированием, и на 0,3 мм — под вновь изготовляемые.

Износ шеек оси ротора центрифуг, соединяемых с опорными поверхностями остова ротора, устраняют хромированием до номинального или ремонтного (увеличенного на 0,1 мм) размера. Шлифуют шейки до выведения следов износа и восстановления геометрической формы. После хромирования диаметры шеек должны превышать номинальные или ремонтные размеры не менее чем на 0,4 мм. Хромированные поверхности должны быть блестящими, без трещин, волосовин, пузырчатости и других дефектов. Овальность и конусообразность шеек не более 0,015 мм.

Посадочные отверстия в остове ротора под шейки ремонтного размера оси обрабатывают комбинированной разверткой.

Сначала собирают ротор, а затем корпус с клапанами. После испытания и регулировки клапанов устанавливают на центрифугу ротор и затем колпак.

При сборке ротора прочищают сопла форсунок в остове с помощью латунной проволоки соответствующего диаметра и продувают их сжатым воздухом. Совмещают паз на торце крышки со штифтом, выступающим над цилиндрической поверхностью остова, или сборочные метки, нанесенные на крышке и остове, одну против другой (при отсутствии фиксирующего штифта). Этим сохраняется балансировка ротора.

Гайку ротора масляных центрифуг двигателей А-41, А-01М и СМД-60 затягивают с усилием, обеспечивающим передачу момента 20...40 Н·м.

Собранный ротор после ремонта, а также при обезличивании крышки и остова подвергают статической или динамической балансировке и наносят новые установочные метки глубиной не менее 0,5 мм.

Перед установкой плунжеров их гнезда смазывают чистым моторным маслом. Клапаны должны перемещаться в гнездах под действием собственной массы свободно, без зависаний. Зазоры между клапанами и цилиндрическими поверхностями гнезд у различных двигателей 0,030...0,094 мм.

Предохранительный клапан монтируют в корпус после испытания и регулировки перепускного клапана.

Перед установкой ротора шейки смазывают чистым моторным маслом. Ротор должен свободно вращаться от руки без заеданий и рывков. Зазор между шейками и отверстиями в остове или отверстиями втулок у различных двигателей 0,030...0,103 мм. Осевое перемещение ротора, закрепленного на оси, находится в пределах: 0,4...1,0 мм у двигателей Д-21 и Д-144; 0,3...1,5 мм — Д-240; 0,6...1,25 мм — у остальных дизелей.

Гайку крепления колпака фильтра двигателей Д-21 и Д-144 затягивают с усилием, обеспечивающим передачу момента не более 30 Н·м, ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б — 70...90 Н·м.

Испытание и регулировка сборочных единиц смазочной системы и системы охлаждения после ремонта. Масляные насосы и фильтры обкатывают и испытывают на стендах КИ-5278, КИ-14210 ГОСНИТИ и КИ-14211 ГОСНИТИ. На них также регулируют клапаны смазочной системы и проверяют (тарируют) масляные манометры.

На стенде КИ-5278 обкатывают насосы при частоте вращения вала 600...3000 мин⁻¹ и противодавлении 0,08...1,00 МПа.

Вращающий момент передается к испытываемому насосу от электродвигателя через фрикционный вариатор на эластичную муфту. От цилиндрического косозубого колеса приводятся в действие тахометр и механизм для подключения контрольного тахометра.

Вариатор состоит из асинхронного электродвигателя переменного тока, собственно вариатора конусного типа (фрикционная пара текстолит — чугун), механизма перемещения ведущего диска относительно ведомого и механизма для замера частоты вращения шпинделя контрольным тахометром.

Во избежание появления задиrow на цилиндрическом текстолитовом диске настраивают частоту вращения шпинделя только при работающем электродвигателе стенда.

Для контроля температуры смеси стенд оборудован электроконтактным термометром со шкалой.

Обкаточная смесь, подаваемая насосом, может проходить по двум схемам: первая — минуя плиту фильтров, через первый дроссель и заборный бак; вторая — через второй дроссель и золотниковое устройство.

Состав обкаточной смеси: 46 % (по массе) дизельного масла ДП-11 (ГОСТ 6304) и 54 % дизельного топлива (ГОСТ 305). Вязкость при рабочей температуре 16...20 мм²/с.

Для испытания фильтров и клапанов открывают краны плиты фильтров 12 (рис. 4.34). Смесь проходит через плиту фильтров в дроссель, золотниковое устройство 6 и заборный бак 1 вместимостью 150 л. Мерный бак 4 представляет собой открытую сверху емкость. На нем крепится золотниковое устройство 6, приводимое в действие электромагнитом 5. Мерный бак снабжен сливным краном

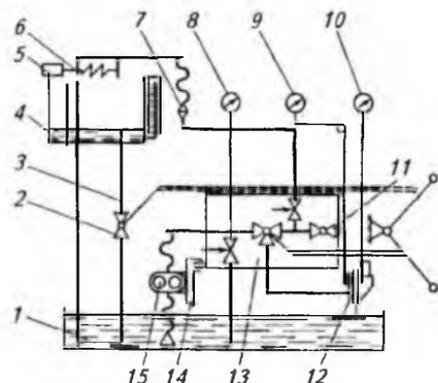


Рис. 4.34. Гидравлическая схема стенда:

1 — заборный бак; 2 и 11 — сливные краны; 3 — сливная труба; 4 — мерный бак; 5 — электромагнит; 6 — золотниковое устройство; 7 — технологический фильтр; 8...10 — манометры; 12 — плита фильтров; 13 — гидрпанель; 14 — плита установочных насосов; 15 — испытываемый насос

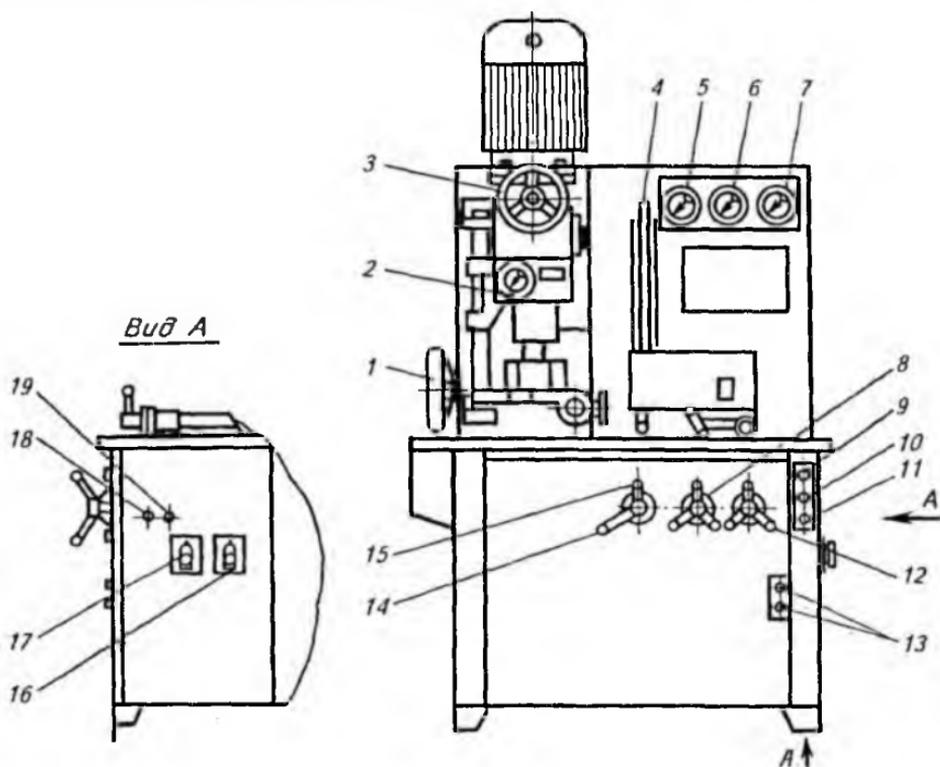


Рис. 4.35. Схема стенда для испытания смазочной системы двигателей КИ-5278:

1 — маховик подъема вариатора; 2 — тахометр; 3 — маховик управления вариатором; 4 — трубка указателя подачи масла; 5 — манометр, показывающий давление после фильтра; 6 — манометр, показывающий давление в фильтре; 7 — манометр, показывающий давление в нагнетательной ветви насоса; 8 — вентиль управления дросселем давления после фильтра; 9 — кнопка «Пуск» включения электродвигателя; 10 — кнопка «Подача» включения электромагнита для замера подачи; 11 — кнопка «Стоп»; 12 — маховичок управления дросселем давления в фильтре; 13 — кнопки автоматического выключателя; 14 — ручка включения (выключения) плиты фильтров; 15 — ручка управления сливным краном; 16 — управление электродвигателем (реверс); 17 — управление электродвигателем (частотой вращения); 18 — выключатель местного освещения; 19 — тумблер включения подогрева и автоматической регулировки температуры обкаточной смеси в заборном баке

ном 2, ручка управления которого выведена на панель остова стенда.

Обкатка. Для обкатки насоса заборный бак заполняют рабочей смесью. Вентиль 8 (рис. 4.35) и ручку 15 полностью открывают. При таком положении после включения стенда насос будет работать без нагрузки. Для ее создания постепенно закрывают вентиль 8. Создаваемое давление наблюдают по манометру 7.

Масляные насосы рекомендуются обкатывать на трех режимах:

• обкатка без нагрузки в течение 4 мин при пониженной частоте вращения валика ($1/3$ номинальной) с постепенным доведением его до номинальной частоты вращения (табл. 4.10);

4.10. Основные показатели масляных насосов и их клапанов при испытании и регулировке

Двигатель	Секция насоса или клапан	Номинальная частота вращения валика насоса, мин ⁻¹	Давление в магистрали стенда, МПа	Подача, л/мин		Давление открытия клапана, МПа
				номинальная	допустимая	
ЯМЗ-240Б	Нагнетающая	3000	0,58...0,62	130	125	0,75...0,80
	Радиаторная	3000	0,048...0,052	39	36	0,06...0,12
ЯМЗ-238НБ	Нагнетающая	3100	0,45...0,55	140	135	0,70...0,75
	Радиаторная	3100	0,04...0,06	25	23	0,08...0,12
А-41 и	Нагнетающая	3100	0,5...0,6	105	95	0,7...0,8
А-01А	Радиаторная	3100	0,18...0,22	30	27	0,25...0,32
СМД-60	Главная	1670	0,75...0,80	70	67	0,90...0,95
СМД-62	Радиаторная	1870	0,015...0,200	18,7	17	0,25...0,30
СМД-64	Прокачки	2080	0,4...0,6	13	10	1,0...1,4
СМД-17КН и его модификации	Предохранительный	1410	0,60...0,65	60	54	0,7...0,8 (давление закрытия)

с постепенным повышением давления в магистрали стенда до номинального значения (в течение 3 мин);

при номинальных частоте вращения валика и давлении в магистрали (в течение 3 мин).

При обкатке проверяют, нет ли наличия посторонних шумов в насосе, нагрева деталей и нарушения герметичности. Потение корпуса насоса и крышки не допускается. Суммарное количество перетекаемого масла (через зазоры во втулках и в местах разъема) не должно превышать 100 см³/мин.

Регулировка. После обкатки проверяют и при необходимости регулируют редукционный клапан. Включают стенд (с учетом направления вращения валика насоса), устанавливают вариатором номинальную частоту вращения валика насоса. Вентиль 8 и ручка 15 должны быть открыты.

Постепенно закрывают вентиль 8 и наблюдают за показанием манометра стенда. Определяют момент срабатывания редукционного клапана насоса (см. табл. 4.10).

Начало открытия и закрытия клапана фиксируют по появлению струи масла, вытекающего из перепускных отверстий, или по прекращении истечения масла через клапан.

Испытание. При определении подачи масляного насоса устанавливают вариатором номинальную частоту вращения валика насоса, создают номинальное давление в магистрали стенда с помощью вентиля 8 (см. рис. 4.35) и следят за повышением уровня масла в верхнем баке по мерной трубе.

Подачу шестеренных насосов и пропускную способность полнопоточных центрифуг определяют после включения золотникового устройства в течение 30 с. Шкала мерной трубы в мерном баке укажет подачу насоса или фильтра.

При проверке герметичности ротора центрифуги включают стенд и, придерживая ротор от раскручивания, повышают давление масла до 0,5...0,6 МПа. Просачивание масла из-под крышки ротора не допускается.

Незначительное просачивание масла допускается только через зазор между втулками и шейками оси, а также в местах соединения корпуса ротора со стаканом (крышкой), которое не должно превышать 0,2...0,6 л/мин.

Частоту вращения ротора центрифуги определяют тахометром через насадку, закрепленную на крышке ротора. В этом случае необходим трехкратный замер. Средние результаты должны находиться в пределах, указанных в таблицах 4.11 и 4.12.

4.11. Основные показатели неполнопоточных центрифуг масляных фильтров при испытании на стенде

Двигатель	Давление масла на входе в центрифугу, МПа	Частота вращения ротора, мин ⁻¹ , не менее
ЯМЗ-238НБ, А-41 и А-01М	0,56...0,60	5000
СМД-19, СМД-20, СМД-21, СМД-22 и СМД-22А	0,55...0,60	5500

4.12. Основные показатели полнопоточных масляных центрифуг при испытании на стенде

Двигатель	Давление масла, МПа		Расход масла через ротор центрифуги, л/мин, не менее	Частота вращения ротора, мин ⁻¹ , не менее
	на входе в центрифугу	за центрифугой		
При испытании двух роторов одновременно				
А-41 и А-01М	0,70...0,75	0,3	70	5000
При испытании каждого ротора отдельно				
СМД-60 и СМД-62	0,7...0,8	0,3	40	5200
СМД-64	0,7...0,8	0,3	40	5400
СМД-19, СМД-20, СМД-21, СМД-22 и СМД-22А	0,7...0,8	0,3	40	5200
Д-65Н и Д-65М	0,7	0,25...0,3	14	5500
Д-21	0,6	0,3...0,4	14	5500

Частоту вращения ротора центрифуги можно оценить и косвенным путем — по времени свободного вращения ротора после прекращения подачи масла в центрифугу. Для этого после разгона ротора до номинальной частоты вращения выключают стенд и одно-

временно включают секундомер. Центрифуга развивает номинальную частоту вращения, если время свободного вращения ротора не менее 20 с.

Частоту вращения ротора центрифуги более точно можно определить вибрационным язычковым тахометром ПР-1308В или строботахометром. Действие прибора ПР-1308В основано на резонансе колебаний язычка-вибратора с колебаниями оси ротора центрифуги, вызванными неизбежной неуравновешенностью ротора.

Для нахождения частоты вращения ротора центрифуги строботахометром необходимо заменить колпак центрифуги цилиндром. Включив стенд и осветив лампой ротор, измеряют частоту его вращения в момент кажущейся неподвижности вращающегося ротора.

Испытание перепускного клапана масляной центрифуги. Первыми испытывают клапаны масляных фильтров, которые открываются при наибольшем давлении, последними — при наименьшем. Например, на фильтре дизеля СМД-62 сначала испытывают клапан центробежного фильтра. В канал, по которому масло из центрифуги поступает в масляный радиатор, вставляют заглушку. Давление на выходе из фильтра регулируют вентилем 8 (см. рис. 4.35). При его закручивании давление на клапан центробежного фильтра возрастает до начала срабатывания. Если давление срабатывания меньше или больше требуемого значения, то клапан регулируют изменением упругости пружины. При ее увеличении давление срабатывания клапана возрастает. При давлении, меньшем на 0,10 МПа давления открытия клапана (табл. 4.13), подтекание не должно превышать 0,06 л/мин. Разность давлений начала открытия и конца закрытия нормально работающего клапана не более 0,05 МПа.

Испытание сливного клапана масляной центрифуги. Сливной клапан регулируют вворачиванием (увеличением давления) и выворачиванием (снижением давления) пробки пружины клапана. Давление начала его открытия определяют по манометру (см. табл. 4.13). Магистральный вентиль 8 (см. рис. 4.35) должен быть закрыт.

4.13. Давление, МПа, открытия отрегулированных клапанов различных масляных фильтров

Двигатель	Фильтр	Клапан		
		сливной	перепускной	редукционный (масляного радиатора)
ЯМЗ-240Б	—	—	0,25...0,30	—
ЯМЗ-238НБ	—	0,47...0,50	0,20...0,24	—
А-41 и А-01М	Двойной	0,45...0,50	0,20...0,24	—
	Сдвоенная полнопоточная центрифуга	0,45...0,50	0,53...0,57	—
СМД-60, СМД-62 и СМД-64	—	0,30...0,35	0,60...0,75	—

Двигатель	Фильтр	Клапан		
		сливной	перепуск- ной	редукционный (масляного ра- диатора)
СМД-19, СМД-20 и СМД-21	Двойной	0,25...0,35	0,30...0,55	0,09...0,17
СМД-22 и СМД-22А	Полнопоточная центрифуга	0,25...0,35	0,60...0,75	
Д-65Н и Д-65М Д-21	То же	0,20...0,30	0,5...0,7	0,05...0,06

Испытание водяного насоса. Водяные насосы двигателей после ремонта обкатывают и испытывают в соответствии с режимами, приведенными в таблице 4.14. При этом течь воды и перегрев насоса не допускаются.

4.14. Режим испытания водяных насосов при заданной подаче

Двигатель	Противодавление, МПа	Частота вращения валика, мин ⁻¹	Подача, л/мин, не менее
СМД-60, СМД-62 и СМД-64	0,030...0,035	230±115	425
А-41 и А-01М	0,03...0,05	2000±20	270

Восстановление зубчатых колес. Зубчатые колеса изготавливают из легированных сталей (40Х, 25ХГТ, 20ХНМ и др.). Для получения высокой поверхностной твердости зубьев (до НРС 50...60) их подвергают термической и химико-термической обработкам. Зубчатые колеса работают в условиях больших динамических нагрузок. Их зубья испытывают одновременное воздействие изгибающих моментов и контактных напряжений, подвергаются ударным нагрузкам, а при загрязнении смазочного материала — гидроабразивному изнашиванию. Изнашивание зубьев резко усиливается при перекосе и непараллельности валов.

У зубчатых колес могут быть следующие дефекты: усталостное разрушение (питтинг) и износ зубьев по толщине; износ торцовых поверхностей зубьев (у зубчатых колес непостоянного зацепления), приводящий к уменьшению их длины; выкрашивание и поломки зубьев; износ внутренней посадочной поверхности и др. Наиболее распространенный дефект — износ зубьев по длине и толщине. Например, по этому дефекту коэффициент восстановления различных зубчатых колес коробок передач комбайнов составляет 0,4...0,7, автомобилей — 0,27...0,57, тракторов — 0,55...1,00. Среднее значение износа по толщине 0,23...0,42 мм, по торцам — 1,0...6,0 мм. Максимальные износы гораздо больше.

Зубчатые колеса — массовые детали машин, достаточно дорогие и дефицитные. Из-за сложности технологии их часто не восстанавливают, а заменяют новыми, что значительно удорожает ремонт машин и приводит к потерям материала. Главные трудности возникают при восстановлении зубьев. Другие дефекты устранить проще. Для восстановления зубьев разработано и опробовано несколько вариантов технологий, которые можно объединить в следующие группы:

замена части детали;

автоматическая наплавка без последующей термообработки;

автоматическая наплавка с последующей термообработкой;

пластическое деформирование;

автоматическая наплавка с последующим деформированием.

Замену части детали применяют иногда при ремонте зубчатых колес или их блоков, когда один из венцов блока сильно изношен, а остальные имеют допустимые износы и нецелесообразно выбрасывать дорогостоящую деталь. В этом случае изношенный венец удаляют. Затем изготавливают новый зубчатый венец из стали той же марки, что и восстанавливаемая деталь, напрессовывают его на проточку и приваривают или стопорят винтами. Если изношен венец, приклепанный к ступице, то его заменяют, срезая заклепки.

Наплавка в ее различных вариантах получила наибольшее применение при восстановлении зубчатых колес. Разработаны способ и оборудование для автоматической наплавки торцов зубьев высокоуглеродистой проволокой Нп-65 диаметром 1,8...2,0 мм под слоем флюса АН-60 с принудительным формированием слоя в охлаждаемой водой медной форме (рис. 4.36). При этом сохраняются неизношенные рабочие поверхности зубьев. За счет высокой скорости наплавки, максимального снижения тепловой мощности дуги, интенсивного отвода теплоты в наплавочную форму и тело зубчатого колеса обеспечиваются закалка наплавленного металла и мини-

мальное термическое влияние на материал зубьев, что исключает необходимость термической обработки.

Наплавленную часть зубьев шлифуют по длине (торцу) и окружности выступов, а затем электрохимическим способом закругляют их торцы и обрабатывают по толщине. По описанной технологии восстанавливают зубчатые колеса с износом торцов до 4 мм. При износе зубьев по длине более 4 мм после электрохимического закруг-

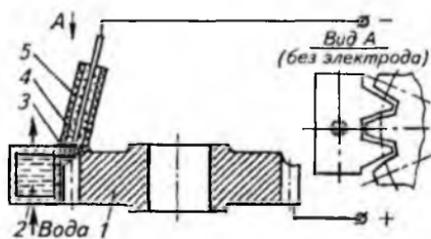


Рис. 4.36. Схема наплавки торцов зубьев под флюсом:

1 — восстанавливаемое зубчатое колесо; 2 — медная форма; 3 — сварочная ванна; 4 — электродная проволока; 5 — трубка подвода флюса

ления их торцов наплавленную часть зубьев шлифуют по боковым поверхностям.

Аналогично восстанавливают изношенные торцы зубьев автоматической аргонодуговой наплавкой дугой прямого действия неплавящимся электродом с присадочной стальной проволокой, например пружинной I или II класса (сталь 65Г).

Разработана наплавка торцов зубьев с последующей термообработкой. Наплавляют зубья ленточным электродом из стали У8А под слоем флюса АН-348А. После наплавки венец отпускают, нагревая ТВЧ до температуры 730...750 °С и выдерживая в подогретом песке. Затем обтачивают венец по вершинам и торцам зубьев, нарезают зубья, тщательно совмещая зубонарезной инструмент с впадинами между зубьями, закругляют торцы зубьев и шевингуют наплавленную часть. После механической обработки их закаляют с охлаждением в масле до твердости HRC 58...60.

Торцы зубьев восстанавливают также наплавкой в среде углекислого газа проволокой Нп-30ХГСА и др. Перед наплавкой зубчатые колеса из стали 25ХГТ нагревают до температуры 200 °С, что улучшает структуру околошовной зоны и исключает образование после наплавки холодных трещин. Далее обтачивают зубчатое колесо по торцам и вершинам (окружности) зубьев, фрезеруют зубья червячной фрезой и закругляют их торцы. Затем зубья нагревают ТВЧ до температуры 850...900 °С, закаляют в масле и отпускают, выдерживая при температуре 200 °С в течение 1 ч. Твердость наплавленного металла HRC 50...55.

При наплавке зубьев шов сжимает ступицу шестерни и ее внутренний диаметр уменьшается до 0,1 мм, что компенсирует износ посадочного отверстия. При необходимости отверстия калибруют на протяжном станке.

Технология восстановления зубьев наплавкой с последующей термической обработкой дороже и сложнее, но она обеспечивает более высокое качество по сравнению с наплавкой без термообработки.

Наплавкой можно восстановить зубья только по длине. Поэтому она не всегда обеспечивает необходимую точность.

Разработаны способы восстановления зубчатых колес *пластическим деформированием*, при котором износ зубьев и шлицев компенсируют за счет пластического перемещения предварительно нагретого металла с нерабочих участков на изношенные. Зубчатое колесо нагревают до температуры 1100...1200 °С в нейтральной среде (соляной ванне), укладывают в матрицу штампа и прессуют под прессом или молотом, выдавливая на нерабочей части кольцевые канавки и перемещая металл к изношенным поверхностям. Затем деталь отжигают в шахтной печи, обтачивают торцы, шлифуют по наружному и внутреннему диаметрам, обрабатывают шлицы протяжкой, фрезеруют, закругляют и шевингуют зубья. После этого зубчатое колесо подвергают цементации, закалке в масле и отпуску.

При недостаточном запасе металла его наплавляют под флюсом по нерабочей поверхности.

Иногда этот способ называют горячей объемной штамповкой или выдавливанием. С помощью его восстанавливают все изношенные поверхности. При этом обеспечивается высокое качество и не требуется частого расхода материала. Однако в связи с высокой стоимостью оборудования (гидравлических прессов с усилием 400...600 кН, станков и др.) этот способ экономически эффективен лишь при большой программе восстановления (более 100 тыс. шт. в год).

Разработан комбинированный способ восстановления зубчатых колес, предусматривающий получение из изношенной детали заготовки путем наплавки изношенных торцов зубьев с избытком металла и последующей штамповкой. Изношенные торцы зубьев подогретого до 250...300 °С зубчатого колеса наплавляют под флюсом АН-348А проволокой Св-18ХГС или Нп-30ХГСА. Затем зубчатый венец нагревают ТВЧ до температуры 1150...1200 °С и подают зубчатые колеса в штамп прессы. Пуансон вдавлиывает наплавленный с избытком металл в тело зубьев, а его кольцевые выступы внедряются в тело зубчатого колеса и перемещают металл в направлении зубчатого колеса. После штамповки образуются припуски для механической обработки по длине и толщине зубьев. Затем зубчатое колесо обрабатывают так же, как и после штамповки без наплавки торцов.

Корпуса коробок передач изготавливают из серого и специального чугунов или алюминиевых сплавов. Основные их дефекты: обломы и трещины; износы посадочных мест подшипников качения, отверстий и торцовых поверхностей бобышек под блок шестерен заднего хода.

Технология ремонта деталей из чугуна и алюминиевых сплавов описана ранее.

Износ торцовых поверхностей бобышек под блок шестерен заднего хода устраняют фрезерованием. Увеличение расстояния между бобышками компенсируют установкой шайб соответствующей толщины.

Валы и оси изготавливают из сталей 45, 35Х, 25ХГМ и 15ХГНТА. Основные дефекты валов и осей: износы посадочных мест под подшипники качения и шестерни, отверстия под роликовый подшипник ведущего вала, шлицев конусной поверхности под кольцо синхронизатора; износ и выкрашивание зубьев наружного и внутреннего зацеплений; изгиб, износ или повреждение резьбы.

Вмятины от роликов и износ отверстия под роликовый подшипник устраняют установкой втулки с ее последующей обработкой под номинальный размер. Забоины и отколы зубьев внутреннего зацепления зачищают. При толщине зубьев меньше допустимой ведущий вал выбраковывают.

4.2.2. ТРАНСМИССИЯ, ХОДОВАЯ ЧАСТЬ И ГИДРОПРИВОД

Ремонт сцепления. Картер сцепления изготавливают из серого чугуна или алюминиевого сплава. Основные дефекты картера: обломы и трещины; износы центрирующего отверстия, отверстий под стартер и в опорных лапах, отверстий под втулки выключения сцепления, установочных отверстий и опорных лап по высоте.

В зависимости от расположения и длины трещины картер выбраковывают, или восстанавливают дуговой или газовой сваркой. Изношенные отверстия наплавляют или в них запрессовывают втулки. Изношенное центрирующее отверстие растачивают и в него запрессовывают втулку. Его окончательно обрабатывают с использованием в качестве базовой поверхности постелей коренных подшипников блока цилиндров.

При износе опорных лап по высоте их наплавляют или приваривают накладку, а затем фрезеруют. В случае ослабления посадки втулки вала вилки выключения и ее износа выпрессовывают втулку. Развертывают отверстие под ремонтный размер. Запрессовывают втулку ремонтного размера и окончательно ее развертывают.

Ведомые диски сцеплений изготавливают из сталей 50, 65Г, а ступицы — 40Х и др. К основным дефектам ведомых дисков в сборе относятся: износ фрикционных накладок и коробление ведомых дисков, ослабление заклепок крепления ступицы и износ отверстий под заклепки, износ шлицев ступицы и торцовое биение фланца ступицы.

Ослабленные заклепки, соединяющие ведомый диск со ступицей, удаляют. При износе отверстий под заклепки в ведомых дисках, ступицах и маслоотражателях их рассверливают под ремонтный размер. Ремонтные заклепки клепают в горячем состоянии.

Ступицы со шлицами, износ которых превышает допустимый при ремонте, выбраковывают или восстанавливают пластическим деформированием.

Коробление ведомых дисков устраняют правкой на плите. Фрикционные накладки, изношенные до менее допустимой толщины или выкрошенные, заменяют новыми. Крепят фрикционные накладки пустотелыми латунными заклепками или приклеивают клеем ВС-10Т. Допускается применение заклепок из медных или латунных трубок и алюминиевых сплавов. Минимальное утопание головок заклепок в новых накладках у различных двигателей 0,6...2 мм, допустимые местные неплотности между ведомым диском и фрикционной накладкой 0,1...0,4 мм, допустимое торцовое биение поверхностей накладок относительно оси шлицевой ступицы 0,5...1,2 мм, непрямолинейность поверхности фрикционных накладок 0,3...0,8 мм, разница в толщине ведомых дисков с накладками не более 0,2...0,3 мм. Статически балансируют собранные ведомые диски.

Нажимной и промежуточные диски изготавливают из серого чугуна. Возможны следующие дефекты: износ, задиры и коробление рабочих поверхностей, трещины и изломы. Нажимной и про-

межуточные диски сцеплений протачивают или шлифуют до выведения следов дефекта. Толщина нажимного диска двигателей СМД-60, СМД-62 и СМД-64 после ремонта не менее 24,5 мм, промежуточного — 24,0 мм, двигателя ЗИЛ-130 — соответственно 34,0 и 21,0 мм.

Валы сцеплений изготавливают из стали 45. Их основные дефекты: износ посадочных мест под подшипники качения, уплотнение и муфты включения; износ и повреждение шлицев, шпоночных канавок и резьбы. Восстановление валов, шлицев, шпоночных канавок и резьб описано ранее.

Изношенные по высоте кулачки отжимных рычагов наплавляют порошковыми или другими электродами, посредством которых получают наплавленный слой высокой твердости, и шлифуют под номинальный размер по шаблону.

Изношенные отверстия в рычагах под палец или игольчатый подшипник развертывают под палец увеличенного размера или рассверливают для установки втулки. Массы отжимных рычагов одного сцепления у большинства двигателей не должны отличаться более чем на 10 г, а у двигателей СМД-60, СМД-62 и СМД-64 — на 15 г.

В процессе длительной работы с пробуксовкой детали сцепления сильно нагреваются, в том числе и пружины, что приводит к потере их упругости, которую следует проверять. Например, при сжатии пружины сцепления двигателей СМД-60, СМД-62 и СМД-64 до 54,0 мм ее упругость должна быть не менее 450 Н, для двигателей ЗМЗ-53 до 40,0 мм — не менее 620 Н. Пружины, устанавливаемые на одно сцепление, подбирают по длине и упругости.

Во время сборки сцеплений вращением регулировочных гаек добиваются такого положения, при котором поверхности кулачков отжимных рычагов находятся в одной плоскости и на определенном расстоянии от поверхности трения нажимного диска. Например, у сцепления двигателя ЗИЛ-130 оно должно быть $40,2 \pm 0,5$ мм, у ЗМЗ-53 — $43,5 \pm 0,25$ мм. Кроме того, у двухдисковых сцеплений регулируют зазор между промежуточным диском и упорными винтами.

Собранное сцепление балансируют на балансировочном стенде или приспособлении. Дисбаланс нажимного диска с кожухом сцепления двигателя ЗМЗ-53 не более 0,0036 Н·м. Диск балансируют сверлением отверстий в бобышках диаметром 11 мм на глубину не более 25 мм.

После полной сборки трактора и автомобиля регулируют зазор между отжимными рычагами и подшипником отводки, свободный ход педали сцепления.

Ремонт коробок передач. Коробки передач разбирают на специальных стендах с применением съемников и приспособлений. Не рекомендуется раскомплектовывать основные годные детали. Конические зубчатые колеса вторичного вала и заднего моста должны иметь метки, расположенные на торцах зубьев.

Боковые поверхности щек вилок переключения передач, изог-

нутые более 0,3...0,5 мм, правят на плите. Неперпендикулярность поверхностей, соединяемых с пазом шестерни, относительно оси отверстия не должна превышать 0,1 мм на крайних точках. Изношенные боковые поверхности щек наплавляют.

Изогнутые валики, штоки и рычаги правят в холодном состоянии. Биение валиков при проверке на призмах не более 0,1 мм. Изношенные поверхности наплавляют. Смещение пазов под фиксаторы $\pm 0,1$ мм.

При сборке коробок передач рекомендуется нагревать подшипники до температуры 90...100 °С. Их напрессовывают на валы до отката под прессом или же легкими ударами через наставки из латуни. Не допускается передача усилий через тела качения. Зазор между буртиком гнезда и торцом наружного кольца запрессованного подшипника не более 0,1 мм, а между буртиком вала и торцом внутреннего кольца — 0,05 мм на дуге 90°.

Подвижные зубчатые колеса должны свободно и без заеданий перемещаться по шлицам валов. Зазоры в шлицевых соединениях зубчатых колес и валов 0,025...0,400 мм. Несовпадение торцов зубьев новых зубчатых колес во включенном положении не более 0,5...1,0 мм, а бывших в эксплуатации — 2,0 мм, минимальный зазор между торцами зубьев в нейтральном положении 2,0 мм.

Для правильной последующей регулировки конического зубчатого колеса его торец должен находиться на определенном расстоянии от других деталей. Так, он должен выступать над привалочной плоскостью корпуса коробки передач трактора Т-4А на $80,0 \pm 0,1$ мм, МТЗ-80 — на $58 \pm 0,15$ мм. Расстояние от торца до оси дифференциала тракторов ЮМЗ-6Л и ЮМЗ-6М равно $130 \pm 0,15$ мм, расстояние от торца зубчатого колеса до оси заднего моста трактора ДТ-75М — $133^{+0,3}$ мм.

Вторичный вал и гидropодвижные муфты в сборе трактора Т-150К собирают так, чтобы одна стрелка, набитая на задней муфте, и две стрелки, набитые на передней муфте, были направлены по ходу трактора и расположены сверху. Стрелка на переднем торце вала должна быть обращена вверх. Работу муфт проверяют сжатым воздухом, который подводят поочередно к сверлениям на переднем хвостовике вторичного вала. Диски соответствующей муфты должны сжиматься поршнем, а после снятия давления — возвращаться в исходное положение.

Собранную коробку передач обкатывают без нагрузки и под нагрузкой и испытывают на специальных стендах. Последние различают по принципу нагружения на разомкнутые и замкнутые. На первых первичный вал соединяют с электродвигателем, а к вторичному валу присоединяют механическое, гидравлическое или электрическое тормозное устройство. Такие стенды просты по устройству, но у них большие габаритные размеры. Они энергоемки, так как тормозное устройство должно переводить энергию электродвигателя в другой вид энергии. На вторых электродвигатель 3

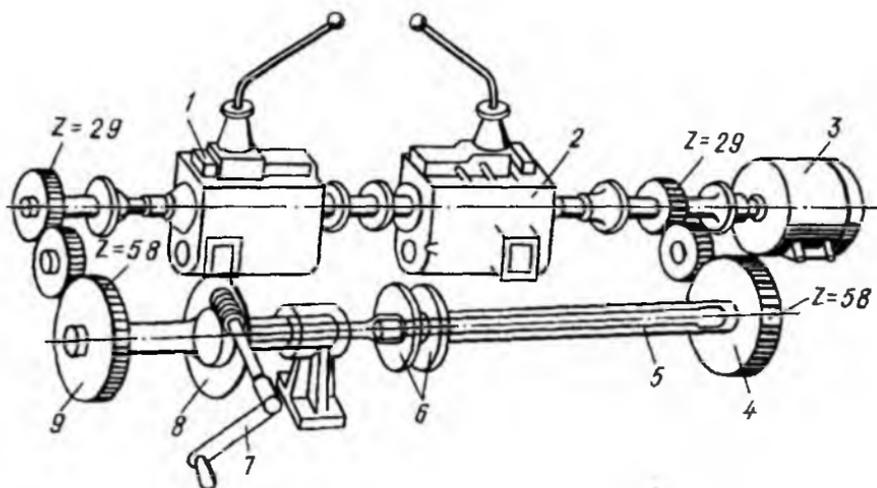


Рис. 4.37. Схема стенда для обкатки коробок передач с замкнутым методом нагружения:

1 и 2 — стендовая и испытываемая коробки передач; 3 — электродвигатель; 4 и 9 — редукторы; 5 — торсионный вал; 6 — лимбы; 7 — рукоятка; 8 — червячная передача

(рис. 4.37) через муфты и правый редуктор 4 соединен с первичным валом испытываемой коробки передач 2. Вторичный вал последней связан с помощью карданного вала со вторичным валом стендовой коробки передач 1, первичный вал которой соединен с правым редуктором 4 через левый редуктор 9 и торсионный вал 5. У редукторов 4 и 9 одинаковое передаточное отношение.

Таким образом, испытываемая коробка передач включена в замкнутый силовой контур. На ней создается нагрузка силами упругих деформаций закручиваемого на определенный угол торсионного вала 5. Последний закручивают с помощью рукоятки 7 червячной самотормозящейся передачей 8. Угол закручивания определяют по лимбу 6.

Коробку передач обкатывают в течение 2...3 мин на всех передачах переднего и заднего ходов. Во время испытаний ее нагружают определенным вращающим моментом. Проверяют исправность фиксирующих и блокирующих устройств, легкость переключения передач, работу клапанов и масляного насоса, отсутствие подтекания масла, стуков, шума шестерен и перегрева деталей. Не допускается нагрев деталей до температуры выше 65 °С зимой и 85 °С летом.

Ремонт задних мостов. Корпус трансмиссии или заднего моста трактора отливают из серого чугуна. К основным дефектам его относятся трещины, изломы, износ посадочных мест под подшипники и гнезда или стаканы подшипников, повреждение резьбовых отверстий.

Картер задних мостов автомобилей изготавливают из стали или ковкого чугуна. Основные дефекты их: погнутость, разрушение свар-

ных швов, износ посадочных мест под внутренний и наружный подшипники, износ кольца под сальник, повреждение или износ резьбы.

В зависимости от изгиба картеры правят под прессом или выбраковывают. Удаляют разрушенные сварные швы и на их место накладывают новые швы дуговой сваркой. Ее ведут электродом диаметром 5 мм при силе тока 210...240 А и обратной полярности.

Картеры редукторов выполняют из ковкого чугуна. Во время разборки редуктор не должен разуконплектовываться с крышками подшипников дифференциала, так как они обработаны совместно. Основные его дефекты: обломы на фланце, износ отверстий под подшипники или их гнезда, повреждение или износ резьбы.

Обломы и трещины, не захватывающие отверстия под подшипники, устраняют с помощью сварки. Картеры с другими обломами и трещинами выбраковывают.

Чашки коробки дифференциала изготавливают из стали 45 или ковкого чугуна. В процессе разборки правая и левая чашки не должны разуконплектовываться. Чашки с обломами и трещинами выбраковывают. Вмятины, задиры и износ торца под шайбу шестерни полуоси устраняют обработкой торцевой поверхности под ремонтный размер. Увеличение размера после механической обработки при сборке компенсируют установкой шайб соответствующего ремонтного размера.

При износе отверстий под стяжные болты в чашке сверлят новые отверстия в промежутке между старыми. Сферическую поверхность под шайбы сателлитов с вмятинами, задирами или износом растачивают фасонным резцом под ремонтный размер. Для компенсации увеличения размера при сборке используют шайбы ремонтных размеров. Вместо изношенных отверстий под шипы крестовины сверлят новые отверстия, расположенные под углом 45° к изношенным.

Полуоси изготавливают из сталей 45РП, 40 и 38ХГС. Полуоси с обломами и трещинами выбраковывают. Погнутые полуоси правят на прессе с последующим подрезанием фланца.

Особенность сборки задних мостов — необходимость регулировки зацепления конических зубчатых колес главной передачи, заключающаяся в правильном размещении одного относительно другого, получении нормального бокового зазора между их зубьями и зазора в роликовых конических подшипниках.

Зубчатые колеса считают установленными правильно, если вершины их начальных конусов совпадают в точке O (рис. 4.38), а образующие начальных конусов — с линией OC . Поэтому при сборке коробки передач зубчатое колесо вторичного вала крепят на расстоянии A от торца зубчатого колеса до обработанной плоскости задней стенки корпуса, что обеспечивает расположение вершины начального конуса зубчатого колеса вторичного вала на оси зубчатого колеса главной передачи.

Для установки вершины начального конуса зубчатого колеса вторичного вала или зубчатого колеса главной передачи на оси заднего

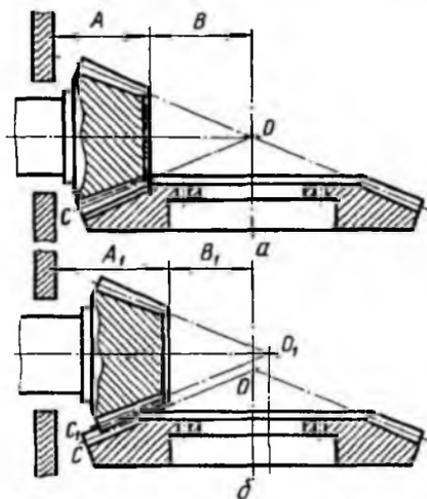


Рис. 4.38. Схема регулировки зацепления зубчатых колес главной передачи:

a — зацепление отрегулировано правильно; *б* — зацепление отрегулировано неправильно; *A* и *A₁* — расстояния от торца ведущей шестерни до привалочной плоскости корпуса коробки передач; *B* и *B₁* — расстояния от торца и до оси ведомого зубчатого колеса

моста иногда используют специальные приспособления. Калибр 2 (рис. 4.39) должен касаться торца зубчатого колеса вторичного вала. Ведущее зубчатое колесо монтируют с помощью приспособления, состоящего из скалки 5 и индикаторной головки часового типа с наконечником 6. Приспособление настраивают на размер 189 мм по шаблону 4. Скалку размещают в гнезда подшипников корпуса, а наконечник индикатора упирают в торец внутреннего кольца подшипника ведущего зубчатого колеса. По шкале индикатора контролируют его положение относительно оси заднего моста.

Рассмотрим сборку заднего моста автомобиля ЗИЛ-130. В процессе сборки картера подшипников вала ведущего конического колеса регулируют предварительный натяг конических подшипников. Картер 5 (рис. 4.40) закрепляют в тисках

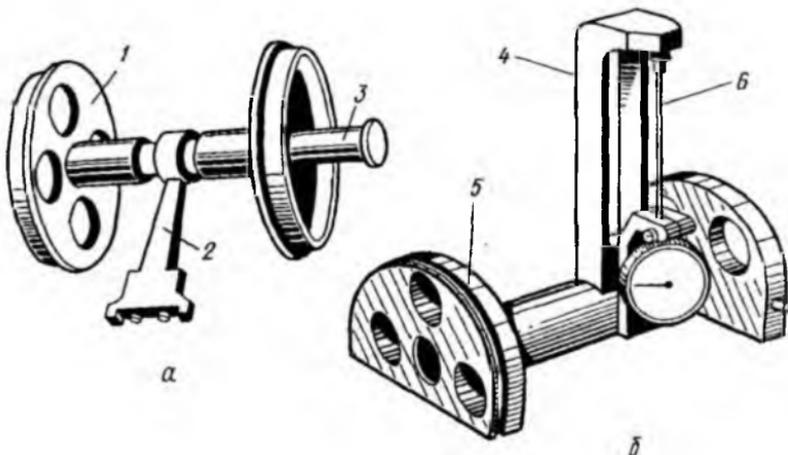
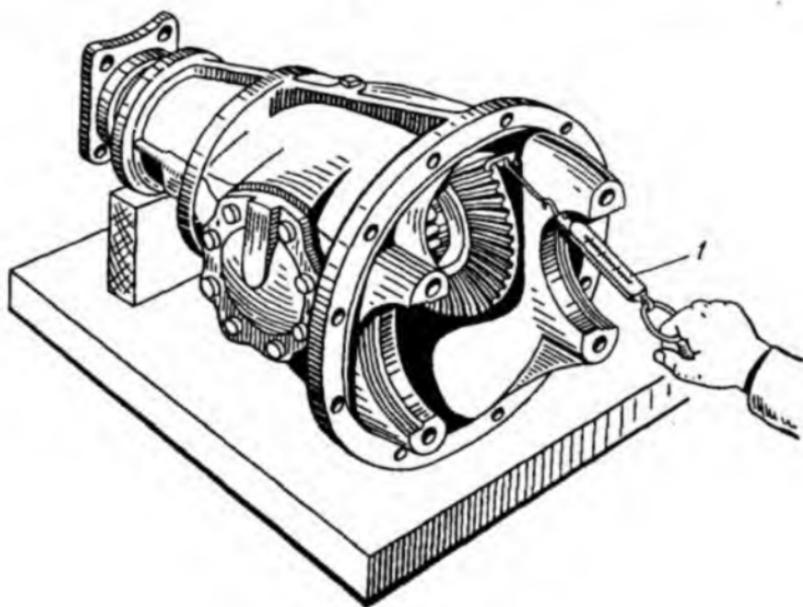
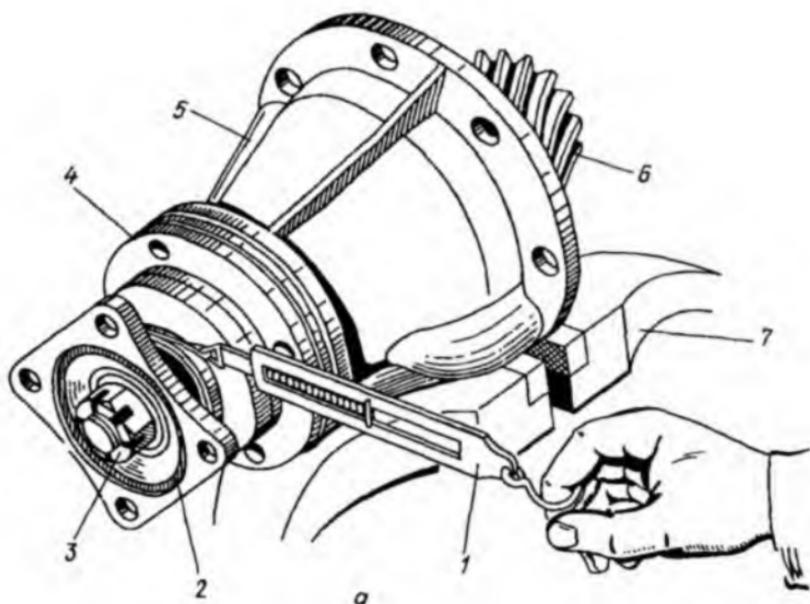


Рис. 4.39. Приспособления для установки вторичного вала (а) коробки передач трактора ДТ-75М и ведущей шестерни главной передачи (б) заднего моста трактора Т-150К:

1 — центрирующий диск; 2 — калибр; 3 — вал; 4 — шаблон; 5 — скалка; 6 — наконечник индикаторной головки



б

Рис. 4.40. Проверка регулировки подшипников и зацепления главной передачи заднего моста автомобиля ЗИЛ-130:

а и б — определение вращающего момента поворота вала соответственно ведущего конического и цилиндрического зубчатых колес; *в и г* — определение соответственно бокового зазора в зацеплении зубьев и осевого зазора в подшипниках дифференциала; *1* — динамометр; *2* — фланец; *3* — гайка; *4* — крышка; *5* — картер; *6* — ведущая коническая шестерня; *7* — тиски; *8* — индикаторная головка

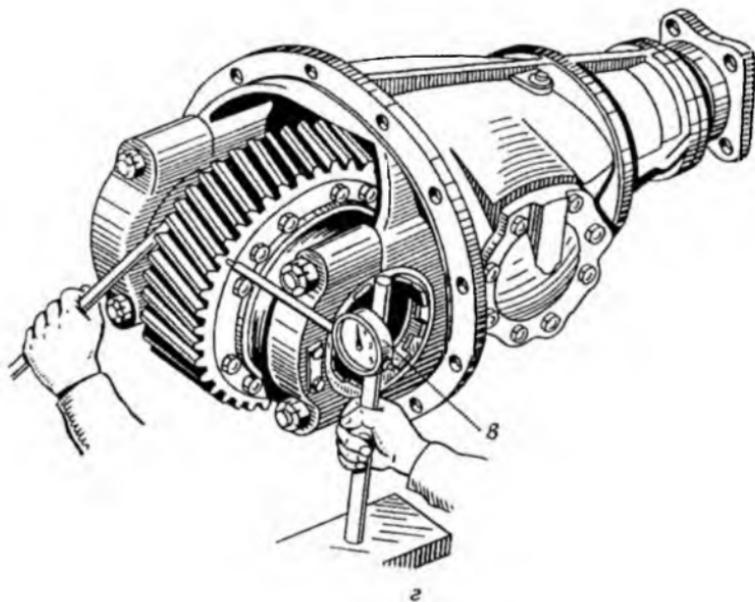
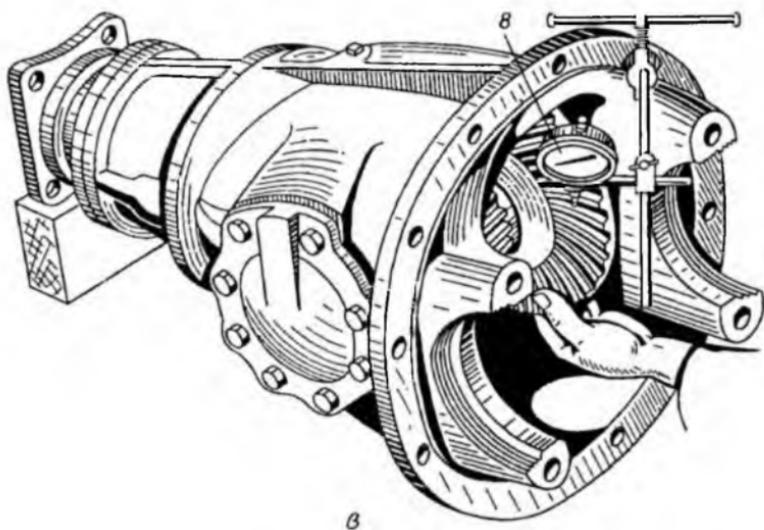


Рис. 4.40 (продолжение)

7 и проворачивают вал ведущего конического колеса не менее пяти оборотов в одну сторону. Затем с помощью динамометра I определяют вращающий момент, необходимый для проворачивания вала в подшипниках. Он должен быть $1,0 \dots 3,5$ Н·м, что соответствует усилию на динамометре $17 \dots 58$ Н. Если вал зубчатого колеса вращается туго или осевой зазор превышает $0,05 \dots 0,10$ мм, то подшипники регулируют повторно путем замены двух регулировочных шайб на шайбы другой толщины. Выпускают восемь регулировочных шайб размером $2,00 \dots 2,62$ мм.

Вращающий момент для проворачивания вала ведущего цилиндрического колеса должен быть $1,0 \dots 3,5$ Н·м. Его проверяют динамометром, закрепленным за ведомое коническое колесо. При необходимости подшипники затягивают за счет изменения числа регулировочных прокладок. Выпускают пять регулировочных прокладок толщиной $0,05 \dots 1,00$ мм. Под каждым гнездом обязательно должно быть установлено по одной прокладке этой толщины, а остальные — по мере необходимости.

На картер редуктора устанавливают узел вала ведущей конической шестерни и регулируют зацепление зубьев колес главной передачи. Зазор в зацеплении проверяют с помощью индикаторной головки δ , а правильность зацепления — по пятну контакта (рис. 4.41). Для этого на рабочие поверхности нескольких зубьев ведомого конического колеса наносят тонкий слой масляной краски. Притормаживая рукой ведомое зубчатое колесо, поворачивают ведущее колесо в обе стороны. По образовавшимся пятнам контакта судят о характере зацепления зубчатых колес (рис. 4.42). Зазор в зацеплении главной передачи должен быть $0,2 \dots 0,4$ мм, а пятно контакта — таким, как показано на рисунке 4.41. Их можно изменить передвижением ведущего и зубчатого колес (см. рис. 4.40, з). Ведущее колесо передвигают, увеличивая или уменьшая толщину прокладок между фланцем картера подшипников вала ведущего колеса и картером редуктора. Зубчатое колесо передвигают перекладыванием прокладок из-под одной крышки редуктора под другую.

Общая толщина прокладок не должна быть постоянной, иначе нарушится регулировка подшипников промежуточного вала.

При сборке дифференциала на правую и левую чашки дифференциала устанавливают внутренние кольца роликовых подшипников с помощью гидравлического пресса. Зазор между торцевой стороной полуосевых колес и внутренней поверхностью чашки дифференциала регулируют установкой опорных шайб различной толщины. Для автомобиля ЗИЛ-130 он должен составлять $0,5 \dots 0,7$ мм. Его проверяют шулом через каждое из четырех окон чашки дифференциала.

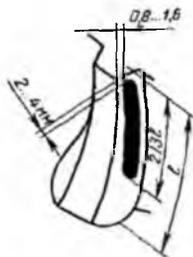


Рис. 4.41. Правильное расположение пятна контакта на зубе зубчатого колеса

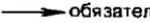
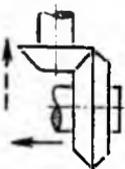
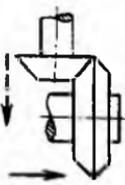
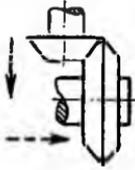
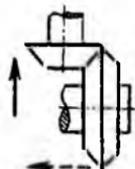
Положение пятна контакта на зубьях ведомого зубчатого колеса		Способ исправления	Направление перемещения шестерни или зубчатого колеса:  обязательное;  при необходимости
Передний ход	Задний ход		
		Придвинуть зубчатое колесо к ведущей шестерне. Если при этом получится слишком малый боковой зазор между зубьями, то отодвинуть ведущую шестерню	
			
		Отодвинуть зубчатое колесо от ведущей шестерни. Если при этом получится слишком большой боковой зазор между зубьями, то придвинуть ведущую шестерню	
			
		Придвинуть ведущую шестерню к зубчатому колесу. Если боковой зазор будет слишком мал, то отодвинуть зубчатое колесо	
			
		Отодвинуть ведущую шестерню от зубчатого колеса. Если боковой зазор будет слишком велик, то придвинуть зубчатое колесо	
			

Рис. 4.42. Способы регулировки зацепления конических колес главной передачи по пятну контакта

Осевой зазор сателлитов на шейках крестовин также изменяют с помощью опорных шайб различной толщины.

Дифференциал в сборе устанавливают так, чтобы зубья цилиндрического зубчатого колеса были расположены симметрично зубьям ведущего колеса. Осевой зазор в подшипниках дифференциала регулируют гайками. Его отсутствие проверяют индикаторной головкой, ножка которой размещена на ободе цилиндрического ведомого колеса (см. рис. 4,40, в). Установив ножку индикаторной головки на зуб ведомого цилиндрического колеса, контролируют зазор между зубьями цилиндрических колес. Для новых колес он должен быть 0,1...0,7 мм и бывших в эксплуатации — 0,1...1,0 мм.

После сборки задние мосты обкатывают и испытывают на специальных стендах. Нагревание подшипников до температуры выше 60...80 °С не допускается. При повышенном и неравномерном шуме проверяют правильность регулировки зацепления зубьев и при необходимости дополнительно регулируют.

Ремонт ходовой части гусеничных тракторов. Детали ходовой части работают в абразивной среде без смазочного материала и воспринимают значительные динамические нагрузки. Их износ часто составляет десятки миллиметров. При ремонте используют такие способы, с помощью которых можно нанести покрытия значительной толщины.

Опорные катки кареток изготавливают из стали 45Л-1. Изношенные беговые дорожки восстанавливают автоматической наплавкой под слоем флюса АН-348А или в среде водяного пара пружинной проволокой II класса. Высокую производительность и износостойкость обеспечивает наплавка порошковой лентой, содержащей по 50 % железного порошка и сормайта. Ее выполняют из стали 08 шириной 40 мм и толщиной 2,5 мм. Наплавку ведут под слоем флюса АН-60.

Находит применение широкослойная наплавка колеблющимся электродом с помощью ленты, служащей дополнительным присадочным материалом. Посредством этого способа можно получить толщину наплавленного слоя до 8 мм.

Перспективный способ восстановления беговых дорожек опорных катков — электрошлаковая наплавка, при которой по сравнению с наплавкой под слоем флюса в 10 раз сокращается расход флюса, снижается расход электроэнергии, достигается высокое качество и повышается производительность труда. Износостойкость восстановленного катка почти в 2 раза выше, чем нового.

В процессе ремонта беговых дорожек заливкой жидкого металла зачищают поверхность металлической щеткой, покрывают лаком КФ965, а затем флюсом АНШ-200 толщиной 1,5...2,0 мм. Далее нагревают ТВЧ до температуры 950...1150 °С, опускают в форму и в образовавшийся между ободом катка и формой зазор заливают расплавленный чугуи. После охлаждения деталь вынимают и зачища-

ют от приливов и заусенцев на обдирочно-шлифовальном станке. Механическая обработка не требуется.

Этот способ имеет высокую производительность, в несколько раз превышающую производительность наплавочных работ, обеспечивает надежную связь наплавленного слоя с основным металлом и износостойкость восстановленной детали на уровне новой. Он предназначен для ремонта деталей с износом более 10 мм на диаметр.

При восстановлении опорных катков постановкой бандажей их беговые дорожки протачивают. Из полосовой стали изготавливают кольцо (бандаж), нагревают его до температуры 300...400 °С, напрессовывают на каток и приваривают с торцов. Трещины в спицах заваривают дуговой сваркой с помощью электродов Э-42. Изношенные отверстия в ступице восстанавливают пластическим деформированием. Поврежденный колпак удаляют и приваривают новый.

Балансиры выполнены из стали 45Л-1. При наличии трещин, проходящих через посадочные места подшипников и втулок, изломов и сквозных поперечных трещин, балансиры выбраковывают.

Направляющие колеса изготавливают из стали 45Л-1. Колеса с изломом бурта обода на длине более 200 мм, трещинами в двух и более спицах, а также трещинами в одной спице, двух и более местах обода выбраковывают. Беговые дорожки направляющих колес наплавляют автоматической наплавкой под слоем флюса АН-348А проволокой Нп-30, а торцовую поверхность буртов обода — проволокой из стали У7 или У8.

Ведущие колеса при одностороннем износе зубьев переставляют с одной стороны трактора на другую. Значительный износ зубьев приводит к нарушению нормального зацепления ведущего колеса с гусеницей. Зубья восстанавливают ручной дуговой сваркой по шаблону, заливкой жидким металлом и приваркой секторов.

При заливке жидким металлом колесо устанавливают в кокиль 1 (рис. 4.43), заливают металлом через литниковую чашу 2 и центри-

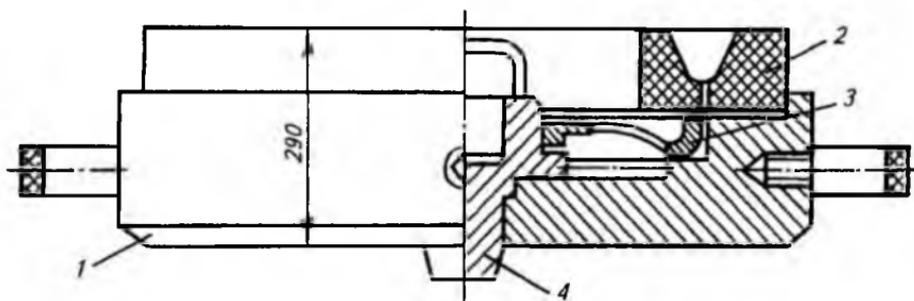


Рис. 4.43. Схема кокиля для восстановления ведущего колеса заливкой жидким металлом:

1 — кокиль; 2 — литниковая чаша; 3 — ведущее колесо; 4 — центрирующая ось

руют в кокиле с помощью центрирующей оси 4. Для увеличения сцепления заливаемого металла с поверхностью детали колесо и кокиль предварительно подогревают.

В процессе приварки секторов зубья колеса отрезают по копиру на машине АСШ-70 для кислородной резки. Колесо с обрезанными зубьями укладывают в шаблон и вместо удаленных зубьев по копиру приваривают секторы *б* (рис. 4.44) автоматической сваркой под слоем флюса АН-348А. Секторы изготавливают штамповкой или литьем. Их форма соответствует форме зубьев ведущего колеса.

Звенья гусениц выполнены из высокомарганцовистой стали 13Л с высокой износостойкостью в абразивной среде. Сварка и наплавка деталей из этой стали затруднены из-за внутренних напряжений, приводящих к образованию трещин. Около 80 % звеньев гусениц тракторов тягового класса 3 выбраковывают по причине износа отверстий проушин. Последние заливают жидким металлом, обжимают или используют индукционную наплавку.

При заливке торцы проушин зачищают на обдирочно-шлифовальном станке. В стенках со стороны наибольшего износа прожигают угольным электродом технологические отверстия диаметром 10...12 мм. Устанавливают звено проушиной вверх. В нее вставляют технологический палец, диаметр которого на 0,2...0,4 мм больше номинального диаметра отверстия. Уплотняют торцы металлическими шайбами. Затем через прожженное технологическое отверстие в проушину заливают расплавленную сталь 45Л, 50Л или 55Л.

Металл заливают в холодное звено, поэтому сплавления его с проушиной не происходит. В последней формируется вкладыш, который копирует ее изношенную часть и удерживается в ней литником, как заклепка.

Проушины звеньев гусениц восстанавливают пластическим деформированием в специальных закрытых секционных штампах.

Для этого пригодны звенья с толщиной передней стенки на дуге 120° не менее 8 мм, толщиной цевки и беговой дорожки не менее 7 мм. Их предварительно нагревают в соляной электродной печи в два приема: сначала до температуры 350...400 °С, а затем выдерживают 5 мин в расплаве хлорида бария при температуре 1000...1050 °С. Благодаря такому режиму можно избежать потерь металла в результате окисления и выгорания легирующих элементов и улучшить пластичность металла.

Нагретое звено 1 (рис. 4.45)

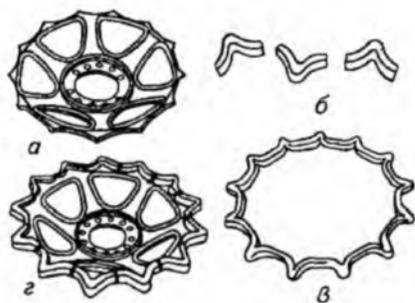


Рис. 4.44. Схемы восстановления ведущего колеса приваркой секторов:

а — колесо после обрезки зубьев; *б* — секторы новых зубьев; *в* — обрезанный зубчатый венец; *г* — колесо после восстановления

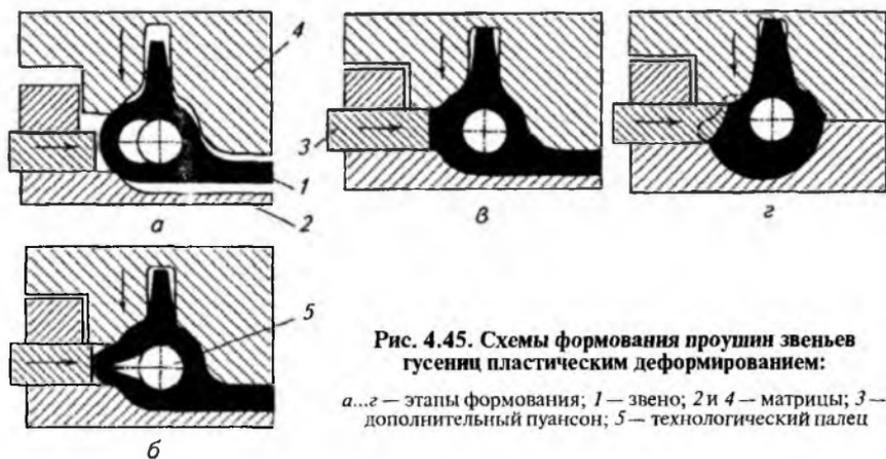


Рис. 4.45. Схемы формирования проушины звеньев гусениц пластическим деформированием:

a...г — этапы формирования; 1 — звено; 2 и 4 — матрицы; 3 — дополнительный пуансон; 5 — технологический палец

укладывают в матрицу 2, а в отверстие проушины вводят технологический палец 5. Блок основных пуансонов, перемещаясь в вертикальной плоскости, поджимает верхнюю и нижнюю проушины к пальцу и вытесняет металл к передней стенке. Дополнительные пуансоны 3 поджимают переднюю стенку к пальцу и окончательно формируют проушины. Время деформации звена в штампе 5...6 с. После обжатия звенья закаливают в холодной воде.

Разработана индукционная наплавка звеньев гусениц. Предварительно в проушины звена вставляют песчаные стержни, а их торцы закрывают. Подготовленное звено вводят в индуктор. На поверхность проушин укладывают присадочный материал в виде прутков. Затем опускают индуктор вместе со звеном в слой песка, находящегося в результате продувания через него сжатого воздуха в псевдосжиженном состоянии.

При нагреве проушины и присадочного материала ТВЧ кварцевый песок налипает на их поверхность и образует огнеупорную оболочку. В процессе дальнейшего нагревания металл проушины и присадочного материала расплавляется и заполняет часть объема между песчаным стержнем и огнеупорной оболочкой.

После этого индуктор автоматически отключается. Из него выводится звено и закаливается. Восстановленные звенья гусениц не уступают по износостойкости новым.

Ремонт ходовой части колесных тракторов и автомобилей. Продольные балки рам автомобилей изготавливают из сталей 30Т, 25, 15ГЮТ и 19ХГС, поперечины — из сталей 08, 08кп, 20, 20кп, 15ГЮТ, 20Л и др.

Погнутые или скрученные продольные балки правят в холодном состоянии с помощью винтовых и гидравлических переносных приспособлений или на стендах с гидравлическим прессом. Поврежденные кронштейны заменяют новыми.

Ослабление заклепок определяют по дребезжащему звуку и их перемещению под ударами молотка массой 250 г. Их заменяют новыми. Изношенные отверстия под заклепки развертывают под их увеличенный диаметр или заваривают на медной подкладке с последующей обработкой под номинальный размер.

Клепку выполняют с предварительным нагревом или без нагрева заклепок. В первом случае их нагревают до температуры 830...900 °С (до светло-красного цвета каления), во втором — применяют гидравлические клепальные установки ЗИЛ 5Н-366, МАЗ 62/350 и ГАЗ-82-631, с помощью которых обжимаются заклепки диаметром до 13 мм.

Трещину в продольной балке или поперечине разделяют под углом 70...90°, а ее конец засверливают сверлом диаметром 4 мм. Заваривают трещины на постоянном токе обратной полярности электродами УОНИ 13/55 или ОЗС-6 диаметром 4...6 мм. Для увеличения предела выносливости сварной шов и поверхность по обе стороны от него на расстоянии 3...4 мм упрочняют наклепом с помощью пневматического молотка со сферическим бойком диаметром 4,5 мм. Диаметр отпечатка не более 3 мм.

Трещины большой длины заваривают. На поврежденный участок устанавливают прямоугольную или ромбовидную накладку. Прямоугольные накладки приваривают только продольными швами. Если трещина проходит через все поперечное сечение продольной балки, то ее заваривают, а на поврежденный участок на заклепках устанавливают накладку коробчатого сечения.

Рессоры изготавливают из сталей 60С2, 50ХГА и др. Основной показатель их технического состояния — стрела прогиба, которую определяют в свободном состоянии и под нагрузкой. При стреле прогиба меньше допустимой и наличии других дефектов рессору разбирают. Годные листы, потерявшие упругость, отжигают, гнут по шаблону и вместе с ним закаливают, отпускают и обрабатывают дробью вогнутую сторону. Листы с обломами, трещинами и износом, превышающим допустимое значение, выбраковывают. Изношенные торцовые поверхности ушек наплавляют и фрезеруют под номинальный размер. Изношенные втулки ушек заменяют на новые. Перед сборкой листы промазывают графитовой смазкой УССа.

Балки передних мостов автомобилей выполняют из сталей 45, 30Х, 40Х и др. При наличии обломов и трещин их выбраковывают. Изгиб и скручивание проверяют на специальном стенде. Если есть отклонения геометрических параметров, то балку правят в холодном состоянии. Изношенное отверстие под клин шкворня обрабатывают под ремонтный размер. Отверстие под шкворень растачивают и в него запрессовывают втулку, которую затем обрабатывают под номинальный размер. Изношенные бобышки по высоте, следы повреждений и неравномерный износ площадок под рессоры устраняют фрезерованием.

Поворотные кулаки изготавливают из сталей 40Х, 35Х и др. Де-

тали с обломами, трещинами и с изношенными конусными отверстиями под рычаги выбраковывают. Износ проушины под бобышку балки переднего моста устраняют фрезерованием. Для обеспечения номинального зазора между бобышкой балки и проушиной поворотного кулака при сборке устанавливают шайбы. Изношенные втулки под шкворень заменяют новыми.

Шкворни поворотных кулаков сделаны из сталей 18ХГТ, 50, 45 и др. Шкворни с обломами и трещинами выбраковывают. Изношенные шкворни восстанавливают железнением и другими способами.

Ступицы направляющих колес тракторов изготавливают из серого чугуна. Детали с трещинами и изломами заменяют новыми. Изношенные резьбовые отверстия рассверливают и нарезают в них резьбу увеличенного размера. Посадочные места под подшипники и отверстия под обойму сальника восстанавливают установкой втулок.

Трещины в дисках колес тракторов заваривают, сварные швы зачищают. Погнутые диски правят. Ослабленные заклепки срубают, отверстия развертывают и устанавливают заклепки увеличенного размера.

Покрышки автомобилей подвергают двум видам ремонта: местному, при котором устраняют проколы, прорывы, разрезы и другие местные повреждения; восстановительному, предусматривающему наложение нового протектора.

При местном ремонте покрышки очищают и моют теплой водой в специальных машинах или вручную с помощью жестких волосяных щеток и сушат в течение 2...24 ч при температуре 40...60 °С. Сушка — ответственная операция, так как при наличии влаги в процессе вулканизации каркас может расслаиваться. Затем из покрышки удаляют инородные тела и вырезают поврежденные участки. Далее ремонтируемый участок обрабатывают дисковой проволочной щеткой или фигурными шарошками, закрепленными на конце гибкого вала специального станка, а затем промазывают клеем и сушат.

Клей готовят путем растворения клеевой резины в бензине Б-70. Повреждения заделывают починочными материалами (прослоечной листовой резиной, прорезиненным кордом, пластырем, манжетами и протекторной листовой резиной). Для их превращения в монолитную прочную и эластичную массу и прочного соединения с покрышкой проводят вулканизацию при температуре 143 ± 2 °С и давлении 0,5 МПа в аппаратах с паровым или электрическим подогревом. Время процесса зависит от толщины ремонтируемого участка и характера повреждения и может составлять 30...180 мин.

Ремонт гидроприводов сельскохозяйственной техники. Гидроприводы сельскохозяйственной техники включают в себя насосы, гидромоторы, распределители, гидроцилиндры, гидроаккумуляторы, гидроусилители рулевых управлений и др. Рассмотрим некоторые из них.

Ремонт шестеренных насосов. Насосы без внешних повреждений устанавливают на стенд КИ-4200, КИ-4815-03 или КИ-4815М для контроля. Если объемный коэффициент подачи меньше 0,65, то их разбирают и ремонтируют.

Объемный коэффициент подачи

$$K_Q = Q_H / Q_T \quad (4.10)$$

где Q_H — подача насоса при номинальных давлении и частоте вращения, л/мин;
 Q_T — расчетная подача насоса, л/мин.

Найдем

$$Q_T = 0,001 V_o n_{ном},$$

где V_o — рабочий объем насоса, см³/об.; $n_{ном}$ — номинальная частота вращения вала привода насоса, мин⁻¹.

В процессе разборки насосов нельзя раскомплектовывать следующие детали: ведомое и ведущее зубчатые колеса, пару нижних или пару верхних втулок (НШ32У, НШ46У и НШ50У), поджимные пластики (НШ32-2, НШ50-2, НШ50-3, НШ67-2, НШ71-3 и НШ100-2).

Широкое распространение получил способ восстановления работоспособности насосов НШ32У и НШ46У смещением зубчатых колес. Изношенные колодцы корпуса растачивают до диаметра 55,6^{+0,02} или 55,9^{+0,02} мм. В такой корпус устанавливают втулки увеличенного размера по наружному диаметру с эксцентрично расположенными отверстиями под цапфы зубчатых колес. Эксцентриситет 0,40...0,65 мм. Шестерни по окружностям выступов шлифуют под ремонтные размеры. Смещение их осей в сторону всасывающей полости насоса приводит к лучшему касанию зубьями корпуса насоса, ликвидации зазоров и созданию надежного разделяющей всасывающей и нагнетательной полостей.

При большом износе колодцев корпус восстанавливают пластическим деформированием. Его нагревают до температуры 500...510 °С, выдерживают 30 мин и обжимают в специальной пресс-форме.

Корпус 4 (рис. 4.46) насоса устанавливают в блок матриц 3 при верхнем положении ползуна пресса.

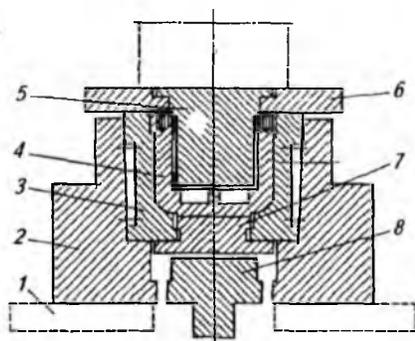


Рис. 4.46. Схема пресс-формы для обжатия корпусов насосов:

1 — станина пресса; 2 — корпус пресс-формы;
 3 — блок матриц; 4 — корпус насоса; 5 — пуансон; 6 — верхняя плита; 7 — шайба; 8 — выталкиватель

При движении последнего вниз пуансон 5 вводится в корпус, а при нажатии верхней плиты 6 на блок матрицы 3 они перемещаются вниз по внутренней конической поверхности корпуса 2 пресс-формы и обжимают корпус 4 насоса. При движении ползуна вверх пуансон 5 выводится из корпуса. Выталкиватель 8 выталкивает блок матрицы 3 из корпуса 2 вместе с обжатым корпусом. Обжатие необходимо закончить при температуре не ниже 440 °С.

Обжатый корпус нагревают в печи с температурой 490...500 °С, выдерживают в течение 30 мин и закаливают в воде при температуре 60...100 °С. Затем его вновь нагревают до температуры 180 °С и отпускают в течение 4...6 ч.

На обработанную привалочную плоскость корпуса устанавливают кондуктор и сверлят два базовых отверстия диаметром 8 мм. Кондуктор центрируют по внутренним поверхностям колодцев. Последние растачивают на специальном двухшпиндельном расточном станке типа 2705 или фрезерных станках повышенной точности.

При первом ремонте насоса НШ10Е впускную полость делают нагнетательной, а нагнетательную — впускной. Зубья шестерен насоса во время работы соприкасаются с неизношенной поверхностью корпуса, что увеличивает его подачу. Отверстия в подшипниковых блоках под цапфы растачивают и в них запрессовывают втулки из бронзовой ленты ОСЦ5-5-5.

Изношенные поверхности цапф, торцов и наружной поверхности головок зубьев шестерен шлифуют под ремонтные размеры, окончательно обрабатывая суперфинишированием и шлифованием посредством алмазных кругов. Биение торцов зубьев не более 0,01 мм, неплоскостность торцовых поверхностей 0,006 мм. По длине зуба шестерни сортируют на размерные группы с интервалом 0,005 мм.

Максимальный износ у втулки наблюдается на большой торцовой плоскости в месте контакта с зубьями колес и на поверхности отверстия — соединения с цапфой шестерен. Из изношенных бронзовых втулок на токарно-винторезном станке изготавливают заготовки, которые обезжиривают, укладывают в приспособление и заливают расплавленным алюминиевым сплавом.

После остывания втулку извлекают из приспособления. Ее торцы обрабатывают на токарно-винторезном станке, устанавливают в приспособление для обжатия втулок и обжимают на гидравлическом прессе до высоты 44 мм. При давлении 43...45 МПа материал втулки 4 (рис. 4.47) течет и заполняет свободные объемы матрицы 3. Деталь выдерживают под давлением в течение 2...3 с. Цилиндрическая часть инструмента для обработки ее отверстия во время обжатия должна находиться во внутреннем отверстии, что ограничивает вытеснение металла на отдельных участках.

Для обработки внутренней поверхности после обжатия инструмент 6 проталкивают через втулку. На нем расположены выглажи-

вающие кольца дорна, кольца протяжки, срезающие выступы поверхности, не поддающиеся пластической деформации. Втулку выталкивают из матрицы 3 с помощью опорной шайбы 5 выталкивателем 7.

Наружные и торцовые поверхности протачивают на оправке, установленной в шпинделе токарно-винторезного станка. Торцовые плоскости обрабатывают одновременно двумя резцами, расположенными так, чтобы расстояние между их режущими кромками соответствовало ремонтному размеру. По последнему детали сортируют на размерные группы через 0,005 мм.

При наличии на внутренней поверхности крышки насоса повреждений ее фрезеруют до выведения следов износа. Отверстия крышек насосов, корпуса которых восстановлены пластическим деформированием, расверливают до диаметра 11 мм.

Все детали насосов НШ10Е, НШ32У, НШ46У и НШ50У перед сборкой тщательно промывают, продувают сжатым воздухом и смазывают маслом. Втулки и шестерни комплектуют попарно согласно размерным группам. Скомплектованные детали не должны отличаться соответственно по высоте и длине зуба более чем на 0,004 мм. Высота втулки определяется расстоянием от большой до малой торцевой поверхностей.

При сборке насоса правого вращения ведущие зубчатые колеса размещают в левый колодец, а левого — в правый. Отверстие «Вход» должно быть обращено к сборщику. Ведущее колесо насоса правого вращения должно вращаться по ходу часовой стрелки, если смотреть со стороны ведущего вала. Втулки, установленные в корпусе насоса, должны быть развернуты по направлению вращения ведомого колеса.

Вкладыш и специальное уплотнение монтируют в корпусе насосов НШ32У и НШ46У со стороны отверстия с надписью «Вход». Уплотнение размещают меньшим основанием внутрь насоса. Манжеты ремонтного размера верхней крышки ставят стрелкой к отверстию «Вход» и надевают стальные кольца на шипы втулок.

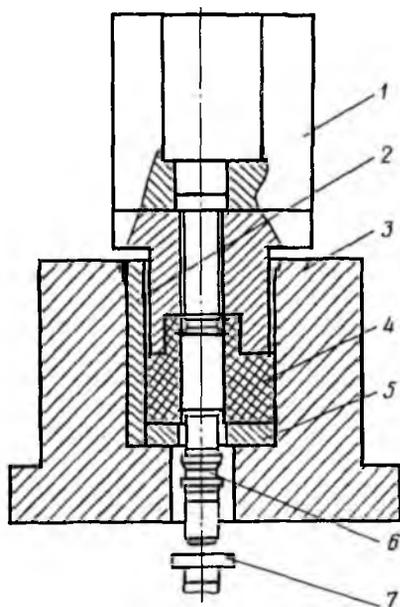


Рис. 4.47. Схема приспособления для обжатия втулок:

1 — пуансон; 2 — вкладыш; 3 — матрица; 4 — втулка насоса; 5 — опорная шайба; 6 — инструмент для обработки отверстия втулки; 7 — выталкиватель

При сборке насоса НШ50У винтовые канавки втулок и компенсаторов должны совпадать с направлением вращения зубчатых колес, а манжеты располагают со стороны полости высокого давления насоса. Торцовые поверхности манжет с внутренней выемкой поворачивают к компенсаторам.

У насосов НШ32-2, НШ50-3, НШ50-2, НШ67-2, НШ71-3 и НШ100-2 изнашиваются поверхности подшипниковой и поджимной обойм, соприкасающихся с цапфами шестерен, поверхности в местах радиального уплотнения шестерен с поджимной обоймой, цапфы ведущего и ведомого колес, платики.

Подшипниковые и поджимные обоймы с изношенными местами под цапфы колес растачивают. Затем устанавливают компенсационные вкладыши, изготовленные из бронзы, металлофторопласта и других материалов, или же наплавляют порошковой проволокой в среде аргона. Внутренние диаметры вкладышей или наплавленных поверхностей растачивают под ремонтные или номинальные размеры цапф колес. Обоймы обрабатывают со смещением опорных поверхностей подшипникового блока в сторону полости нагнетания насоса и с уменьшением межосевого расстояния.

Цапфы, поверхности выступов колес и платики шлифуют под ремонтные размеры или до выведения следов износа. Кроме того, в платиках углубляют компенсационные камеры и изготавливают утолщенные защитные пластины. Толщину последних выбирают из условия получения предварительного натяга эластичных уплотнений.

Насосы НШ32-2, НШ50-3, НШ50-2, НШ67-2, НШ71-3 и НШ100-2 собирают из скомплектованных по размерным группам зубчатых колес, платиков, поджимной и подшипниковой обойм. Сборку начинают с уплотнительного узла вала ведущей шестерни.

В корпус устанавливают манжету, опорное и стопорное кольца, со стороны нагнетания размещают манжету радиального уплотнения и опорную пластину. Установив манжеты торцового уплотнения и пластины в платики, вставляют платики в пазы уплотнительного блока. Манжеты должны находиться с противоположной рабочей камере стороны.

При сборке насоса левого вращения ведущее колесо монтируют в уплотнительный блок с правой стороны приводным валом в сторону уступа, а ведомое — с левой. Собранный узел вставляют в корпус, укладывают уплотнительное кольцо и крепят крышку.

Насосы обкатывают (табл. 4.15) и испытывают на стендах КИ-4200, КИ-4815-03 и КИ-4815М. При испытании на стенде КИ-4815М насос соединяют с приводным валом стенда и закрепляют на переходной плите. Всасывающую полость насоса 4 (рис. 4.48) соединяют шлангом 3 с расходным баком 1, а нагнетательную — шлангом 5 с нагнетательной линией стенда. Повернув рукоятку дросселя 17 в положение «Открыто» и рукоятку крана 15 переключают

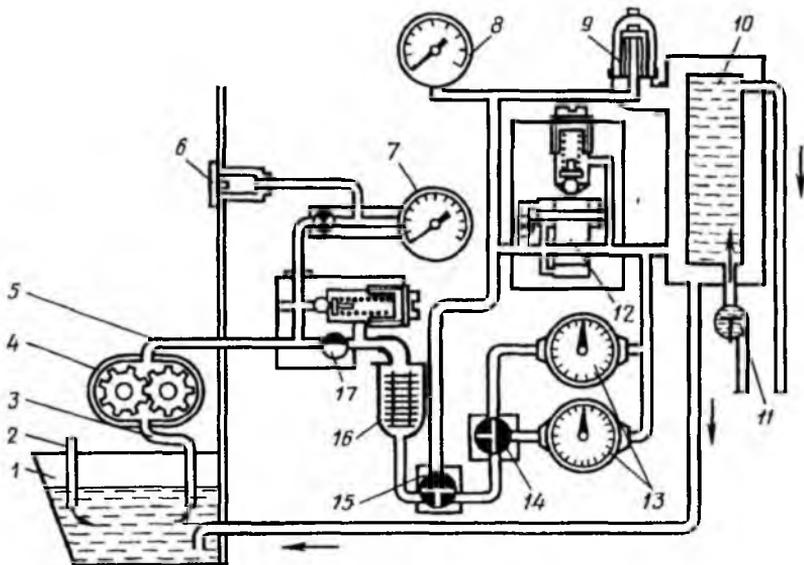


Рис. 4.48. Схема испытания насоса на стенде КИ-4815М:

1 — расходный бак; 2 — сливной штуцер; 3 и 5 — всасывающий и нагнетательный шланги; 4 — испытуемый насос; 6 — основание приспособления для регулировки гильз золотников; 7 и 8 — манометры высокого и низкого давления; 9 — центрифуга; 10 — охлаждающее устройство; 11 — терморегулятор; 12 — переливной золотник; 13 — счетчики расхода жидкости; 14 — кран переключения счетчиков жидкости; 15 — кран переключения потока; 16 — фильтр; 17 — дроссель высокого давления

чения потока в положение, при котором масло свободно проходит от насоса на слив, пускают стенд. Во время обкатки кран 14 переключения счетчиков находится в положении, при котором счетчики 13 расхода жидкости отключены.

4.15. Режимы обкатки отремонтированных насосов

Насос	Продолжительность, мин	Давление, МПа
НШ10Е, НШ32У и НШ46У	2,5	0
	4	5
	4	8
	4	10
НШ32-2, НШ50-2, НШ67, НШ100-2 и НШ50У	2,5	0
	4	7,5
	4	10
	4	14

Во время обкатки следят за нагревом корпуса и подтеканием масла. Перегрев насоса возможен в результате повышенного трения зубчатых колес о соединяемые детали или в результате больших внутренних подтеканий.

Подачу насоса определяют при температуре масла 50...55 °С. Масло в баке 1 нагревается при работе насоса под давлением. Терморегулятор 11 стенда поддерживает температуру масла в заданных пределах, пропуская воду через радиатор охлаждающего устройства 10. С помощью дросселя 17 поднимают давление в нагнетательной линии стенда до номинального значения испытываемого насоса.

Повернув рукоятку крана 14, направляют поток масла в верхний (при подаче насоса 40...120 л/мин) или нижний (до 40 л/мин) счетчик 13 расхода жидкости. В момент, когда стрелка одного из них проходит через какое-либо деление шкалы, выбранное за начало отсчета, включают электронный счетчик оборотов посредством тумблера. Следя за стрелкой счетчика 13 расхода жидкости, отсчитывают определенное количество масла. В момент прохождения стрелки через указанное значение прибор выключают.

По числу оборотов определяют подачу насоса и объемный коэффициент подачи, которые должны превышать значения, указанные в таблице 4.16. Герметичность насоса проверяют не менее чем за пять циклов нагружения поднятием давления от нуля до требуемого значения.

4.16. Нормативные значения показателей капитально отремонтированных насосов

Показатель и условия испытаний	НШ10Е	НШ32У	НШ46У	НШ32-2	НШ50-2	НШ67	НШ100-2
Максимальное давление при проверке герметичности, МПа	14,0	14,0	14,0	16,0	16,0	13,5	13,5
Коэффициент подачи	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92
Подача, соответствующая коэффициенту подачи, л/мин, не менее:	12,4	41,0	60,20	51,8	81,0	87,8	127,6
при частоте вращения вала, мин ⁻¹	1500	1500	1920	1920	1920	500	500
номинальном давлении, МПа	10,0	10,0	10,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Объем масла, пропускаемый через счетчик стенда, л	20	60	90	60	100	140	200

Ремонт распределителей. В процессе эксплуатации распределителя на конусной поверхности перепускного клапана образуется кольцевая канавка 1 (рис. 4.49), изнашиваются цилиндрические поверхности направляющей и поршневой частей клапана и внутренняя поверхность направляющей втулки. Гнездо перепуск-

ного клапана изнашивается в месте контакта с конусной поверхностью клапана.

Конусную поверхность перепускного клапана шлифуют или протачивают до выведения следов износа. Гнездо 2 обрабатывают на плоскошлифовальном станке или протачивают на токарно-винторезном до появления острой кромки. Внутреннюю поверхность направляющей втулки притирают до выведения следов износа. Направляющую и поршневую части восстанавливают хромированием или железнением с последующим шлифованием.

Направляющие втулки после механической обработки сортируют на размерные группы по наименьшему внутреннему диаметру, а клапаны — по наибольшему диаметру направляющей части. Размерные группы устанавливают через 4...5 мкм. Клапан с направляющей втулкой комплектуют по наименьшему зазору. После сборки он должен легко перемещаться во втулке.

У гнезда 3 предохранительного клапана изнашивается кромка в местах соприкосновения с шариком. При наличии фаски более 0,5 мм гнездо шлифуют на плоскошлифовальном станке или протачивают твердосплавным резцом до образования острой кромки.

Золотники с небольшими износами устанавливают в патроне притирочной бабки и притирают. На пояски наносят пасту зернистостью 30 мкм и обрабатывают притиром. После промывки на их поверхность наносят пасту зернистостью 7 мкм и при частоте вращения 300...500 мин⁻¹ проводят чистовую притирку. Притертая поверхность должна быть чистой и без следов износа. Овальность, конусность и огранка рабочей поверхности не более 0,004 мм. По диаметру поясков золотники разбивают на размерные группы через 4...5 мкм.

Золотники со значительным износом рабочих поясков шлифуют до выведения следов износа, затем проводят железнение или хромирование и снова шлифуют. Острые кромки и наросты гальванического покрытия на поясках протачивают так, чтобы образовалась фаска 0,1...0,3 мм под углом 60° к оси золотника.

Окончательно золотники обрабатывают притиром или полируют.

Изношенные поверхности отверстий корпуса распределителя под золотники восстанавливают алмазным хонингованием. При этом нет необходимости в предварительной обработке для восстановления геометрической формы.

Отверстия корпуса после хонингования промывают и измеряют диаметры пневматическим ротаметром. Царапины и чернота на

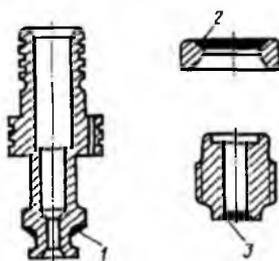


Рис. 4.49. Места наибольшего износа:

1 — кольцевая канавка перепускного клапана; 2 и 3 — гнезда перепускного и предохранительного клапанов

поверхностях отверстий не допускаются, конусность и эллипсность не более 0,004 мм. Отверстия разбивают на размерные группы через 0,004 мм. Номер группы наносят на торцевой поверхности корпуса.

Восстановленный золотник подбирают к отверстию корпуса по размерным группам. Он должен входить в отверстие и перемещаться в нем от небольшого усилия руки. Золотник, смазанный маслом, прирабатывают возвратно-поступательным и вращательным движениям к отверстиям. При номинальном зазоре (0,004...0,012 мм) он должен плавно перемещаться в отверстии под действием собственной массы.

Гнездо перепускного клапана запрессовывают в отверстие до упора. После отжатия его от гнезда стержнем и снятия нагрузки клапан должен возвращаться за счет пружины в исходное положение. Не допускаются его заедания и зависания.

Резьбу гнезда предохранительного клапана смазывают клеем АК-20 и заворачивают в корпус распределителя до отказа, установив под его торец алюминиевую или медную шайбу. Бустер к гильзе золотника подбирают по размерным группам, зазор между ними не более 0,190 мм.

Золотник монтируют в корпус распределителя так, чтобы одно из разгружающих отверстий верхних поясков было направлено в сторону перепускного клапана. После установки всех золотников пазы обойм фиксаторов должны располагаться в одной плоскости, проходящей через оси золотников.

Распределители испытывают и регулируют на стендах КИ-4200, КИ-4815М и др. Нагнетательный канал распределителя соединяют шлангом 5 (рис. 4.50) со штуцером высокого давления стенда, а штуцер нижней крышки — шлангом 6 с баком стенда. Рукоятки дросселей низкого 8 и высокого 16 давления устанавливают в положение «Открыто», а рукоятку трехходового крана 13 — «Отключен».

После пуска стенда рукоятку одного из золотников поворачивают в положение «Подъем». Удерживая его в этом положении, рукояткой дросселя 16 повышают давление в нагнетательном канале распределителя и определяют по манометру 15 давление срабатывания предохранительного клапана. Для распределителя Р75-1/1-222 оно должно быть $13,0^{+1,0}$ МПа, Р75-1/1-444 — $10,0^{+1,0}$, Р150-1/1-222 и Р160-2/4-333 — $13,0^{+1,0}$ и Р80-2/4-333 — $16,0^{+1,5}$ МПа. Если давление срабатывания не соответствует этим значениям, то клапан регулируют вращением винта.

При проверке давления срабатывания автоматического возврата золотников рукоятку проверяемого золотника ставят в положение «Подъем». Пускают стенд и рукояткой дросселя высокого давления медленно увеличивают давление в нагнетательной магистрали стенда. В момент срабатывания клапана автомата и возврата золотника в нейтральное положение оно резко падает. Давление автоматического возврата золотников у распределителя Р80-2/4-333 долж-

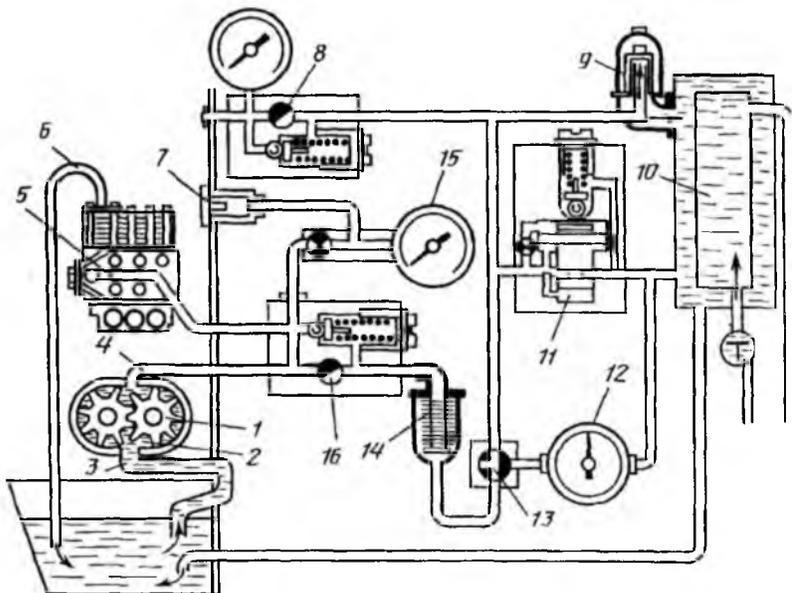


Рис. 4.50. Схема испытания распределителя на стенде КИ-4200:

1 — ведущая шестерня; 2 — насос; 3 и 4 — шланги всасывающей и нагнетательной полостей насоса; 5 — шланг нагнетательной линии; 6 — сливной шланг нижней крышки распределителя; 7 — основание приспособления для испытания гильз; 8 и 16 — дроссели низкого и высокого давления; 9 — центробежный фильтр; 10 — радиатор охлаждения; 11 — переливной золотник; 12 — счетчик расхода жидкости; 13 — трехходовой кран; 14 — фильтр; 15 — манометр высокого давления

но быть 15...16 МПа и у остальных — 11...12,5 МПа. Если оно не соответствует указанным значениям, то клапан регулируют.

Для регулирования давления срабатывания клапанов у распределителей Р-75 и Р-150 вывертывают гильзу в сборе из золотника и заворачивают в основание 7. Давление срабатывания клапана определяют по манометру и подтеканию масла через патрубок приспособления. При его регулировании в нагнетательной магистрали давление повышают дросселем высокого давления. У распределителя Р80 оно должно быть $13,5^{+0,5}$ МПа и у остальных — $11,0^{+0,2}$ МПа.

О внутренних подтеканиях в распределителе судят по объемному коэффициенту распределителя. Для этого отсоединяют шланг 6 от штуцера бака стенда. Рукоятку одного из золотников устанавливают в положение «Подъем». Дросселем высокого давления увеличивают давление в нагнетательной магистрали стенда до 8 МПа и замеряют подтекание масла из шланга, соединенного со штуцером нижней крышки распределителя. Оно должно быть не более 10 % номинальной подачи для новых и отремонтированных распределителей.

Для определения подтекания масла в соединении золотник — корпус распределителя отворачивают шланги 5 и 6 от штуцеров нагнетательного канала и нижней крышки. Штуцер нагнетательной магистрали стенда соединяют со штуцером верхней кольцевой полости проверяемого золотника. Последний устанавливают в нейтральное положение. Дросселем 8 доводят давление до 7 МПа.

При наличии зазора между золотником и корпусом масло из верхней кольцевой полости вытекает в нижнюю крышку и нагнетательный канал. Подтекание масла измеряют мензуркой, входящей в комплект стенда. Для новых и отремонтированных соединений золотник — корпус распределителей Р150 и Р160 оно не должно превышать 9 см³/мин, а для остальных — 3 см³/мин.

Ремонт гидроцилиндров и гидроаккумуляторов. Цилиндры разбирают при изгибе штока и отслаивании его хромового покрытия, внутренних или наружных подтеканиях масла.

Погнутые штоки правят под прессом в холодном состоянии, а с изгибом более 2 мм выбраковывают. После этого допускается прогиб не более 0,1 мм на длине 200 мм. Изношенную деталь шлифуют в центрах шлифовального станка на глубину 0,1...0,2 мм, хромируют и снова шлифуют под номинальный или ремонтный размер.

Изношенное отверстие под шток передней крышки растачивают. В него запрессовывают бронзовую втулку, которую приваривают со стороны полости цилиндра. Вместо приваривания втулку можно устанавливать на анаэробный герметик. Далее ее окончательно обрабатывают и растачивают кольцевую канавку под уплотнительное кольцо. При задирах или износе внутренней поверхности корпуса более чем на 0,15 мм ее шлифуют. Если его диаметр увеличится более чем на 0,32 мм, то корпус восстанавливают железением.

Задние крышки с отломанными проушинами выбраковывают. При износе отверстий задней крышки и вилки штока их рассверливают и запрессовывают втулки, которые затем приваривают и окончательно обрабатывают под размер пальцев.

Цилиндры испытывают на стенде КИ-4200 или КИ-4815М. На него монтируют насос и распределитель. Нагнетательный канал распределителя соединяют шлангом со штуцером высокого давления стенда, а штуцер нижней крышки — с баком стенда. Верхнюю и нижнюю кольцевые полости распределителя соединяют шлангами с полостями цилиндра.

Включают стенд и несколько раз, перемещая поршень в цилиндре, заполняют его полости прогретым до температуры 50 °С маслом. Устанавливая золотник в положения «Подъем» и «Опускание», наблюдают за плавностью перемещения штока. Поршень должен двигаться плавно по всей длине хода в обе стороны цилиндра при давлении не более 0,5...0,7 МПа.

Для проверки герметичности уплотнений поршня его устанавливают в среднее положение или при втянутом на $3/4$ длины штока с помощью специального упора. Отсоединив шланг внештоковой полости цилиндра от штуцера распределителя, опускают его в мензурку, а штуцер распределителя глушат пробкой. Установив рукоятку распределителя в положение, при котором масло поступает в штоковую полость цилиндра, дросселем высокого давления стенда создают давление 10 МПа. Подтекание масла через уплотнения поршня в течение 3 мин не должно превышать у цилиндров Ц55 $1,4 \text{ см}^3$, Ц75 — 2,6, Ц90 — 3,8 и Ц100 — $4,7 \text{ см}^3$.

При разборке гидроаккумулятора отворачивают пробку и сливают масло из его корпуса. Вывертывают три болта, крепящие переднюю крышку к корпусу, и на их место закручивают удлиненные технологические болты с резьбой, нарезанной до их головок. Следует иметь в виду, что на крышку действует пружина, усилие которой достигает 6500 Н. Удалив оставшиеся болты, равномерно вывертывают три технологических болта и таким образом ослабляют усилие сжатой пружины. Снимают крышку в сборе и прокладку.

На гидроаккумулятор устанавливают приспособление 2 (рис. 4.51), на стенд — насос 6 и соединяют их шлангами 1, 3 и 5.

Дросселем высокого давления стенда создают в гидроаккумуляторе давление 3 МПа. Завертывают иглу приспособления, открывают дроссель стенда, а затем выкручивают иглу. При постоянной разрядке гидроаккумулятора давление, определяемое по манометру приспособления 2, должно плавно падать.

Для проверки герметичности уплотнений аккумулятора заряжают до давления 3 МПа, заворачивают иглу приспособления 2, открывают дроссель стенда и наблюдают за давлением по манометру приспособления. Падение давления в течение 10 мин не допускается.

Ремонт гидроусилителей рулевого управления. У гидроусилителей изнашиваются золотники и соединенные с ними поверхности отверстий в корпусах и втулках. Изношенные поверхности отверстий в корпусах восстанавливают хонингованием алмазными брусками до выведения следов износа. Предварительно

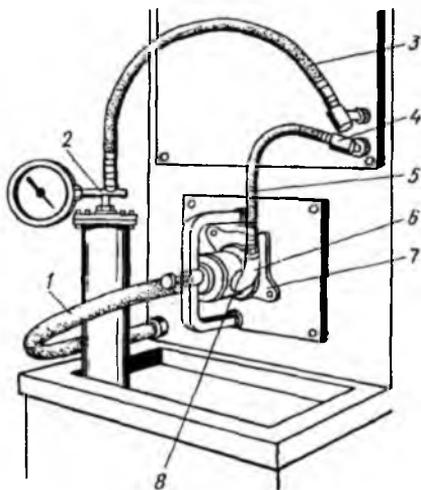


Рис. 4.51. Испытание гидроаккумулятора трактора МТЗ-80 на стенде КИ-4200:

1 — всасывающий шланг; 2 — приспособление для проверки гидроаккумуляторов; 3 и 5 — шланги высокого давления; 4 и 8 — штуцера; 6 — насос; 7 — переходная плита

их обрабатывают брусками АСП6 и окончательно — АСМ14. Отверстия корпусов с большими износами развертывают под ремонтный размер, а затем хонингуют. Их конусность и овальность после обработки не более 0,004 мм. Восстановленные отверстия разбивают на размерные группы с интервалом 0,006 мм.

Золотники шлифуют на бесцентрово-шлифовальном станке до выведения следов износа с последующим хромированием или железнением, после чего их снова шлифуют, полируют или притирают. Овальность и конусность поверхности поясков не более 0,005 мм. Твердость гальванического покрытия НРС 48...54.

Изношенную опорную поверхность рейки гидроусилителя руля тракторов типа МТЗ шлифуют на плоскошлифовальном станке до выведения следов износа. Изношенные отверстия под палец в рейке и штоке растачивают под ремонтный размер. Палец ремонтного размера изготавливают из стали 45Х.

Упоры с изношенными опорными поверхностями устанавливают в приспособление токарно-винторезного станка и подрезают торец на глубину износа. Если после этого размер между торцом и привалочной плоскостью фланца окажется менее 71,5 мм, то плоскость подрезают, обеспечив расстояние между ними $72^{+0,3}$ мм. Если канавки на торцевой поверхности будут иметь глубину менее 0,4 мм, то их углубляют до 1 мм.

Погнутые поворотные валы правят на прессе. Биение наружных шлицевых поверхностей относительно оси вала не более 0,1 мм. Изношенные шейки поворотного вала шлифуют под ремонтный размер или восстанавливают под номинальный или увеличенный ремонтный размер. Втулки растачивают под ремонтный размер или изготавливают новые.

При обломах проушин нижнего фланца корпуса гидроусилителя тракторов типа МТЗ поврежденный фланец отрезают и изготавливают из листовой стали толщиной 20 мм новой с размерами, соответствующими срезанному. Далее в нем растачивают отверстие диаметром $58^{+0,06}$ мм, запрессовывают в корпус нижнюю втулку и по ней устанавливают фланец. Во фланце и корпусе сверлят отверстия глубиной 20 мм и запрессовывают в них штифты. Кроме того, сверлят четыре отверстия, нарезают в них резьбу М12 и завертывают болты. Головки болтов должны быть утоплены во фланце на глубину 0,5...1,0 мм.

При небольших износах поверхности отверстия в корпусе гидроусилителя руля тракторов Т-40 хонингуют до удаления следов износа, при больших износах растачивают на алмазно-расточном станке под ремонтный размер $76^{+0,03}$ мм. Поршень с небольшими царапинами и задирами зачищают до удаления повреждений, а при значительных повреждениях и износе шлифуют, проводят железнение и вновь шлифуют под ремонтный размер. Изношенную поверхность отверстия поршня под золотник обрабатывают чугунными притирами с пастами на вертикально-доводочном станке.

Изношенные поверхности винтовой канавки гайки и винта гидроусилителя автомобиля ЗИЛ-130 шлифуют до удаления следов износа под ремонтные размеры на специальных резьбошлифовальных станках. Шаг винтовой канавки $18,8 \pm 0,05$ мм. Нецилиндричность внутренней канавки не более 0,04 мм. Гайки и винты сортируют на размерные группы через 0,004 мм.

При сборке гидроусилителя тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М и Т-40АМ поршень размещают так, чтобы его торец с отметкой П или фаской был обращен к передней крышке. Момент затягивания гайки переднего подшипника 50 Н·м. Группа плотности отверстия поршня должна соответствовать группе плотности золотника. Пружины, устанавливаемые в поршень, не должны отличаться в свободном состоянии по длине более чем на 0,5 мм. Заднюю гайку наворачивают на винт так, чтобы суммарный зазор между торцами передней и задней гаек и торцами поршня равнялся $1 \pm 0,1$ мм. Задняя гайка должна быть зафиксирована штифтом. Вал рулевой сошки крепят так, чтобы средний зуб поршня вошел в среднюю впадину сектора вала. Зазор между зубьями вала и поршня регулируют винтом в пределах 0,08...0,12 мм.

При сборке гидроусилителя рулевого управления тракторов МТЗ-80, МТЗ-82, Т-28Х и ЮМЗ-6М сектор монтируют на поворотный вал так, чтобы совпали метки на валу, секторе и рейке. При установке золотника в корпус торец без фаски на наружной поверхности должен быть обращен в сторону крышки корпуса. Момент затягивания гайки 20 Н·м. Затем отпускают на $1/8...1/12$ оборота до совпадения отверстия в червяке с прорезью в гайке и шплинтуют.

Зазор между червяком и сектором регулируют поворотом втулки до упора, а затем на $4...6^\circ$ в обратном направлении. Далее ее стопорят болтом. При крайнем зацеплении сектора зазор должен быть 0,03...0,08 мм, а у гидроусилителя трактора ЮМЗ-6М — 0,6...0,7 мм при среднем положении сектора.

Зазор между упором и рейкой регулируют подбором прокладок. При беззазорном зацеплении рейки с сектором и затянутых болтах упора он должен составлять 0,1...0,3 мм. Осевой зазор поворотного вала изменяют болтом, который заворачивают до упора в торец поворотного вала, а затем отпускают на $1/8...1/10$ оборота и контрят гайкой. Он должен составлять 0,01...0,15 мм.

При сборке гидроусилителя трактора Т-150К золотник подбирают к корпусу по размерным группам. Кольца упорных шариковых подшипников с меньшим центрирующим отверстием устанавливают снаружи относительно золотника. Сектор и червяк собирают по меткам на торцах зубьев. Зазор между червяком и сектором должен быть при среднем положении сектора 0,03...0,08 мм, при крайнем — 0,25...0,60 мм. При несоответствии зазоров этим значениям снимают крышку картера и изменяют число регулировочных шайб. Сошку монтируют на вал сектора по меткам.

При сборке гидроусилителя тракторов К-700 и К-701 плунжеры

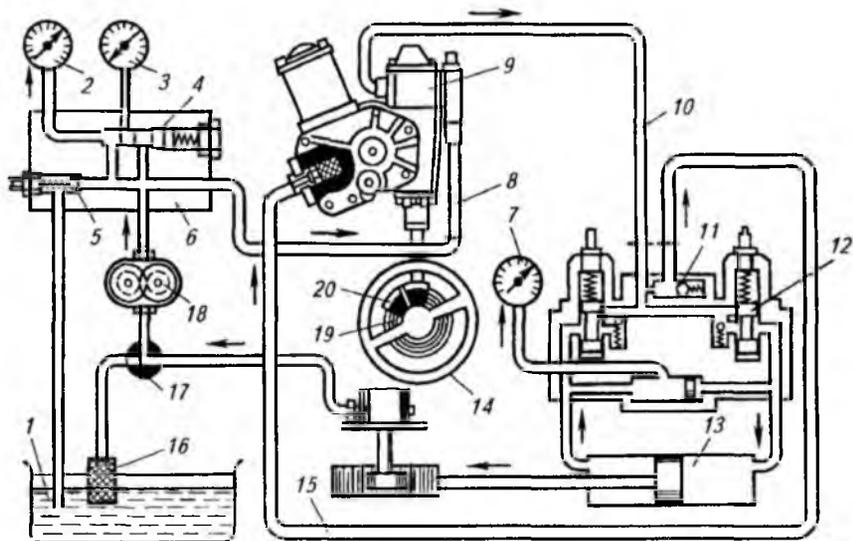


Рис. 4.52. Схема испытания гидроусилителя рулевого управления трактора МТЗ-80 на стенде КИ-4896М:

1 — бак; 2 и 3 — манометры высокого и низкого давления; 4 — клапан отключения манометра низкого давления; 5 — предохранительный клапан; 6 — гидроблок; 7 — манометр нагрузочного устройства; 8, 10 и 15 — шланги; 9 — гидроусилитель; 11, 12 и 13 — соответственно редукционный клапан, клапан и цилиндр нагрузочного устройства; 14 и 19 — рулевое колесо и шкала динамометрического устройства; 16 — сливной фильтр; 17 — кран переключения; 18 — насос; 20 — шкала измерения свободного хода рулевого колеса

размещают фасками внутрь корпуса золотника, золотник — фаской к торцевой поверхности корпуса золотника, имеющей отверстие с фаской. Шайбы золотника устанавливают так, чтобы фаска внутреннего диаметра была повернута в сторону золотника.

Обезличивание крышки и картера редуктора не допускается. Осевой разбег сектора, равный 0,05...0,15 мм, регулируют прокладками. Осевое перемещение червяка до упора при закрепленной сошке $3 \pm 0,3$ мм. Сошку монтируют на вал сектора по рискам.

На стенде КИ-4896М испытывают и регулируют гидроусилители рулевого управления тракторов МТЗ-80, МТЗ-82, Т-40, Т-40А, Т-40М и Т-40АМ, автомобиля ЗИЛ-130 и клапан управления гидроусилителя руля автомобиля ГАЗ-66.

При испытании гидроусилителя трактора МТЗ-80 на поворотный вал гидроусилителя крепят по меткам муфту, входящую в комплект стенда. Гидроусилитель устанавливают на центровочные штифты плиты стенда и крепят болтами. На шлицевой конец вала червяка надевают рулевое колесо динамометрического устройства. Отключают рейку цилиндра 13 (рис. 4.52) нагрузочного устройства

и вытягивают до отказа валик переключателя, расположенный на задней стенке стенда. Гидроусилитель соединяют шлангами 8, 10 и 15 с гидросистемой стенда.

Вращая рулевое колесо, определяют усилие по шкале динамометрического руля. Без нагрузки на сошке и при неработающем насосе оно не должно превышать 50 Н, а при работающем — 40 Н. Давление на входе в гидроусилитель при нейтральном положении золотника не более 0,5 МПа.

Давление срабатывания предохранительного клапана проверяют при температуре масла 45...55 °С и подаче 15...20 л/мин. Застопорив поворотный вал эксцентриками стенда, поворачивают червяк в обе стороны до упора и удерживают в течение 30 с в каждом из этих положений. Давление срабатывания предохранительного клапана 75...80 МПа.

Свободный ход рулевого колеса определяют также при застопоренном поворотном вале. При усилии на рулевом колесе 10...15 Н свободный ход должен быть не более 4...6°, а при 50...55 Н — 50°.

Заполняют гидроусилитель маслом. Вводят в зацепление рейку нагрузочного цилиндра, утопив валик переключателя. При работе гидроусилителя под нагрузкой, соответствующей давлению на входе в гидроусилитель 4...5 МПа, усилие по шкале динамометрического руля не должно превышать 50 Н. Поворотный вал должен вращаться без толчков и вибраций.

Герметичность гидроусилителя проверяют при давлении срабатывания предохранительного клапана в течение 1 мин. Подтекание масла не допускается.

Гидроусилитель тракторов Т-4 и Т-4А испытывают на стенде КИ-4815 с насосом НШ10Е и для тракторов Т-150К, К-700 и К-701 — КИ-4815М с насосом НШ46У.

4.2.3. РАБОЧИЕ ОРГАНЫ И СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Рама. Рама сельскохозяйственных машин — наиболее нагруженные несущие элементы, выполненные из проката разного профиля и соединенные сваркой, болтами и заклепками. Основные дефекты: ослабление болтовых и заклепочных соединений; разрушение сварных швов, износ отверстий и опорных поверхностей; трещины и разрушения поперечных связей и стоек; трещины и разрушения продольных балок, изгибы и скручивание продольных балок и поперечных связей. В процессе возникновения дефектов отдельных элементов возможна деформация всей рамы, что служит причиной нарушения работы передаточных механизмов, расположения рабочих органов, а это, в свою очередь, приводит к снижению качества работы.

Изгиб элементов рамы исправляют с помощью гидравлического или винтового приспособления. Приспособление размещают так,

чтобы траверса 1 (рис. 4.53) с цепями 3 и шток силового цилиндра находились против места наибольшего изгиба. Если изгиб рамы свыше 30 мм на 1 м длины, то участок, подлежащий правке, предварительно нагревают пламенем газовой горелки до температуры 800...850 °С (вишнево-красный цвет).

Скрученность бруса или балки определяют отвесом и измерительной линейкой. При устранении такой деформации применяют специальный рычаг. Уголки мелкого профиля выправляют специальным ключом. После правки деталь проверяют с помощью шнура, отвеса и линейки.

Трещины или изломы устраняют дуговой сваркой. Предварительно трещину и прилегающие к ней места очищают от грязи и ржавчины стальными щетками или шлифовальным кругом с гибким валом, засверливают края трещины на расстоянии 5...10 мм от их конца сверлом диаметром 4...5 мм. Если толщина свариваемых деталей меньше 5 мм, то трещину заваривают без разделки кромок; при толщине более 5 мм трещину разделяют под углом 90...100° на 2/3 толщины профиля детали шлифовальным кругом с гибким валом или крейцмеселем, зубилом и молотком.

Подготовленные участки заваривают, начиная с засверленных концов трещины. Если трещина превышает половину ширины балки, то ее заваривают с применением усиливающей стальной накладки из стали Ст.3. Длину накладки выбирают такой, чтобы она перекрывала трещину на 100...150 мм, толщина ее должна быть близка толщине основной детали при установке накладки с одной стороны или половине толщины при установке накладок с двух сторон. По высоте накладки не должны выступать за габариты основ-

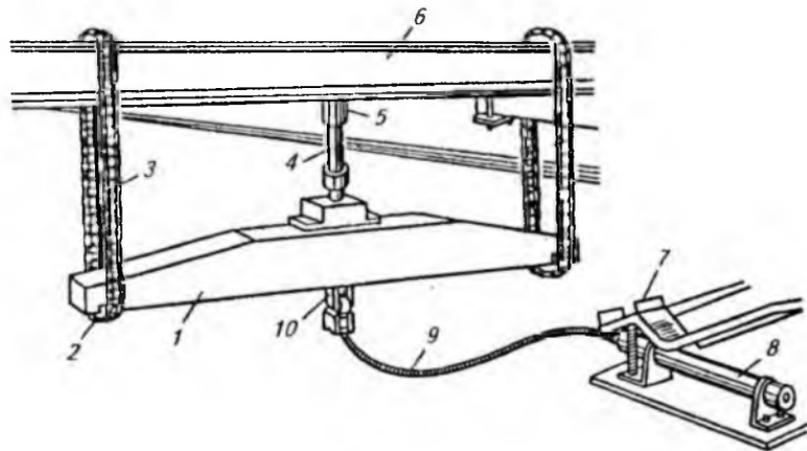


Рис. 4.53. Гидравлическое приспособление для правки рамы:

1 — траверса; 2 — сектор; 3 — роликовая цепь; 4 — сменный удлинитель штока; 5 — наконечник удлинителя штока; 6 — рама; 7 — педаль; 8 — гидравлический насос; 9 — шланг; 10 — силовой гидроцилиндр

ной детали. Накладки приваривают только продольными швами. Поперечные швы ослабляют прочность основного металла.

Кроме приварки продольными швами усиливающие накладки могут быть приварены кольцевыми швами. Для этого в усиливающих накладках просверливают отверстия диаметром 20...40 мм таким образом, чтобы поврежденное место находилось между ними, и затем по периметру этих отверстий приваривают усиливающую пластину.

Изношенные посадочные места в рамах восстанавливают наплавкой с последующей обработкой до первоначальных размеров электродуговой машиной с гибким валом.

При износе отверстий в деталях рамы их заваривают, зачищают, определяют центры и просверливают отверстия первоначальных размеров.

Ослабленные заклепочные соединения элементов рамы подтягивают на подставке, ударяя молотком по обжимке, установленной на головку заклепки, пневматическим молотом или гидравлической скобой. Если жесткость соединения не обеспечивается (прослушивается дребезжащий звук при легком постукивании молотком), головки заклепок срубаются и выбиваются стержни заклепок. Затем развертками оправляют отверстия и, плотно соединив детали, ставят новые заклепки.

Горячую клепку применяют для заклепок диаметром более 14 мм, холодную клепку при наличии мощного клепального оборудования и достаточной пластичности металла — для заклепок диаметром до 25 мм. Усилие в ньютонах горячей клепки на прессах ориентировочно равно $100F$, а при холодной клепке — $250F$, где F — площадь поперечного сечения заклепки, мм².

Более точно усилие, H , холодной клепки

$$P = Kd^{1,75} \sigma_B^{0,75},$$

где K — коэффициент формы замыкающей головки заклепки (для сферических головок $K=28,6$; для потайных $K=26,2$; для плоских $K=15,2$; для трубчатых $K=4,33$); d — диаметр заклепки, мм; σ_B — предел прочности материала заклепки при растяжении, МПа.

Техническое состояние рамы после ремонта проверяют с помощью металлической линейки, угольников, отвеса и рулетки. Проверяют прямолинейность и взаиморасположение элементов рамы, прочность сварных, резьбовых и заклепочных соединений.

Непрямолинейность балок, брусьев и грядилей рамы у плугов не должна превышать 3 мм, у дисковых борон, луцильников, культиваторов — 5, у сошников бруса зерновых сеялок — 3 мм. Разность диагоналей на прямоугольных участках по всей длине рамы у плугов, дисковых борон, луцильников, культиваторов, зерновых сеялок не более 10 мм, у кукурузных сеялок 5 мм.

При проверке рамы ее нижняя плоскость должна быть параллельна плоскости контрольной плиты. Местные зазоры между ниж-

ней плоскостью элементов рамы и контрольной плитой для плуга ПТК-9-35 должны быть не более 8 мм в местах крепления корпусов и не более 13 мм в других местах; для плугов ПН-8-35, ПЛП-6-35, ПЛН-5-35, ПЛН-4-35, ПЛН-3-35 эти размеры соответственно должны быть не более 6 и 10 мм. Для культиваторов и зерновых сеялок отклонения от параллельности брусьев и угольников рамы и плоскости поперочной плиты должны быть не более 5 мм в местах крепления рабочих органов и не более 7 мм в остальных местах.

Цепи и звездочки. Цепные передачи широко применяют в сельскохозяйственных машинах для привода рабочих органов. Цепи подразделяют на втулочно-роликовые, крючковые и комбинированные. Как правило, они работают в условиях большого загрязнения, при отсутствии смазки, что служит главной причиной их быстрого изнашивания. Износу подвергаются элементы подвижного соединения цепи (валики, пластины, втулки и др.), в результате которого увеличивается шаг цепи, а также изнашиваются зубья звездочек. При увеличении шага цепи нарушается ее нормальное зацепление с зубьями звездочки, что приводит к еще более интенсивному изнашиванию элементов цепи и зубьев звездочки, соскакиванию цепи, ее обрыву и поломке звездочки. В связи с этим для каждого типа цепей установлено предельное значение удлинения, при котором ее снимают с эксплуатации.

Для втулочно-роликовой цепи при шаге цепи 15,875 мм значение предельного удлинения равно 165 мм, при 19,05 мм — 198, при 25,4 мм — 264 мм, при 38,0 мм — 395 мм. Для крючковой цепи при шаге цепи 38,0 мм значение предельного удлинения 395 мм, при 41,3 мм — 429 мм.

Износ деталей цепи контролируют по удлинению 10 звеньев не менее чем на трех участках, в которые не должны входить дефектные звенья. За результат измерения принимают максимальное значение. При контроле технического состояния транспортерных цепей в измеряемый участок обязательно должны входить специальные звенья, к которым крепят скребки или планки.

При измерении цепь необходимо натягивать с усилием 300...400 Н. Чтобы учесть зазор между крайними роликами и втулками в измеряемых участках, надо сместить крайние ролики в одну сторону с помощью клина и подвижной губки штангенциркуля.

Длина контролируемого участка цепи из 10 звеньев, мм,

$$l = L - (d_1 + d_2)/2,$$

где L — показание штангенциркуля, мм; d_1 и d_2 — диаметры крайних роликов, мм.

Так как

$$d_1 = d_2 = d,$$

$$l = L - d.$$

Ремонт втулочно-роликовых цепей заключается в следующем.

Цепи разбирают, поворачивают валики и втулки в пластинках на 180° относительно их прежнего положения для работы неизношенными поверхностями, заменяют выбракованные изношенные или поломанные детали, затем цепь собирают с постановкой вместо негодных новых звеньев, блоков, вилок и валиков.

Втулочно-роликовые цепи разбирают в специальном приспособлении (рис. 4.54). Цепь с предварительно сточенными на заточном станке или фрезой на настольном сверлильном станке головками валиков помещают в приспособление и легким ударом молотка по бородку, установленному на валик со срезанной головкой, выбивают валики внутрь приспособления. С помощью ступенчатой оправки (рис. 4.54, а) разбирают блоки. Изношенные свыше допустимых размеров детали цепи выбраковывают. Для сборки цепи отбирают детали с примерно одинаковым износом. Блоки собирают на приспособлении. В отверстие приспособления устанавливают втулки так, чтобы они были повернуты на 180° по отношению к положению, которое они занимали в старой цепи. Затем на их концы напрессовывают внутреннюю пластину и конусной оправкой раздают торцы втулок. Далее вынимают блок из приспособления, надевают на втулки ролики, с помощью молотка насаживают вторую щеку и так же конусной оправкой раздают другие торцы втулок.

Цепи собирают на специальной плите с углублением под головки валика для цепей различного шага. В отремонтированных втулочно-роликовых цепях не допускается проворачивание втулок во внутренних пластинах и валиков в наружных пластинах, цепи не должны иметь выкрашивания или трещины на роликах, втулках и пластинах, а звенья должны свободно вращаться в шарнирах.

Крючковые цепи изготавливают литьем из ковкого чугуна, а также стальной штамповкой. Наиболее распространены размеры шага

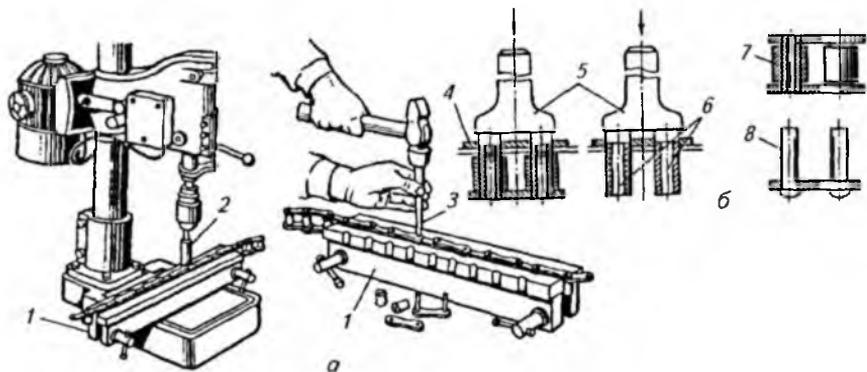


Рис. 4.54. Разборка роликовой цепи:

а — разборка на вилки и блоки; б — разборка блоков; 1 — приспособление для зажима роликовой цепи; 2 — фреза; 3 — бородок; 4 — внутренняя пластина; 5 — выколотка; 6 — втулки; 7 — блок; 8 — валик

звеньев этих цепей 38,0 и 41,3 мм. В некоторых сельскохозяйственных машинах (сеялках, подкормщиках и др.) применяют крючковые цепи с шагом 30 мм. При эксплуатации крючковых цепей изнашиваются цапфы рамки и рабочая поверхность крючка. Изношенную цепь разбирают, звенья контролируют шаблоном с прорезями шириной 4,5 и 5,5 мм. Этим шаблоном сортируют звенья по диаметру цапфы на три группы: 5,5...6,5; 4,5...5,5 и менее 4,5 мм.

Цепь собирают из звеньев одной группы (с одинаковой степенью износа цапфы), затем устанавливают в приспособление, где обжимают крючки звеньев, восстанавливая таким образом шаг. Восстановленные цепи с цапфами диаметром 4,5...5,5 мм применяют на менее нагруженных контурах сельскохозяйственных машин. Следует помнить, что при обжатии звеньев крючки зажимают цапфы и цепь становится неразборной, поэтому, чтобы разобрать такую цепь, в цепной контур вставляют несколько новых звеньев.

Комбинированные цепи состоят из литых рамок и штампованных (из стальных полос) звеньев. К звеньям обычно крепят планки транспортеров. Пригодны для работы литые звенья цепи с диаметром цапфы 4...6 мм. Когда износ цапф литых звеньев достигает размера менее 4 мм, их выбраковывают. Звенья цепи при толщине рабочей части менее 2 мм также выбраковывают. В тех случаях, когда цепь выгнулась и длина ее 10 звеньев превышает 297 мм, цепь ремонтируют путем обжатия штампованных звеньев в приспособлении. Для увеличения ресурса цепи литые звенья (квадратные рамки) при сборке цепи поворачивают на 90°. Все звенья восстановленной цепи должны свободно проворачиваться.

Отремонтированные цепи всех типов обкатывают на стенде в течение 10...15 мин и затем промывают и смазывают. Смазку цепи проводят несколько раз методом окунания в масло при температуре 80 °С.

Звездочки, применяемые в цепных передачах сельскохозяйственных машин, имеют шаг 15,875; 19,05; 25,4; 38,0 и 41,3 мм. Их изготавливают из серого чугуна, высокопрочного чугуна или из стали. Во время работы цепных передач постепенно изнашиваются зубья звездочек, поверхности ступиц, шпоночные пазы, резьбовые отверстия. Звездочку выбраковывают, если износ по толщине зубьев превышает 40...50 % первоначальной толщины (табл. 4.17).

4.17. Предельные размеры зубьев звездочек

Тип цепи (номинальный шаг зубьев, мм)	Высота головки зубьев, мм	Средняя толщина зубьев на высоте головки, мм	
		номинальная	предельная
Роликовая (15,875)	4,5	5,0	2,5
» (19,05)	5,7	6,5	3,3
» (25,4)	7,0	8,3	4,2
» (38)	8,0	12,0	6,0
Крючковая (30)	6,0	9,0	4,5
Комбинированная (38)	8,0	12,0	6,0

Толщину изношенного зуба замеряют по начальной окружности штангензубомером или шаблоном.

Звездочки обычно не восстанавливают. Лишь звездочки с симметрично расположенной ступицей при износе зубьев поворачивают на 180° и этим увеличивают их ресурс. Таким же образом можно удлинить ресурс звездочек с несимметричным расположением ступицы. В этом случае необходимо срезать часть ступицы с удлиненного конца и наплавить или приварить наставку с другой стороны.

В процессе эксплуатации с целью повышения долговечности цепной передачи необходимо следить за натяжением цепи. Натяжение считают нормальным, если цепь можно усилием руки отвести от линии движения на 40...70 мм на 1 м длины цепи. При большем натяжении цепь и звездочки быстро изнашиваются, при слабом — увеличивается набегание цепи на звездочку.

Необходимо следить также, чтобы звездочки, охватываемые одной цепью, лежали в одной плоскости. Отклонение допускается не более 0,2 мм на каждые 100 мм межцентрового расстояния.

Предохранительные муфты. Предохранительные устройства устанавливаются на машинах, где возможны большие перегрузки и поломка деталей машин.

Наибольшее распространение получили предохранительные муфты с зубчатыми шайбами и фрикционными кольцами. В предохранительной муфте первого типа зубчатая шайба 4 (рис. 4.55) с помощью одной или нескольких пружин 2 плотно прижимается к звездочке 5. При передаче вращающего момента больше того, на которое рассчитано давление нажимной пружины, зубчатые шайбы начинают проскальзывать одна относительно другой и передача вращения прерывается. Степень сжатия нажимной пружины регулируется гайкой.

В зубчатых предохранительных муфтах быстро изнашиваются зубчатые поверхности шайб. Шайбы изготавливают из стали Ст.5 и закаливают до твердости 27...45 HRC. Зубчатые шайбы с зубцами, изношенными до высоты менее 5 мм, ремонтируют высадкой в специальном приспособлении на пневматическом молоте. С этой целью новую зубчатую шайбу устанавливают в приспособление зубцами вверх, а затем на нее кладут изношенную шайбу зубцами вниз, предварительно нагретую до температуры 830...900 °С, так, чтобы зубцы новой шайбы совпали со впадинами изношенной шайбы. Сверху на выступы изношенной шайбы устанавливают оправку. Придерживая приспособление щипцами, ударами молота по торцу оправки или под прессом высаживают зубцы нагретой шайбы до полного профиля. После этого у шайбы зачищают заусенцы, затем нагревают до 810...830 °С и закаливают в воде. Изношенные зубцы шайбы могут быть восстановлены также наплавкой электродами. Перед наплавкой шайбу рекомендуются подогреть до температуры 600...650 °С. После наплавки зубчатую шайбу нагревают до температуры 800 °С, устанавливают в приспособление, состоящее из пуан-

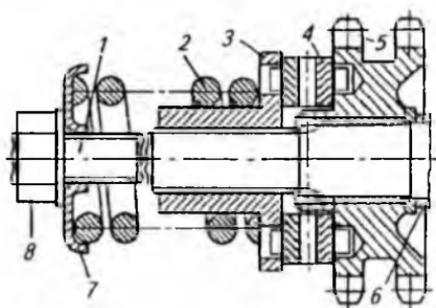


Рис. 4.55. Схема предохранительной муфты вала привода очистителя свеклокомбайна КСТ-3А:

1 — вал; 2 — пружина; 3 и 6 — подвижная и распорная втулки; 4 — зубчатая шайба; 5 — звездочка; 7 — шайба; 8 — гайка

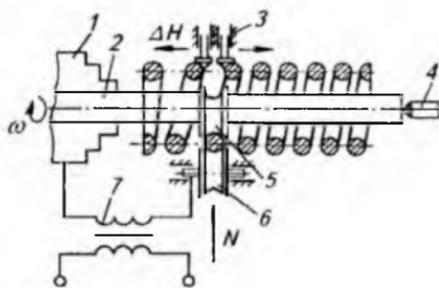


Рис. 4.56. Схема установки для восстановления пружин:

1 — патрон токарного станка; 2 — вал; 3 — шток; 4 — центр задней бабки; 5 и 6 — внутренний и наружный ролики; 7 — трансформатор

сона, матрицы и выталкивателя, и ударами молота или прессом восстанавливают первоначальную форму зуба.

После ремонта зубчатая поверхность шайбы должна быть чистой, вершины зубьев должны лежать в одной плоскости. Допускается неплоскостность не более 0,5 мм. Зубцы одной шайбы при любом положении должны плотно входить во впадины другой шайбы при их совмещении.

У фрикционных предохранительных муфт изнашиваются накладки, которые при ремонте заменяют. Новые накладки приклепывают к дискам полыми медными или латунными заклепками или приклеивают клеем ВС-10Т по типовой технологии.

У пружин в процессе работы имеет место остаточная деформация, т. е. уменьшается ее высота в свободном состоянии, а также потеря упругости.

Пружины восстанавливают растягиванием, обжатием и закаливанием витков. Технологический процесс заключается в следующем. В патрон 1 (рис. 4.56) токарного станка устанавливают вал 2 с роликом 5. На вал надевают восстанавливаемую пружину и зажимают его свободный конец центром 4 задней бабки станка. Первый рабочий виток пружины раздвигают штоками 3 на величину ΔH , обжимают его внутренним 5 и наружным 6 роликами. При включении станка патрон с валом и роликом 5 начинает вращаться. Одновременно с этим включают трансформатор 7, в результате чего через точки контактов обжимающих роликов и пружины протекает электрический ток.

Под действием силы трения пружина прокатывается между роликами, а проходящий электрический ток нагревает ее в месте контакта обжимающих роликов. В зону нагрева витка пружины подается охлаждающая жидкость, в качестве которой используют масло

АС-8, в результате чего происходит закаливание пружины. Режимы обработки: сила пропускаемого тока $I = 433 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$; давление роликов $N = 62,5 \text{ МПа}$.

После закалки проводят низкотемпературный отпуск — нагрев до температуры $200 \dots 250 \text{ }^\circ\text{С}$ и охлаждение на воздухе.

Пружины, у которых требуется восстановить только упругие свойства, нагревают до температуры $820 \text{ }^\circ\text{С}$, закаливают в масле и проводят низкотемпературный отпуск.

Ремонт рабочих органов плугов. К рабочим органам плугов относятся лемех, отвал, дисковый нож и полевая доска.

Л е м е х. Этот орган предназначен для подрезания пласта почвы снизу и вместе с отвалом отделения его сбоку (от стенки борозды). Различают трапецеидальные и долотообразные лемеха. Их изготавливают из специальной лемешной стали Л-53 или Л-56. Нижнюю часть (лезвие) шириной $50 \dots 60 \text{ мм}$ закаливают до твердости НВ 444...500.

Для увеличения ресурса их иногда выполняют самозатачивающимися. На тыльную поверхность лезвия такого лемеха наносят слой износостойкого сплава Сормайт-1 толщиной $1,7 \text{ мм}$. Благодаря тому что скорости изнашивания верхнего, более мягкого, но более толстого слоя и нижнего, более твердого, но тонкого слоя одинаковы, лезвие все время сохраняет свою остроту, при этом ресурс лемеха возрастает в $10 \dots 12$ раз.

В процессе работы у лемехов изнашиваются лицевая сторона (износ по толщине), носок и лезвие (износ по ширине). Кроме этого лемех может деформироваться при наезде на препятствие.

Характер изнашивания лемеха зависит от типа обрабатываемой почвы. При вспашке тяжелых и средних почв наиболее сильно изнашиваются носок и лезвие однородного лемеха. На лезвии образуется затылочная фаска с отрицательным задним углом α (рис. 4.57, а). При работе такого лемеха почва, попадающая в клин между образовавшейся фаской и плотным невзрыхленным слоем почвы, выдав-

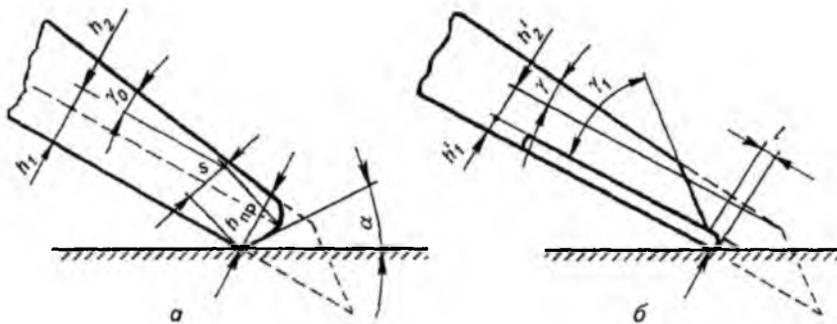


Рис. 4.57. Схемы изнашивания и основные параметры однородного (а) и самозатачивающегося (б) лемехов

ливаает лемех вверх, отчего глубина вспашки становится неравномерной. При затуплении лезвия до 3...4 мм тяговое сопротивление плуга в процессе вспашки увеличивается на 25 %, а расход топлива возрастает на 6...8 %. Нарботка на один лемех (однослойный) на таких почвах составляет 8 га.

При вспашке песчаных и супесчаных почв наиболее интенсивно изнашивается лицевая поверхность лемеха, причем при увеличении влажности изнашивание происходит быстрее. По данным машиноиспытательных станций, наработка на один лемех на таких почвах составляет 2...6 га.

В связи с таким характером изнашивания выбраковочные показатели для лемехов: при работе на глинистых и суглинистых твердых почвах условная ширина затылочной фаски $S = 3...6$ мм и ширина лемеха 90 мм; при работе на песчаной почве сквозное протираание лицевой (носовой) поверхности, ширина лемеха 90 мм.

Ремонтируют изношенные лемеха кузнечной оттяжкой, приваркой нового лезвия, оттяжкой с последующей наплавкой твердого сплава, а также заменой изношенной части приваркой вставок с последующей наплавкой твердого сплава.

При оттяжке лемех нагревают до температуры 1200 °С и ударами кувалды или на пневматическом молоте металл из утолщенной части разгоняют по всей длине и ширине лемеха. Форму восстановленного лемеха контролируют специальным шаблоном. Оттянутый лемех затачивают с лицевой стороны под углом 25...35° до толщины лезвия не более 1 мм.

После оттяжки и заточки лезвие лемеха нагревают на 1/3 ширины лемеха до температуры 780...820 °С и закаливают в теплой подсоленной воде, опуская в нее лемех спинкой вниз, а затем отпускают на воздухе после повторного нагрева до температуры 300...350 °С. Следует отметить, что закалка только режущей части — общее правило при ремонте почворежущих деталей (культиваторных лап — на 20...25 мм ширины лезвия, зубьев борон — на 35...40 мм от носка и т. д.).

Ремонт лемехов приваркой лезвия заключается в том, что при полном использовании запаса металла (магазина) лемеха к нему приваривают новое лезвие из выбракованных лемехов или рессор. Приваривают лезвие кузнечной, газовой или дуговой сваркой. После приварки лезвие оттягивают, затачивают и подвергают термической обработке.

У однородных (новых и восстановленных кузнечной оттяжкой) лемехов незначительный межремонтный ресурс. Для повышения их долговечности при ремонте применяют наплавку твердого сплава, получая самозатачивающиеся лемеха. Самозатачивание лемехов достигается при определенном соотношении толщины и износостойкости слоя наплавляемого твердого сплава и несущего (основного) слоя лезвия лемеха.

Для определения основных размеров самозатачивающегося лез-

вия (рис. 4.57, б) поступают следующим образом. Анализируют износ 10...12 однородных, достигших стабильной формы профиля режущей кромки и предельного затупления лезвий лемехов. На макрошлифах, вырезанных по сечению, перпендикулярному к спинке лемеха, проводят прямую, параллельную тыльной, неизнашиваемой стороне лезвия (см. рис. 4.57, а), условно разделяя лезвие на две части (толщиной h_1 и h_2), и определяют угол клина γ_0 . Для расчета принимают среднее значение этих размеров и углов. Толщину несущего слоя двухслойного самозатачивающегося лезвия (см. рис. 4.57, б) определяют из соотношения:

$$h'_2 = h'_1 \frac{\varepsilon_1 h_2}{\varepsilon_2 h_1},$$

где h'_1 — толщина режущего слоя самозатачивающегося лезвия; ε_1 и ε_2 — коэффициенты относительной износостойкости режущего и несущего слоев.

Тогда

$$h'_1 = 0,6 h_{кр},$$

где $h_{кр}$ — толщина однородного лезвия в крайней нижней точке (см. рис. 4.57, а) затылочной фаски при предельном значении затупления.

Отношение коэффициентов износостойкости $\varepsilon_1/\varepsilon_2$ при наплавке твердого сплава Сормайт-1 принимают равным 6. Состав этого сплава следующий: хром — 25...31 %, никель — 3...5, марганец — 1,5, углерод — 2,5...3,0, кремний — 2,8...4,2 %, железо — остальное.

Самозатачивание лемехов считают удовлетворительным, если угол самозатачивания γ_1 составляет 25...30°, а выступание этого слоя $I = (0,3 + 0,5)h'_1$.

Процесс изготовления самозатачивающегося лемеха состоит из оттяжки и фрезерования изношенного лезвия, наплавки твердого сплава, выравнивания и заточки. Лезвие оттягивают обычным кузнечным способом. Наплавку проводят с помощью восстановительного пламени газовой горелки и прутка из твердого сплава, нагрева лезвия с насыпанной на него шихтой с нижней стороны посредством газовой горелки или токами высокой частоты.

Самозатачивающийся лемех затачивают только со стороны мягкого (ненаплавленного) слоя до обнажения твердого (наплавленного) слоя. Угол заточки должен быть таким же, как угол самозатачивания (25...30°).

Ремонт лемехов заменой изношенной части заключается в том, что изношенное лезвие обрубает и к лемеху приваривают вставку из клинового проката ремонтного профиля. Промышленность выпускает три типа такого проката: 30Р, 50Р и 85Р. Разработано несколько вариантов восстановления лемехов этим способом.

Технология ГосНИТИ предусматривает отжиг долотообразного лемеха при температуре 860 °С, правку его в горячем состоянии на прессе и одновременно обрубку изношенной части. Лезвие обрубает на расстоянии 90 мм от спинки лемеха параллельно ей, а но-

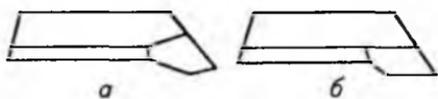


Рис. 4.58. Варианты плужных лемехов, восстановленных ремонтными вставками, по технологии:

a — ГосНИТИ; *б* — Челябинского ГАУ

После остывания лемех затачивают, при необходимости зенкуют отверстия под крепежные болты.

Отжиг лемехов перед восстановлением приводит к уменьшению твердости остова до НВ 150...170, в результате чего снижается жесткость лемеха и он часто изгибается в носовой части. Для повышения жесткости лемеха рекомендуется с тыльной стороны на носовой части приварить планку размером 15 × 20 × 40 мм вместо ребра жесткости, которое при восстановлении нарушается. По этой технологии можно восстановить до 70 % лемехов, поступающих в ремонт.

Для повышения прочности лемеха Челябинским ГАУ предложено изготовлять вставку носка меньшего размера из клинового проката профиля 50Р и обрубать лемех по прямой на всю длину (рис. 4.58, *б*). Это упрощает штампы для правки и обрубки лемеха и процесс его сварки. Однако по этой технологии можно восстанавливать не более 30 % поступающих в ремонт лемехов.

Отвал. Этот орган изготавливают из листовой стали Ст.2 толщиной 7 мм с последующей цементацией или из трехслойной стали, которая имеет верхний и нижний слой из высокоуглеродистой стали, а средний — из малоуглеродистой. Отвал закаливают и отпускают, что обеспечивает его высокую износостойкость и прочность при возможных случайных ударах во время работы.

Наиболее интенсивно отвал изнашивается в зонах *A*, *B* и *B* (рис. 4.59). Износ в зонах *A* и *B* может составлять до 7 мм, т. е. в этих местах отвал изнашивается полностью, в зоне *B* — до 2 мм. Иногда под действием нагрузки ломается крыло отвала.

При износе или изломе носка (зона *A*) его отрезают по линии *aa*, газовым резаком по шаблону, с тыльной стороны оставшейся части отвала снимают фаску 3 × 45° по контуру обрезанной части. Отвал закрепляют болтами на стойке корпуса плуга и приваривают носок, изготовлен-

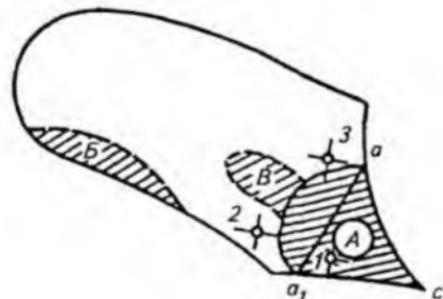


Рис. 4.59. Схема отвала основного корпуса плуга:

A, *B* и *B* — места интенсивного износа

ный из стальной пластины или выбракованного отвала, в нескольких точках электродом Э-42 диаметром 4 мм. Снимают отвал со стойки и сваривают по всему шву с обеих сторон. Зачищают сварные швы с лицевой и тыльной сторон на обдирочно-шлифовальном станке заподлицо с поверхностью отвала и у приваренной части зачищают полевой обрез. Размечают и просверливают отверстия диаметром 11 мм под болты крепления отвала к стойке, раззенковывают углубление под головку болта под углом 75° и пропиливают квадрат под болты размером 11 × 11 мм. Нагревают отвал в горне до температуры 800...830 °С и закаливают в подогретой воде. Затем вновь нагревают его до температуры 200 °С и охлаждают на воздухе с целью отпуска.

При незначительном износе носка изношенные участки зачищают металлической щеткой до металлического блеска, обкладывают наплавляемый участок смоченным в воде листовым асбестом на расстоянии 15 мм от кромки участка. Укладывают отвал тыльной стороной на медную пластину с профилем отвала, которую, в свою очередь, укладывают на обильно смоченный асбест во избежание отпуска отвала. Наплавляют изношенный участок валиками параллельно полевому обрезу так, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на 1/3 его ширины. Число валиков зависит от площади изношенного участка. Наплавку ведут с перерывами, удаляя после каждого из них окалину и шлак с наплавленных участков.

Для наплавки используют наплавочные электроды типа Э80Х4С марки 13КН/ЛИВТ или Э320Х25С2 ГР марки Т-590, которые обеспечивают твердость наплавленного слоя НRC 55...62.

Изношенную поверхность крыла отвала восстанавливают этими же электродами или наплавкой порошкового твердого сплава В-9, который состоит из феррохрома — 5 %, ферромарганца — 15, чугуновой стружки — 74 и графита — 6 %. На зачищенное изношенное место насыпают слой порошка толщиной 4...5 мм. Закрывают смоченным в воде асбестом участок, прилегающий к месту наплавки. Расплавляют порошок дуговой сваркой угольным электродом диаметром 12...15 мм при силе тока 200...250 А и длине дуги 3...4 мм. Наплавка происходит при зигзагообразном движении электрода.

Зачищают наплавленный слой шлифовальным кругом заподлицо с поверхностью отвала. В случае поломки его крыла из выбракованного отвала вырубают заготовку, подгоняют по контуру излома и, сняв фаски 3 × 45° с обеих частей отвала, сваривают их с обеих сторон электродом типа Э-42, затем зачищают сварной шов с рабочей стороны отвала.

Затупившееся лезвие дискового ножа. Лезвие затачивают с одной или с двух сторон до толщины 0,4 мм на обдирочно-шлифовальном станке или обработкой на токарном станке.

Полевая доска. Этот орган изготавливают из стали Ст.6. Рабочую поверхность подвергают закалке и отпуску. При работе плуга полевая доска препятствует смещению плуга в сторону и составляет

часть опорной поверхности плуга. Наибольшая нагрузка при работе приходится на конец полевой доски, поэтому изнашивается в первую очередь именно эта часть доски. Для повышения ресурса доску можно перевернуть на 180°. Размечают, просверливают, раззенкуют и пропиливают в новых местах квадратные отверстия размером 14 × 14 мм для болтов.

Корпус плуга после ремонта должен отвечать следующим техническим требованиям. Лемех должен прилегать к стойке корпуса всей поверхностью, допускаются местные зазоры не более 3 мм. Зазоры между отвалом и стойкой в средней части отвала не более 3 мм, а в верхней — 8 мм. Поверхности лемеха и отвала в месте стыка должны лежать в одной плоскости. Допускается выступание лемеха над отвалом в месте стыка до 2 мм, выступание отвала над лемехом не допускается. Просвет между пяткой лемеха или задним концом полевой доски и плоскостью поверочной плиты не должен быть более 10 мм. Расположение носка лемеха выше пятки или полевой доски не допускается. Зазор в стыке лемеха и отвала допускается не более 1 мм.

Головки болтов крепления лемеха, отвала и полевой доски должны быть заподлицо с рабочими поверхностями этих деталей.

Качество ремонта собранного плуга проверяют на ровной площадке с твердым покрытием. На нее наносят сетку взаимно перпендикулярных линий в соответствии с шириной захвата каждого корпуса 300 и 350 мм и по расстоянию между носками лемехов (по ходу плуга) — 750 мм для плугов ПН-4-35 и ПЛН-3-35; 800 мм для плугов ПН-3-40, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПЛН-6-35 и ПН-8-35; 820 мм для плугов ПТК-9-35.

Расстояние между носками лемехов по ходу плуга нужно выдержать одинаковое, отклонение не более 25 мм.

Полевые обрезы отвалов и лемехов должны быть параллельны, допустимое отклонение до 10 мм. Носки и пятки лемехов должны лежать на одной линии, допустимое отклонение не более 5 мм.

Лезвия лемехов предплужников необходимо расположить в одной плоскости на одинаковом расстоянии от поверхности площадки. Допускаются зазоры до 15 мм между отдельными носками лемехов или концами полевых досок и поверочной плитой.

Полевые обрезы предплужника и основного корпуса плуга должны располагаться в одной вертикальной плоскости, допускается отклонение в сторону невспаханного поля не более 10 мм.

Дисковый нож устанавливают на расстоянии 10...15 мм от полевого обреза предплужника в сторону невспаханного поля.

Ремонт рабочих органов культиваторов. К рабочим органам культиваторов относятся лапы. В зависимости от назначения их подразделяют на следующие типы: полольные или плоскорежущие (односторонние или стрельчатые); универсальные (стрельчатые по форме), предназначенные для подрезания сорняков и крошения почвы; рыхлительные — долотообразные, оборотные и копьевидные. На почвах, подверженных ветровой эрозии, применяют культиваторы-

плоскорезы-глубококорыхлители, рабочим органом которых служит лемех-плоскорез.

Лапы изготавливают из стали 65Г. Их лезвия закаливают по кромке на ширину 25...30 мм. Основные дефекты лап — износ лезвия и носка, деформация лапы. Изношенные лапы плохо подрезают корни сорняков, не обеспечивают постоянной глубины рыхления почвы.

На рисунке 4.60 показаны контролируемые размеры стрельчатых лап культиваторов, а в таблице 4.18 — их номинальные и допустимые значения.

4.18. Контролируемый размер лап культиваторов, мм

Культиваторные лапы	Места замера (см. рис. 4.60)	Номинальный	Допустимый
Стрельчатые универсальные	<i>A</i>	270	260
	<i>B</i>	31	22
	<i>B</i>	175	155
Стрельчатые плоскорезушие	<i>A</i>	260	250
	<i>B</i>	45	35
	<i>B</i>	65	55
Односторонние плоскорезушие	<i>A</i>	165	150
	<i>B</i>	40	30
	<i>B</i>	100	75

Лезвия лап, затупившиеся до толщины 0,8 мм, затачивают на обдирочно-шлифовальном станке, передвигая лапу от носка к пятке и обратно. Угол заточки режущей кромки 25...35°. Толщина лезвия после заточки на расстоянии 0,5 мм от режущей кромки лапы 0,3...0,5 мм.

При износе носка и лезвия до размеров, менее допустимых, лапу нагревают до температуры 830...900 °С (светло-красный цвет) и оттягивают пневматическим молотом или на наковальне вручную. Оттянутую лапу выравнивают гладилкой, затачивают и проверяют по шаблону. После заточки проводят термообработку лапы — закалку и отпуск. Для закалки лапу нагревают в печи или кузнечном горне до температуры 820 °С (вишнево-красный цвет), после чего опускают в ванну с

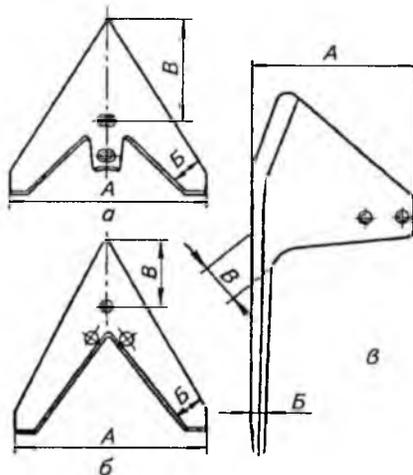


Рис. 4.60. Схема лап культиваторов с контролируемыми размерами:

a — стрельчатой универсальной; *б* — стрельчатой плоскорезушей; *в* — односторонней плоскорезушей

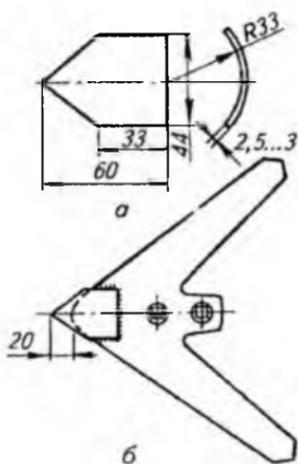


Рис. 4.61. Схемы накладки (а) для восстановления носка лапы и положения накладки на лапе (б)

маслом таким образом, чтобы закаленная зона составляла 25...30 мм ширины лапы. Затем лапу отпускают, для чего ее вновь нагревают до температуры 400 °С (серый цвет) и охлаждают на воздухе.

Для придания лапе культиватора эффекта самозатачивания на износившееся и оттянутое лезвие с нижней стороны наплавляют слой твердого сплава Сормайт-1 толщиной 0,7...1,3 мм. Наплавленное лезвие затачивают на обдирочно-шлифовальном станке с лицевой стороны под углом 8...10° (ширина фаски 6...7 мм). Выступающие наплавленного слоя на режущей кромке лезвия лапы из-под основного металла не допускается. Угол заострения режущей кромки 25...35°.

При большом износе носовой части культиваторных лап их восстанавливают с помощью накладок (рис. 4.61), которые приваривают к лапе. Накладки изготавли-

вают кузнечным способом из листовой стали толщиной 2,5...3,0 мм. Для этого можно использовать выбракованные сегменты ножей жаток и косилок. Для изготовления накладок используют специальные шаблоны, вырезанные из листовой стали толщиной 0,8...1,0 мм.

Полученную заготовку выгибают по профилю носка лапы и приваривают к ней электродом Э-42 диаметром 3 мм. Зачищают сварочный шов на обдирочно-шлифовальном станке. С нижней стороны на выступающую часть накладки наплавляют твердый сплав Сормайт-1 толщиной 0,7...1,3 мм и затачивают с лицевой стороны до обнажения наплавленного слоя.

Ремонт погнутой лапы выполняют прессом или молотком на ровной плите. Отремонтированные культиваторы должны отвечать следующим требованиям. Окучники, лемеха-плоскорезы, полольные и рыхлящие лапы надежно закрепляют на стойках, которые должны располагаться перпендикулярно к брускам рамы. При проверке на контрольной площадке лезвия лап по всей длине должны касаться поверхности площадки. Допускаются зазоры между лезвием лапы и опорной плоскостью не более 3 мм, а между опорной плоскостью и носком лапы — не более 1 мм.

При больших отклонениях можно между пяткой стойки рабочего органа и лапой культиватора устанавливать регулировочные шайбы толщиной не более 2 мм.

Линии расположения носков каждого ряда рабочих органов, установленных на культиваторе, должны быть параллельны, допустимые отклонения 10...30 мм. Разница в расстоянии между носками

лап в каждом ряду для полольных лап не более 10 мм, для рыхлящих — не более 15 мм.

Рабочее давление в шинах колес культиваторов 0,2 МПа.

Ремонт рабочих органов зубочных и дисковых борон, луцильников. Рабочие органы зубочных борон — зубья (табл. 4.19), которые изготавливают из сталей Л53, Л50 и Ст. 5. Зубья предназначены для рыхления и перемешивания поверхностного слоя почвы, вычесывания сорняков, заделки семян и удобрений, выравнивания поверхностного слоя.

4.19. Основные размеры зубочных борон, мм, в зависимости от назначения бороны и профиля сечения зуба

Назначение борон	Профиль сечения зуба	Сечение	Длина	Длина заостренной части
Бороны тяжелые и средние для рыхления	Квадратный	16×16	170...195	45
Бороны легкие (посевные)	Круглый	∅ 12...14	100	25
Бороны для рыхления почвы после безотвальной вспашки	Ножевидный	25 (грань)	135	25

Основные дефекты зубочных: изгиб и затупление заостренной части зуба; рабочая грань квадратных зубочных приобретает овальную форму.

Ремонтируют зубья кузнечным способом, нагревают в горне и ударами молота или вручную восстанавливают первоначальную форму. После оттяжки и правки зуба его закаляют: нагревают в горне до температуры 780...820 °С (светло-красный цвет) и охлаждают в воде, а затем отпускают на воздухе после повторного нагрева до 300...350 °С.

Более эффективна изотермическая закалка, заключающаяся в нагреве детали до температуры 880...920 °С и охлаждении до температуры 350 °С в течение 3...4 с в подсоленной (10%-й раствор) и подогретой до температуры 30...40 °С воде, окончательном охлаждении на воздухе. Зубья закаляют на расстоянии 35...45 мм от носка. Твердость закаленной поверхности должна быть HRC 40...45.

В собранной бороне зубья квадратного сечения устанавливают ребром вперед по ходу бороны, так как при этом они лучше крошат почву. Ножевидные зубья располагают узкой гранью по ходу бороны. Просветы между концами зубочных и контрольной плитой не должны превышать 8 мм.

Дисковые бороны и луцильники. У этих орудий в качестве рабочих органов служат сферические диски. Луцильники применяют на лушении стерни при глубине 6...15 см, а бороны — для измельчения пластов и глыб на поверхности вспаханного поля, весенней предпосевной обработки зяби.

Диски изготавливают из сталей 65Г и 70Г диаметрами 450 мм для лущильников и дисковых борон со сплошными дисками и 660 мм для тяжелых дисковых борон с вырезными дисками. Затачивают диски с наружной, выпуклой стороны. Диски, предназначенные для работы на твердых почвах, затачивают с внутренней стороны. Угол затачивания принимают равным 50° . Толщина лезвия режущей кромки диска $0,1 \dots 0,5$ мм на расстоянии $0,5$ мм от кромки.

Основные дефекты дисков: затупление лезвия; износ квадратных отверстий; износ по диаметру. У изношенного вырезного диска тяжелых борон предельный диаметр по вершинам зубцов 530 мм, у сплошных дисков борон и лущильников — 350 мм.

При предельном затуплении дисков их лезвия затачивают, а при достижении предельных размеров по диаметру выбраковывают или заменяют изношенное лезвие. Заточку проводят на обдирочно-шлифовальном станке с использованием специального приспособления или на токарном станке.

При заточке сплошных дисков на токарном станке применяют простое приспособление. На оправку 1 (рис. 4.62) с установленной на шпонке планшайбой 2 надевают диск 3 и закрепляют его шайбой 4 и гайкой 5. Один конец оправки зажимают в кулачках патрона. Другой конец поддерживается центром задней бабки токарного станка. Диски обрабатывают подрезными резцами с пластинами твердого сплава ВК8 или Т15К6.

Для заточки зубовых дисков применяют специальное устройство. Оно состоит из подвижной платформы 5 (рис. 4.63), на которой смонтирован вертикальный вал 1, вращающийся от электродвигателя 6. На верхнем конце вала закреплен затачиваемый диск 8.

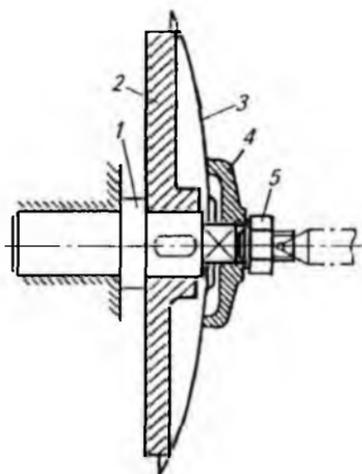


Рис. 4.62. Схема установки диска на токарном станке для заточки лезвий

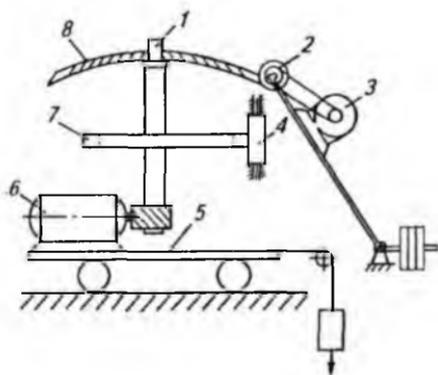


Рис. 4.63. Схема приспособления для заточки дисков

Под диском на валу закреплен копир 7, по форме аналогичный затачиваемому диску, но большей толщины. С копиром соединен упорный валик 4. Боковыми сторонами копир упирается в ролик, который смонтирован на раме станка. Платформа с укрепленным на ней затачиваемым диском и копиром прижимается подвижным грузом и совершает колебательные движения относительно упорного ролика. При этом обеспечивается необходимая траектория затачиваемого лезвия диска под шлифовальным кругом 2, который размещен на качающейся платформе и прижимается к диску под действием собственной массы. Шлифовальный круг приводится в действие от электродвигателя 3.

Квадратные отверстия дисков восстанавливают привариванием стальных накладок толщиной 3...4 мм, в которых сделаны нормальные квадратные отверстия.

После ремонта бороны и луцильники должны отвечать следующим техническим требованиям.

При сборке батареи диски плотно сжимают между распорными шпильками. Расстояние между соседними дисками должно быть одинаковым, отклонение — до 2 мм. После установки дисков и пружинной шайбы выступание квадратной части оси под концевую шайбу составляет 5...20 мм. Диски батареи должны касаться контрольной площадки, допустимый просвет между отдельными дисками и поверхностью площадки 5 мм.

Батарея должна свободно поворачиваться от усилия руки. Не допускается задевание чистиков за диски. Зазор между поверхностью диска и чистика до 4 мм. Осевое радиальное биение дисков по наружному диаметру не более 5 мм.

Давление в шинах колес должно составлять 0,20...0,25 МПа.

Ремонт рабочих органов посевных машин. К основным элементам посевных машин, обеспечивающих равномерное распределение семян по площади поля и их заделку в почву на определенную глубину, относятся высевающие аппараты, сошники и семяпроводы. При износе или повреждениях этих элементов нарушаются агротехнические требования в процессе посева.

Основные дефекты высевающих аппаратов: изгиб вала высевающего аппарата; износ или поломка ребер катушек; износ стенки корпуса в месте соприкосновения с вращающейся розеткой. Их ремонт заключается в следующем. Погнутые валы правят на плите холодным способом. Литые корпуса с поврежденной стенкой восстанавливают. Для этого в изношенной стенке чугунного корпуса растачивают отверстие, вставляют в него шайбу, изготовленную из листовой стали, и закрепляют двумя заклепками с плоскими головками. У корпусов, изготовленных из штампованных деталей, изношенный фланец заменяют новым, который приклепывают к стенке корпуса.

Неисправные катушки заменяют новыми, так как острые кромки, зубрины могут повреждать семена.

Высевающие аппараты. После ремонта корпус 3 (рис. 4.64) должен быть без вмятин, разрушений и заметного износа стенок или усиков в местах соприкосновения с вращающимися розетками 2.

Выкрашивания и забоины на рифленной поверхности катушек 1 не допускаются. Непрямолинейность вала 4 высевающего аппарата допускается не более 1 мм на всей длине. Розетки высевающих аппаратов должны свободно проворачиваться в гнездах корпусов от руки.

Собранные высевающие аппараты размещают и закрепляют на дне зернотукового ящика на равном расстоянии один относительно другого. Правильность установки следует проверять в трех положениях рычага регулятора норм высева: в среднем и двух крайних. Осевое перемещение валов высевающих аппаратов рычагами регуляторов норм высева должно быть свободным, без заеданий. Усилие на рычаге регулятора не более 100 Н.

При закрытом положении аппаратов торцы катушек должны быть заподлицо с плоскостью розеток, отклонение — в пределах $\pm 0,5$ мм. При необходимости ослабляют крепления корпуса высевающего аппарата и устанавливают его так, чтобы торец катушки был заподлицо с внутренней плоскостью розетки.

Зазор между плоскостями клапанов 6 и внутренними ребрами 5 муфт должен быть не более 2 мм (измеряют пластинчатым щупом). Клапан под действием пружины должен перекрывать отверстие коробки и плотно прилегать к донышку 10.

Сошники. На сеялках устанавливают дисковые и анкерные сошники.

Дисковый сошник состоит из отлитого из серого чугуна корпуса,

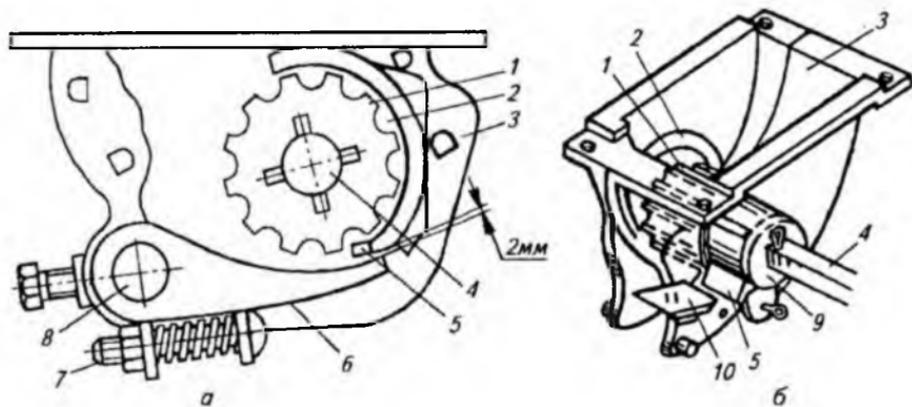


Рис. 4.64. Схема катушечного высевающего аппарата:

а — зерновой сеялки СЗ-3,6 и ее модификаций; б — овощной сеялки; 1 — катушка; 2 — розетка; 3 — корпус; 4 — вал высевающих аппаратов; 5 — ребро муфты; 6 — клапан; 7 — регулировочный болт; 8 — валик клапанов опорожнения; 9 — муфта; 10 — донышко

на котором с двух сторон установлены стальные диски. Диски вращаются на шариковых подшипниках 10 (рис. 4.65), закрепленных в фигурных шайбах 12. Подшипники смонтированы на осях 11 с отверстиями для завинчивания пробок 14 (левая сторона с левой резьбой, правая — с правой).

Основные дефекты дисковых сошников: износ и деформация дисков; износ уплотнений; износ шариковых подшипников, поломки корпуса. Суммарный показатель износа дисковых сошников — увели-

ченный зазор между лезвиями дисков. Если он более 5 мм, то дисковые сошники ремонтируют, в остальных случаях промывают детали без их полной разборки.

Для разборки сошник помещают в приспособление, вывинчивают пробки 14 из шайбы 12, ось 11. Снимают с осей диски 1 вместе с фигурными шайбами 12 и шариковыми подшипниками 10. После промывки детали сошника дефектуют. Диски сеялок толщиной 2,5 мм с диаметром 350 мм изготавливают из стали 65Г или 70Г. При износе по диаметру более 25 мм, трещинах и изломах диски выбраковывают. Затупленные лезвия затачивают под углом 20° до ширины фаски 6...8 мм в специальном приспособлении на обдирочно-шлифовальном станке или резцом на токарном станке.

Деформированный диск рихтуют в холодном состоянии на специальной установке. Все ее сборочные единицы смонтированы на сварной раме 7 (рис. 4.66). Деформированный диск 8 укладывают на прижимной диск, а затем пневмоцилиндром прижимают его к роликам, которые, вращаясь по дискам сошника, рихтуют диск.

На некоторых сеялках диски сошников установлены во вкладышах. В процессе эксплуатации у таких дисков на боковой поверхности в месте соединения с вкладышем образуется кольцевая износ глубиной 0,3...0,4 мм. В результате этого боковое перемещение диска увеличивается и качество высева ухудшается. Такие диски ремонтируют пластической деформацией. Диск закрепляют на специальной оправке в патроне токарного станка, а в резцедержателе — державку с закрепленным на ней стальным роликом диаметром 30...35 мм. При частоте вращения шпинделя станка 200...

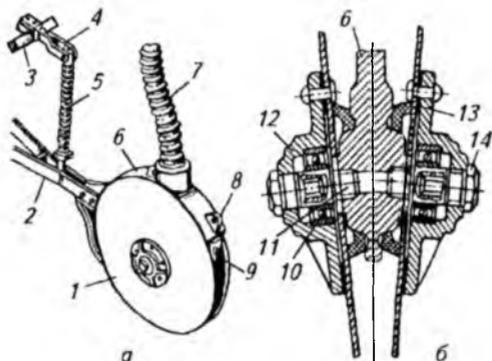


Рис. 4.65. Дисковый сошник:

a — общий вид; *b* — разрез сошника; 1 — левый диск; 2 — поводок; 3 — вал подъема; 4 — вилка подъема; 5 — штанга с пружиной; 6 — корпус сошника; 7 — семяпровод; 8 — кольцо для шлейфа; 9 — чистик; 10 — шариковый подшипник; 11 — ось; 12 — фигурная шайба; 13 — уплотняющая прокладка; 14 — пробка

225 мин⁻¹ обжимают диск со стороны, обратной месту износа. После обжатия место износа должно находиться в одной плоскости с неизношенной частью диска.

В случае кольцевого износа диски ремонтируют также постановкой колец или прокладок из капрона.

При поломке корпуса сошника его сваривают электродами ЦЧ-4 или ОЗЧ-2. Сила сварочного тока 75...90 А.

Анкерный сошник состоит из клинообразного рыхлящего носка (наральника), который изготавливают из отбеленного чугуна или стали, и корпуса из листовой стали. Их ремонт заключается в правке корпуса в случае его деформации и в заточке или замене изношенного носка. После ремонта поверхность диска должна быть ровной, без забоин и трещин. Допускается неприлегание к плоскости контрольной плиты отдельных точек поверхности диска до 3 мм. Толщина лезвия диска 0,1...0,5 мм. Ее измеряют штангенциркулем на расстоянии 0,5 м от кромки лезвия. Забоины и заусенцы на лезвии диска не допускаются.

При сборке диска нужно добиться, чтобы фигурная шайба и уплотнительная прокладка плотно прилегали к его поверхности. В собранном сошнике диски располагают симметрично относительно

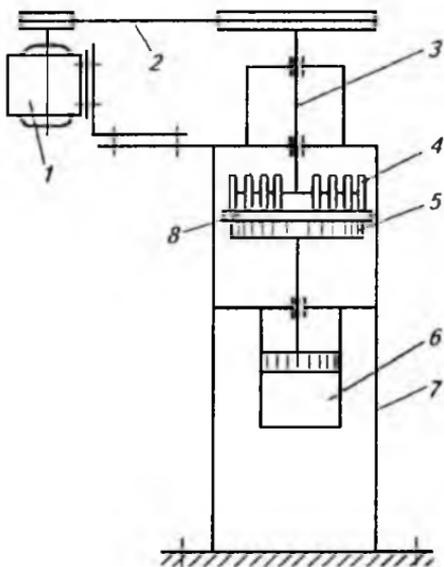


Рис. 4.66. Схема установки для рихтовки дисков:

1 — электродвигатель; 2 — клиноременная передача; 3 — вал; 4 — ролик; 5 — прижимной диск; 6 — пневмоцилиндр; 7 — рама; 8 — деформированный диск

его корпуса и надежно закрепляют. Максимальное расстояние между дисками в точке касания 3 мм, а их расхождение с противоположной стороны не более 145 мм. Диск должен свободно, без заеданий вращаться в подшипниках от руки. Зазор между корпусом сошника и каждым диском при его проворачивании не менее 2 мм. Качание диска в осевом направлении до 2 мм, при этом исключается касание дисков корпуса сошника.

Поводки сошников должны быть прямолинейными. Из транспортного положения сошники должны опускаться до поверхности контрольной площадки без заедания в шарнирах под действием пружины и собственной массы. Сошники должны располагаться на бруске на равном расстоянии. Смещение сошников за счет зазоров в шарнирах поводков не более 5 мм.

Необходимо, чтобы кромки чистиков свободно касались поверхности дисков или был зазор более 1 мм.

Семяп р о в о д ы. На сеялках применяют металлические (ленточно-спиральные), воронкообразные и изготовленные из прорезиненной ткани семяпровода. Рассмотрим в качестве примера ленточно-спиральные семяпровода.

Ленточно-спиральные семяпровода в процессе работы растягиваются и деформируются. Для исправления растянутый семяпровод сжимают вставленной внутри него проволокой до нормальной длины 500...550 мм и закрепляют в таком положении. Затем его нагревают до температуры 850 °С (светло-красный цвет) и в вертикальном положении опускают на 2...3 с в ванну с водой, нагретой до температуры 40 °С. После этого семяпровод охлаждают на воздухе до температуры 220...230 °С (желтый цвет) и вновь опускают в воду до полного охлаждения.

Ленточно-спиральный семяпровод можно отремонтировать и путем его перенавивки. Для этого в патрон токарного станка устанавливают оправку диаметром 26 мм и длиной 800 мм (рис. 4.67). Вместе с ней в патроне зажимают предварительно смазанную маслом ленту семяпровода. Затем подводят заднюю бабку станка, зажимают оправку в центрах, включают токарный станок на малую частоту вращения и с помощью направляющего устройства, закрепленного в суппорте станка, навивают семяпровод.

После ремонта и сборки сеялку регулируют и обкатывают. Регулируют высевающие аппараты и глубину хода сошников. Обкатывают в течение 15 мин при частоте вращения опорно-приводных колес 15...20 мин⁻¹ и давлении воздуха в шинах 0,25 МПа.

Качество ремонта сеялки проверяют с помощью передвижного стенда обкатки сельскохозяйственных машин ОРТ-16342 ГОСНИТИ или при непосредственной работе в поле. На заданную ширину междурядий сошники расставляют по разметочной доске. Их смещение, например, у зерновых сеялок при расстановке сошников на ширину междурядий 150 мм допускается не более 5 мм.

Нижние кромки дисков сошников в рабочем положении должны касаться плоскости установочной доски, допускается просвет не более 5 мм. При установке сеялки в транспортное положение этот просвет должен быть не менее 110 мм.

Необходимо, чтобы при подъеме сошников в транспортное положение высевающие аппараты автоматически выключались, а при опускании со-

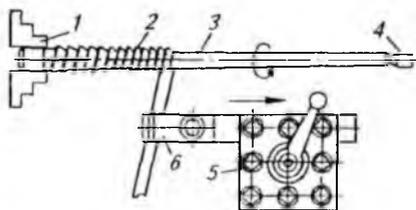


Рис. 4.67. Схема восстановления ленточно-спирального семяпровода на токарном станке навивкой:

1 — патрон станка; 2 — лента семяпровода;
3 — оправка; 4 — центр задней бабки станка;
5 — суппорт; 6 — направляющая лента

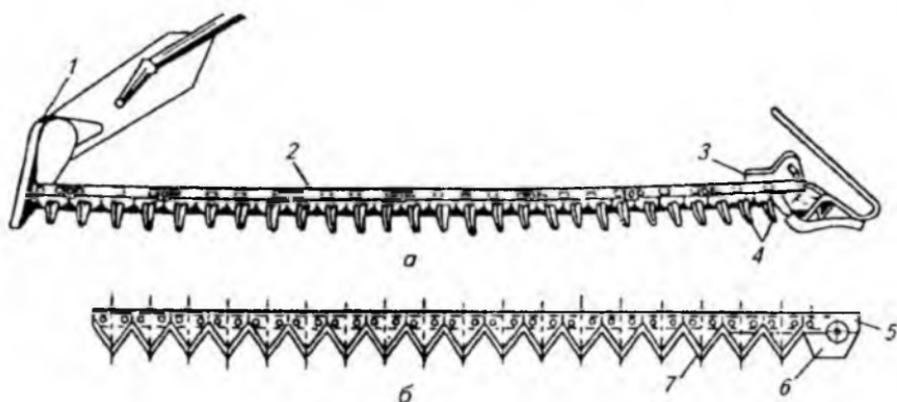


Рис. 4.68. Схема режущего аппарата сенокосилки:

а — пальцевый брус; *б* — ножевая полоса; 1 — наружный башмак с полевой доской; 2 — пальцевый брус; 3 — внутренний башмак; 4 — пальцы режущего аппарата; 5 — спинка ножа; 6 — головка ножа; 7 — сегмент

шников в рабочее положение — так же включались. При рабочем положении сошников под действием пружины звездочка должна входить в полное зацепление с храповиком. Обязательно надо следить, чтобы втулочно-роликовые цепи не набегали на зубья звездочек.

Работу механизма подъема проверяют трехкратным подъемом и опусканием сошников с интервалом 1...2 мин. Валы подъема сошников должны свободно, без заеданий проворачиваться в отверстиях косынок. При подъеме сошников в транспортное положение необходимо, чтобы разобщитель отключал, а при опускании включал передачу на валы высевающих аппаратов. При включенной передаче валы зерновых и туковысевающих аппаратов должны свободно вращаться вместе с катушками. При обкатке сеялки подтекание масла в местах соединения трубопроводов гидросистемы не допускается.

Ремонт рабочих органов косилок, жаток и зерноуборочных комбайнов. Основные рабочие органы косилок и жаток — режущий аппарат, а зерноуборочных комбайнов — режущий аппарат и молотильное устройство.

Режущий аппарат. Такой аппарат (рис. 4.68) состоит из пальцевого бруса и ножевой полосы, включающей в себя спинку и головку ножа, сегменты. Основные дефекты режущего аппарата: износ режущей кромки; выкрашивание сегментов; износ режущей кромки противорежущих пластин пальцев; ослабление крепления сегментов и противорежущих пластин; деформация ножевой полосы и ее поломка; деформация пальцев и их поломка.

У дефектных сегментов срубают головки заклепок и выбивают их из спинки ножа. Устанавливают новый сегмент и приклепывают

его заклепками размером 5×14 мм на стальной балке, в которой расположены сферические углубления диаметром 10 мм. Формируют головку заклепки ручной обжимкой диаметром 10 мм. Этой же обжимкой подтягивают ослабленные заклепки крепления сегментов.

Затупленные сегменты косилок (без насечки) затачивают на специальных станках. Угол заточки $18...23^\circ$. При заточке нельзя допускать перегрева режущих кромок, так как при высокой температуре может произойти отпуск закаленной зоны и резко понизится ее износостойкость. При износе противорежущих пластин пальцев их заменяют. Для этого снимают палец, срубают зубилом головку заклепки, выбивают ее, устанавливают новую пластину и прочно закрепляют заклепкой размером 6×28 мм.

При обжатии заклепок или замене изношенной пластины следят, чтобы потайные головки заклепок не выступали над поверхностью пластин. Пластина должна прилегать всей плоскостью к поверхности пальца. Режущие кромки пластин должны равномерно выступать за края пальца с каждой стороны (разность выступания кромок не более 1,5 мм).

Прямолинейность стенки ножа проверяют на поверочном бруске (допускается прогиб не более 2 мм). Спинку правят на плите ударами молотка. При скручивании ножевую полосу зажимают в тиски и правят с помощью специального ключа. В случае поломки (обрыва) спинку ножевой полосы можно восстанавливать сваркой. Для этого удаляют по сторонам от места поломки по два-три сегмента. В месте излома снимают фаски $3 \times 45^\circ$ и размещают спинку на специальном кондукторе.

Поломанные пальцы заменяют, а деформированные — правят ударами молотка или посредством трубы, которую надевают на носок пальца и отгибают его в нужную сторону.

После ремонта собранный режущий аппарат должен отвечать следующим требованиям. Рабочие поверхности противорежущих пластин пальцев должны находиться в одной плоскости, отклонение не более 0,6 мм. Контролируют отклонение шупом и поверочной линейкой, накладываемой поочередно на три рядом расположенных пальца. Зазоры между пальцевым брусом и привалочными поверхностями пальцев не более 0,3 мм для одинарных пальцев и 0,5 мм для двойных; между боковыми упорами одинарных пальцев не более 0,5 мм; между сегментами и прижимами ножа не более 0,5 мм.

Нож в пальцевом бруске и направляющей должен перемещаться от руки. Длину шатуна регулируют так, чтобы при крайних положениях ножа сегменты располагались симметрично относительно противорежущих пластин пальцев, а также зубцы насечки вершин сегментов не выходили за пределы режущих кромок противорежущих пластин пальцев.

При крайних положениях ножа сегменты и противорежущие

пластины пальцев должны прилегать один к другому. Допускается зазор между противорезущими пластинами и сегментами в передней части до 0,8 мм, а в задней — 0,8...1,0 мм. При этом зазор в передней части сегмента меньше, чем в задней, не более чем на 0,2 мм, зазор между сегментом и прижимами 0,7 мм.

Молотильное устройство. В зерноуборочных комбайнах такое устройство служит для выделения из колоса всех зерен. Обмолот происходит в результате многократных ударов по стеблям и колосу при протаскивании массы через молотильный зазор между барабаном и подбарабаньем (декой).

Молотильное устройство может быть с одним бильным барабаном («Дон», «Нива») и двумя барабанами («Енисей», «Колос»), а подбарабанье — односекционным («Дон», «Енисей») и двухсекционным («Нива», «Колос»). Частота вращения и диаметр барабана для комбайнов семейства «Дон» 512...954 мин⁻¹ и 800 мм; «Нива» — 760...1235 и 600; «Енисей» — 459...1354 и 550; «Колос» — 750...1235 мин⁻¹ и 600 мм.

Основные дефекты барабана: забоины и заусенцы на рифах бичей; обрыв бичей; износ рифов бичей; деформация вала барабана и подбичников; обрыв заклепок крепления подбичников к дискам.

Забоины и заусенцы на рифах бичей опиливают, не снимая их с комбайна. Оборванный бич заменяют. Во избежание нарушения балансировки барабана новый бич должен быть равен по длине и массе заменяемому. Для этого берут новый бич с тем же направлением рифов, что и заменяемый, выравнивают по длине, удаляя излишки металла по торцам, и взвешивают. Разница в массе бичей не должна превышать 10 г. Если новый бич легче заменяемого, то под его болты крепления устанавливают дополнительные шайбы или пластины; если бич тяжелее, то под гайки крепления противоположного бича подкладывают балансировочные пластины.

После установки нового бича проверяют зазор между рифом и планкой. Отклонение зазоров между различными бичами и пластинами не более 1,0 мм. В противном случае под них устанавливают регулировочные прокладки требуемой толщины, но не более 1,0 мм. Массу прокладок учитывают в общей массе бича. Подобранный бич закрепляют гайками.

При других дефектах барабан снимают с комбайна и ремонтируют на специальном стенде. Он состоит из рамы 10 (рис. 4.69) с направляющей 9 и ложементами 12, тележки 8 с гидропрессом 6 для правки вала барабана, пневмозажимов 4, балансировочных роликов 13, индикатора 7 и пульта управления 15. Тележку с прессом можно установить в положение, соответствующее длине барабана. Болты крепления бичей от проворачивания удерживаются пневмозажимами.

Для ремонта устанавливают барабан на ложементы 12 и закрепляют планками 5. Ложементы на раме размещают так, чтобы расстояние между ними было равно расстоянию между опорами ремонтируемого комбайна. Причиной деформации вала барабана могут

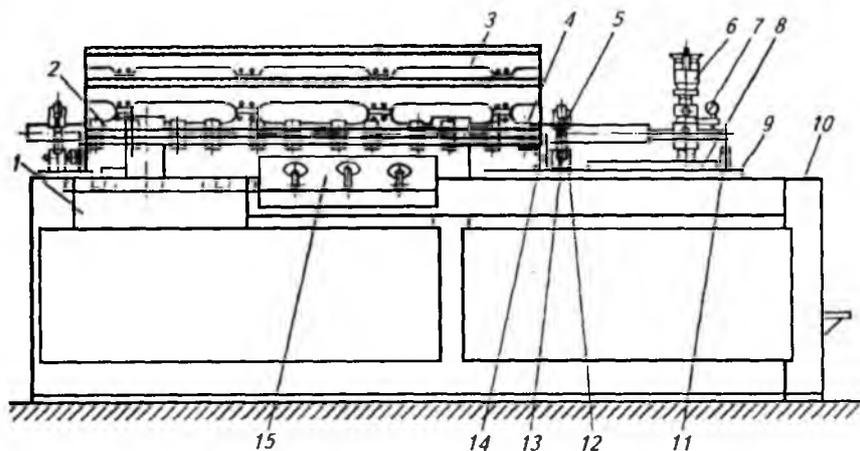


Рис. 4.69. Схема стенда для ремонта молотильных барабанов:

1—ящик для метизов; 2—линейка; 3—барабан; 4—пневмозажим; 5—планка; 6—гидропресс; 7—индикатор; 8—тележка; 9—направляющая; 10—рама; 11—рычаг; 12—ложемент; 13—балансировочный ролик; 14—фиксатор; 15—пульт управления

быть чрезмерное натяжение приводных ремней или забивание молотильного устройства хлебной массой. Непрямолинейность вала допускается не более 1 мм, биение его концов относительно посаженных поверхностей под подшипники 0,3 мм. Для правки вала барабан 3 устанавливают таким образом, чтобы изогнутый конец вала был направлен вверх, и в этом положении барабан закрепляют планками 5. Затем передвигают гидропресс 6 и правят вал. Далее освобождают зажимы и поднимают опорные диски так, чтобы барабан свободно вращался на них. Медленно вращают барабан и проверяют по индикатору прямолинейность вала.

Шпоночный паз вала барабана с износом по ширине под ступицу диска выше допустимого значения фрезеруют до ремонтного размера, делают новый паз нормального размера, смещенный относительно старого паза на 90° . Изношенный паз в этом случае заправляют и обрабатывают, чтобы не снижалась прочность вала.

Износ рифов бичей проявляется в виде уменьшения их высоты, что снижает интенсивность обмолота. Номинальная высота рифов, замеренная на расстоянии 16 мм от задней кромки бича, составляет $8 \pm 0,5$ мм, допустимая высота — 5 мм. Износ рифов замеряют рифомером. Он состоит из скобы 2 (рис. 4.70), в паз которой устанавливают штангенглубиномер 4 и закрепляют винтами 3. Упорная пластина служит для установки рифомера и контроля высоты рифов на расстоянии 16 мм от кромки бича. Упор 1 обеспечивает установку рифомера по высоте.

Бичи с рифами, изношенными более допустимого значения, за-

меняют. При замене полного комплекта или отдельных бичей добиваются, чтобы на остове барабана с противоположных сторон располагались бичи, разница в массе которых не более 10 г. Торцы всех бичей должны лежать в одной плоскости. Бичи относительно плоскости торцов подбичников не должны выступать более чем на 2,0 мм. При установке нового бича один конец его точно совмещают с торцами подбичников, а другой при необходимости отрезают. Гайки на бичах затягивают поочередно, начиная с противоположных концов бича к середине или, наоборот, с середины к концам. Рифы болтов должны быть заподлицо с рифами бича. Допустимое утопание не более 1,5 мм.

Бичи с правыми и левыми направлениями наклона рифов устанавливают на остов барабана поочередно, они должны плотно прилегать к подбичникам и обращены пологой стороной в сторону вращения барабана.

Местные изгибы подбичников правят на специальной плите ударами молотка по наставке, возможен нагрев подбичника пламенем газовой горелки. Неплоскостность подбичников не более 1 мм.

При ослаблении заклепочных соединений подбичников и дисков их подтягивают. При наличии трещин в дисках остова барабана выравнивают кромки и заваривают трещины с внутренней стороны остова. Затем из стальной пластины изготавливают усиливающее кольцо и приваривают к диску барабана прерывистым швом, а к ступице — сплошным швом.

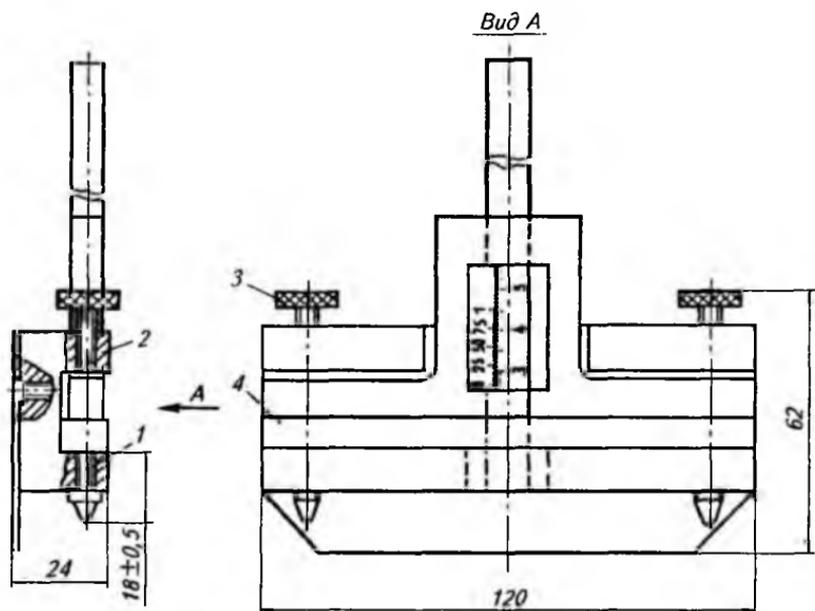


Рис. 4.70. Схема рифомера

После правки подбичников, подтяжки заклепок и заварки швов проверяют соосность ступиц дисков: прямолинейный вал диаметром 60 мм должен свободно проходить через отверстия ступиц крайних дисков остова.

Заключительная операция при ремонте барабана — его статическая балансировка. При плохо отбалансированном барабане повышаются динамические нагрузки на опорные подшипники и раму, в результате которых ускоряется изнашивание подшипников, разрушаются сварные, заклепочные и другие соединения.

Статическую балансировку барабана выполняют на роликах стенда. Дисбаланс устраняют балансировочными пластинами из листовой или полосовой стали с отверстиями, которые устанавливают под гайки крепления бичей с тыльной стороны подбичника. Барабан считается статически уравновешенным, если при каждой его остановке после вращения верхнее положение занимают различные бичи.

Чтобы не нарушить динамическую балансировку, надо устанавливать пластины при статической балансировке симметрично относительно середины барабана под два, четыре или шесть болтов подбичников.

Барабаны балансируют без шкивов, чтобы при их возможной замене не нарушалась балансировка.

Шкивы балансируют отдельно также на стенде. Для балансировки в приливах дисков сверлят отверстия диаметром 16...18 мм на глубину до 12 мм.

Основные дефекты подбарабанья (деки): деформация планок в горизонтальной и вертикальной плоскостях; деформация и разрыв прутков; разрушение сварных швов; износ планок по высоте и скругление их рабочих граней.

Планки, у которых изгиб превышает 2 мм в поперечном направлении и 1 мм в вертикальной плоскости, правят на специальной полукруглой плите вручную с использованием приспособлений. При значительных изгибах их предварительно нагревают газовой горелкой.

Для правки планок в поперечном направлении используют специальный ключ с двумя стойками, которые имеют прорези размером, соответствующим толщине планок. На деформированные планки устанавливают стойки приспособления. Затем подводят упор к месту наибольшего изгиба и, плавно поворачивая рычаг, правят планки. После выравнивания в случае разрушения сварного шва их приваривают к щекам и ребрам жесткости, а прутки, вышедшие из отверстий, ставят на место.

Нарушение кривизны рабочей поверхности подбарабанья устанавливают с помощью шаблона. Радиус основного подбарабанья комбайнов семейств «Нива» и «Колос» составляет $310 \pm 0,5$ мм, «Енисей» — $287 \pm 0,5$ мм.

Подбарабанья проверяют в пяти сечениях. Если зазор между

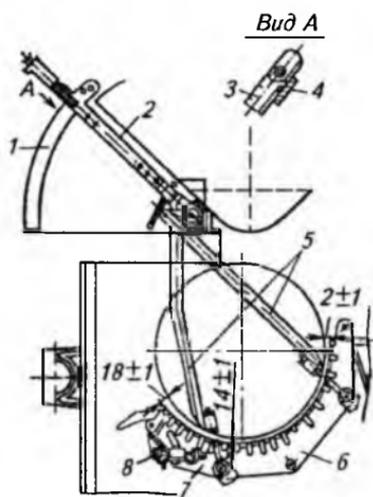


Рис. 4.71. Схема механизма регулировки зазоров в молотильных аппаратах комбайнов семейств «Нива» и «Колос»:

1 — сектор; 2 — рычаг; 3 — шкала; 4 — стрелка; 5 — регулировочные тяги; 6 — основное подбаранье; 7 — надставка подбаранья; 8 — регулировочный болт

тора 1. Зазоры между бичами барабана и планками должны быть: на входе молотильного аппарата 18 ± 1 мм; в зоне соединения надставки 7 с основным подбараньем 14 ± 1 ; на выходе 2 ± 1 мм. Деления «18», «14» и «2» на шкале 3 должны совпадать со стрелками на рычаге. У комбайна семейства «Дон» зазор между барабаном и подбараньем на входе должен составлять также 18 ± 1 мм, а на выходе — 2 ± 1 мм комбайна семейства «Енисей» — соответственно 20 ± 1 и 7 ± 1 мм для первого барабана и 18 ± 1 и 6 ± 1 мм для второго.

4.2.4. АГРЕГАТЫ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

Агрегаты и сборочные единицы системы водоснабжения. Машины и оборудование в животноводстве работают в контакте или непосредственной близости с животными. Если они некачественно отремонтированы и технически неисправны, то нарушается нормальное функционирование биотехнической взаимосвязи оператор — машина — животное, что отрицательно сказывается на здоровье животных, количестве и качестве продукции.

Использование технологических линий животноводческих объектов и отдельных машин также имеет существенные отличия.

шаблоном и планками более 2 мм, то каркас подбаранья правят на прессе.

В планках подбаранья в первую очередь изнашиваются передние грани. Скругление рабочих граней планок не должно превышать 1,5 мм. Его проверяют радиусным шаблоном или радиусомером. При износе граней больше допустимого значения подбаранья переставляют, повернув их на 180° так, чтобы задние неизношенные кромки оказались впереди, или растачивают. После расточки рабочие грани планок основного подбаранья должны находиться на дуге радиусом 314 мм у комбайнов семейств «Нива» и «Колос» и 291 мм — «Енисей».

После ремонта и сборки молотильного аппарата должна быть проведена основная регулировка подбаранья. Правильность регулировки у комбайнов семейств «Нива» и «Колос» проверяют после установки рычага 2 (рис. 4.71) на первый зуб сектора 1.

Так, машины и оборудование установлены в помещениях и эксплуатируются круглый год в соответствии с производственным ритмом.

Для большинства технологических линий и оборудования отсутствуют их дублирующие системы. Вместе с тем они должны работать на протяжении всего периода эксплуатации с одинаковой производительностью и надежностью, что обусловлено биологическими особенностями организма животных.

Технологическое оборудование и силовое электрооборудование изнашиваются быстрее, чем аналогичные агрегаты других отраслей сельского хозяйства. Основная причина — коррозия металлов, обусловленная агрессивностью рабочей среды животноводческих ферм.

Большинство машин и оборудования в животноводстве трудно-транспортбельны. Их ремонтируют на месте установки в сроки, оговоренные зооветеринарными нормативами, путем замены неисправных агрегатов с их последующим ремонтом в мастерских хозяйств или на специализированных предприятиях.

П о г р у ж н ы е н а с о с ы. Насос и электродвигатель ремонтируют на параллельных участках одного предприятия. Технологический процесс ремонта предусматривает расстыковку насоса и погружного электродвигателя на специальном стенде.

При последующей разборке насоса и электродвигателя важно сохранить детали, которые можно использовать повторно. У насосов — это рабочие колеса, лопаточные отводы, а у электродвигателей — пластины сердечника статора.

Технологический процесс ремонта насоса предусматривает помимо восстановления изношенных деталей изготовление рабочих колес, щитов, соединительных муфт, защитной сетки и обрешиненных подшипников вала насоса.

Верхний и нижний подшипники вала насоса представляют собой металлические втулки с нанесенным по внутреннему диаметру слоем резины. Втулки насосов с вертикальными валами подвергаются воздействию радиальных и касательных усилий, а также воспринимают динамическую нагрузку в результате влияния неуравновешенных вращающихся масс.

Под действием радиальных усилий подшипники испытывают сжатие, а в результате касательных и динамических нагрузок (несмотря на низкий коэффициент трения при смазке водой) постепенно разрушается внутреннее покрытие. Подшипники изготавливают на ремонтных предприятиях путем вулканизации нового слоя резины по внутреннему диаметру или опрессовкой композицией на основе эпоксидной смолы с последующей расточкой под размер новой или шлифованной под ремонтный размер защитной втулки.

Для покрытия внутренних поверхностей подшипников используют состав, с помощью которого можно более чем в 3 раза уменьшить коэффициент трения при смазывании водой. Состав пред-

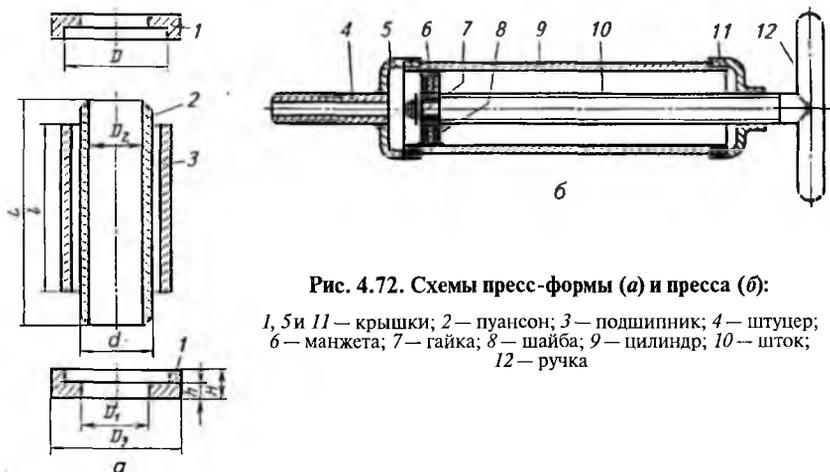


Рис. 4.72. Схемы пресс-формы (а) и прессы (б):

1, 5 и 11 — крышки; 2 — пуансон; 3 — подшипник; 4 — штуцер;
 6 — манжета; 7 — гайка; 8 — шайба; 9 — цилиндр; 10 — шток;
 12 — ручка

ставляет собой композицию на основе эпоксидной смолы ЭД-16, включающей 12 массовых частей порошкообразного полиэтилена, 4 — диоксида титана, 5 — бикарбоната натрия, 1 — голубого пигмента бирюзы, 16 — кремнийорганической смолы, растворенной в толуоле в соотношении 2:1, и 15 массовых частей отвердителя — полиэтиленполиамина.

В отличие от вулканизации нового слоя резины, требующей специального технологического оборудования, для покрытия внутренних поверхностей подшипников данным составом достаточно иметь простую технологическую оснастку. Последняя состоит из пресс-формы с двумя крышками 1 (рис. 4.72), пуансона 2 и прессы.

В одной из крышек сверлят два противоположно расположенных отверстия и нарезают резьбу для ввертывания штуцера 4.

В одну или несколько втулок, у которых предварительно удален слой резины проточкой по внутреннему диаметру с одновременным нарезанием «рваной» резьбы, вставляют пуансон 2. Последний закрывают с двух сторон крышками 1, стягивающими струбцинами или винтом.

Приготовленная композиция нагнетается в кольцевой зазор между втулками и пуансоном с помощью прессы. Штуцер 4 ввертывают в резьбовое отверстие, расположенное внизу крышки. Композиция подается до тех пор, пока не начнется ее истечение через верхнее отверстие. Далее в нижнее отверстие закручивают резьбовую пробку. Через верхнее отверстие посредством прессы подпрессовывается композиция до появления сопротивления. После этого залитую массу выдерживают в форме в течение 24 ч. Для предотвращения прилипания заливаемой полимерной композиции оснастку покрывают тонким слоем технического вазелина или солидола.

При определении геометрических размеров деталей пресс-формы высота центрируемой части крышки $h = (0,3...0,4)H$. Наружный диаметр $D_3 = 1,1D$, где D — наружный диаметр подшипника. Наружный диаметр пуансона d_1 равен или меньше на 2...3 мм диаметра вала насоса.

Пресс для нагнетания полимерной композиции можно изготовить из солидолонагнетателя, приварив к крышке 5 штуцер с резьбой, аналогичной резьбе в крышке пресс-формы.

Восстановленные и изготовленные в соответствии с техническими требованиями детали насосов собирают с учетом их конструктивных особенностей. Перед этим рабочие поверхности обрезиненных подшипников, резиновых уплотнительных колец и самоподжимных сальников смазывают тонким слоем глицерина.

Зазоры и натяги в соединениях должны соответствовать значениям, установленным для насосов каждой марки (табл. 4.20).

4.20. Зазоры и натяги, мм, основных соединений насосов

Соединение	Натяг (-), зазор (+)	
	по чертежу номинальный и максимальный	допустимый
Подшипник — защитная втулка	+0,065 и +0,299	+0,600
Корпус подшипника — подшипник	-0,018 и -0,119	-0,010
Отвод — рабочее колесо	+0,365 и +0,579	+1,100
Рабочее колесо — вал	+0,016 и +0,160	+0,300
Муфта — шпонка	+0,030 и +0,108	+0,220

Перед сборкой основание 1 насоса (рис. 4.73) центрируют на подставке с буртиком высотой 8,5 мм. Устанавливают вал 7 вместе с муфтой 2, опорной шайбой 3 и конусной втулкой 4 в основание 1 и определяют контрольный размер.

Осевое перемещение вала должно быть не менее 2 мм. Важный параметр качества ремонта насоса — его герметичность. Насос размещают входным отверстием на центрирующей конус 1 (рис. 4.74), уплотняют прокладкой 2 и кольцевыми уплотнениями 3. На нагнетательный патрубок надевают кольцо 5 с двумя прокладками

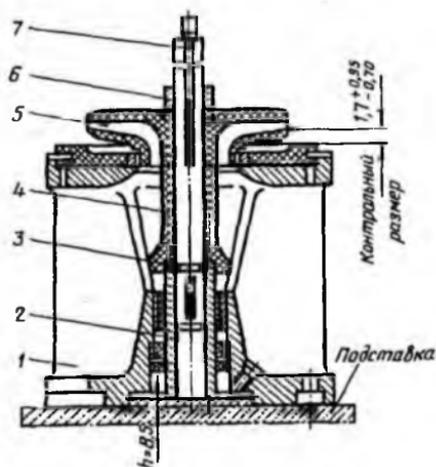


Рис. 4.73. Схема сборки насоса:

1 — основание; 2 — муфта; 3 — опорная шайба; 4 и 6 — конусная и распорная втулки; 5 — рабочее колесо; 7 — вал

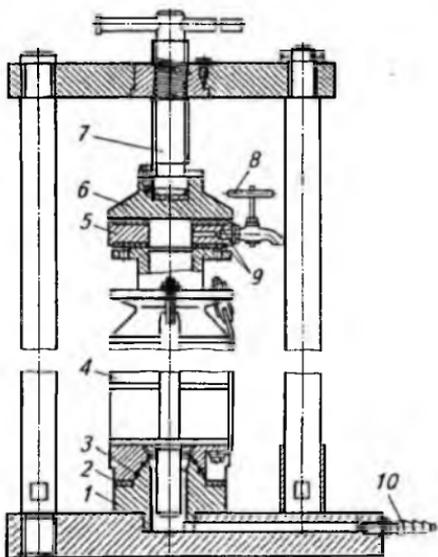


Рис. 4.74. Схема стенда для испытания погружных насосов на герметичность:

1 — центрирующий конус; 2 — прокладка; 3 — кольцевое уплотнение; 4 — насос; 5 — кольцо; 6 — гайка; 7 — винт; 8 — кран; 9 — уплотнительные прокладки; 10 — штуцер

ми 9. Насос прижимается к основанию стенда через гайку 6 с помощью винта 7.

Вода под давлением, соответствующим режиму работы испытываемого насоса, подается через штуцер 10. Кран 8 служит для удаления воздуха из внутренней полости насоса. Он закрывается после заполнения насоса водой. Подтекание и просачивание воды в местах соединений секций насоса в процессе испытаний не допускаются.

По окончании ремонта насоса и электродвигателя их соединяют. Регулировочные прокладки помещают между торцами их валов или между соединительной муфтой и буртиком вала электродвигателя.

Толщина, мм, пакета регулировочных прокладок, устанавливаемых между торцами валов,

$$s = a - (b + \lambda/2), \quad (4.11)$$

где a — наибольшее расстояние от торца вала насоса до торца основания при нахождении вала насоса в крайнем левом положении, мм; b — наименьшее расстояние между торцами вала и корпуса электродвигателя при нахождении вала в крайнем правом положении, мм; λ — осевое перемещение вала насоса, мм.

Толщина, мм, пакета регулировочных прокладок 4 (рис. 4.75), находящихся между соединительной муфтой и буртиком вала электродвигателя 3, для насоса ЗЭЦВ8-16-140

$$s_1 = 8,5 - h_1, \quad (4.12)$$

где h_1 — наименьшее расстояние между буртиком вала электродвигателя и торцом подшипникового шита, мм.

Для насосов ЭЦВ6, ЭЦВ8, ЭЦВ10 и ЭЦВ12 толщина пакета прокладок, мм,

$$s_2 = l - (h_1 + c/2), \quad (4.13)$$

где l — наибольшее расстояние между торцом основания насоса и муфтой, мм; c — осевое перемещение вала насоса, мм.

Для проверки соответствия отремонтированных электронасосов

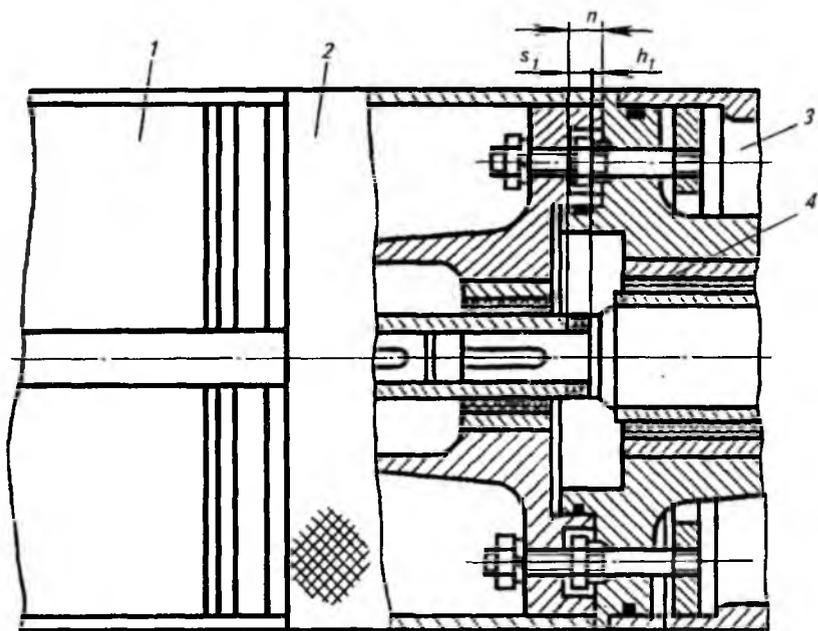


Рис.4.75. Схема определения размера регулировочных прокладок при соединении насоса и электродвигателя:

1 — насос; 2 — защитная сетка; 3 — электродвигатель; 4 — регулировочные прокладки

требованиям ГОСТа проводят контрольные испытания, включающие в себя обкатку, проверку напора, подачи электронасоса, значения силы потребляемого тока.

Испытания проводят на стенде (рис. 4.76) при номинальной частоте вращения вала. Допустимые отклонения $\pm 5\%$. Показания приборов снимают при установившемся режиме.

Продолжительность обкатки 30...60 мин при минимальном напоре. Во время ее не допускаются посторонние шумы, стуки, сильная вибрация, заедание при пуске и т. д. В процессе обкатки наблюдают за значением потребляемого электродвигателем тока. При его увеличении и неизменном режиме работы электронасоса обкатку следует прекратить, насос разобрать, устранить неисправность и повторить обкатку.

Подачу электронасоса измеряют объемным методом не менее чем в трех точках (в номинальной и в крайних) рабочей области характеристики. Подача воды, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$Q = V/t, \quad (4.14)$$

где V — объем воды, перекачиваемой в мерный бак, м^3 ; t — время заполнения бака, ч.

Напор измеряют манометром. Подача и напор в контрольных точках должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации (табл. 4.21). Допустимые отклонения напора у насосов до 0,5 и свыше 0,5 МПа составляют соответственно 10 и 6 %.

4.21. Основные параметры электронасосных агрегатов

Агрегат	Подача при номинальном режиме, м ³ /ч	Напор при номинальном режиме, МПа	Частота вращения вала, с ⁻¹	Номинальная сила тока, А
ЭЦВ5-6,3-80	6,3	0,80	47,5	8,3
4ЭЦВ6-6,3-85	6,3	0,85	47,5	7,0
4ЭЦВ6-6,3-125	6,3	1,25	47,5	10,7
1ЭЦВ6-10-140	10,0	1,40	47,5	18,3
3ЭЦВ6-10-80	10,0	0,80	47,5	10,7
1ЭЦВ6-18-75Г	16,0	0,75	47,5	13,5
3ЭЦВ6-16-75	16,0	0,75	47,5	12,7
3ЭЦВ8-16-140	16,0	1,40	47,5	24,5
2ЭЦВ8-25-100	25,0	1,00	47,5	24,5
2ЭЦВ8-25-150	25,0	1,50	47,5	35,6
ЭЦВ10-120-60	120,0	0,60	48,6	66,0
2ЭЦВ10-63-110	63,0	1,10	48,6	66,0
1ЭЦВ12-160-100	160,0	1,00	48,6	130,0

Сила потребляемого тока — важная характеристика качества ремонта электронасоса. Ее определяют как среднее арифметическое значение тока по фазам. Для электродвигателей при номинальных нагрузках допускается превышение силы тока до 15 %. По окончании испытаний воду сливают и подают насос на консервацию.

В соответствии с ГОСТ 9.014 консервация электронасоса должна обеспечить его защиту от коррозии при транспортировке и хранении не менее 12 мес. Для этого используют водный ингибитор коррозии черных металлов, содержащий нитрита натрия 50...60 г/дм³, уротропина 40...50 и кальцинированной соды 5...10 г/дм³. Насос выдерживают в нем 5...10 мин, затем устанавливают в емкость для стока консервирующего раствора. Далее заворачивают пробки в корпусе подпятника и верхнем щите электродвигателя (у ЭЦВ8, ЭЦВ10 и ЭЦВ12 — в основании).

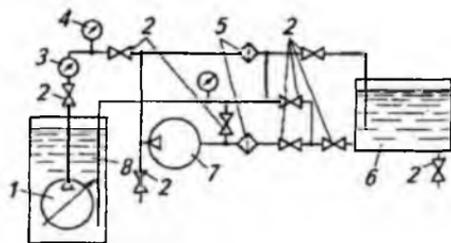


Рис. 4.76. Схема стенда для испытания электронасосов:

- 1 — проверяемый электронасос; 2 — вентили;
3 — расходомер; 4 — манометр; 5 — фильтры;
6 — мерный бак; 7 — насос; 8 — емкость

После консервации с целью предупреждения коррозии наружной поверхности в процессе работы в скважине отремонтированный насос окрашивают. Наиболее предпочтительны водостойкие оксидные и сополимерно-винилхлоридные эмали. На подготовленную поверхность наносят один слой фосфатирующего грунта ВЛ-02, сушат при температуре 18...20 °С в течение 0,5...2 ч. Затем наносят два слоя эмали ЭП-43 или ХС-720, ХС-791. При этом каждый последующий слой наносят после высыхания предыдущего.

Отремонтированные электронасосные агрегаты передают в эксплуатацию или на хранение. Хранить агрегаты более 24 мес не рекомендуется из-за старения изоляции электродвигателя. Хранят агрегаты в вертикальном положении при температуре 0...30 °С.

Напорно-регулирующее оборудование. Наибольшее распространение получила сборно-блочная металлическая башня БР, в которой емкость установлена на цилиндрической опоре. Вода подводится в бак с помощью водоподъемного оборудования и забирается самотеком через напорную магистраль. Межремонтный срок службы 3...4 года.

К характерным повреждениям таких башен относятся: трещины в стенках, образующиеся в результате замерзания воды; изгиб — образование выпуклостей; трещины в сварных соединениях; коррозия стенок.

Трещины в стенках и сварных соединениях устраняют сваркой. На пробоины накладывают металлические заплаты, которые приваривают к основному металлу.

В случае коррозии стенок определяют ее границы, полностью вырезают поврежденные места и приваривают листы металла.

Более сложно выправить листовой материал бака при наличии выпуклости, так как при неквалифицированной правке она не исчезает, а, наоборот, увеличивается. Чтобы ее устранить, следует обвести выпуклость мелом. К стенке бака с противоположной стороны крепят поддержку и наносят несильные, но частые удары от края листа в сторону повреждения. По мере приближения к ней удары должны наноситься с большей интенсивностью, но меньшей силой. Допускаются высота прогиба или волнистость не более 2 мм на 1 м длины.

Важное условие при проведении ремонтных работ — предупреждение коррозии металла бака. Перед приваркой накладки на поврежденные или пробитые участки тщательно зачищают металлической щеткой место ее прилегания и затем плотно подгоняют к нему накладку.

Сразу после окончания работы сварные швы и накладки очищают с двух сторон, покрывают грунтом и водостойкой эмалью.

Ремонт автопоилок. Различают индивидуальные стационарные автопоилки АП-1А и ПА-1А соответственно с пластмассовым и чугунным корпусами, групповые автопоилки АГК-4А и АГК-12 с электроподогревом воды и др.

Детали клапанного механизма, выполненные из пластмассовых и резиновых деталей, заменяют новыми в процессе ремонта.

При разгерметизации резьбовых соединений, обусловленной нарушением жесткости крепления индивидуальных поилок, их снимают, восстанавливают крепление и устраняют неплотности заменой льняной пряди с предварительным покрытием резьбы суриковой замазкой или свинцовыми белилами.

В случае разрушения листовой стали корпуса групповых поилок ставят металлические прокладки, уплотняя их листовым асбестом и закрепляя шурупами. На специальных оправках правят погнутые поильные чаши и крышки. Изношенный резиновый клапан заменяют новым. Поплавок-клапаный механизм регулируют смещением поплавка вокруг оси зубчатых шайб таким образом, чтобы уровень воды в поильной чаше был не ниже 100...110 мм. Изменяя зазор между регулировочным винтом мембраны и микропереключателем, регулируют температуру воды в поильных чашах в пределах 5...14 °С. После ремонта автопоилки проверяют на время заполнения.

Сборочные единицы доильных установок. Техническое состояние доильного аппарата определяется совокупностью рабочих параметров его элементов — пульсатора, коллектора и доильных стаканов.

Ремонт пульсатора. К основным параметрам функционирования относятся число пульсаций, соотношение тактов, эффективный вакуум на выходном патрубке (значение вакуума в межстенном пространстве доильных стаканов).

При разборке пульсаторов доильных аппаратов АДУ-1, ДА-2 и М-59 не допускаются прорыв прокладок и мембран, повреждение резьбовых соединений, деформация гайки и корпуса. Детали с дефектами выбраковывают.

Перед сборкой детали, очищенные от загрязнений, раскладывают на стеллаже. В процессе ее особое внимание уделяют правильности укладки мембраны, прокладок и клапанов. Все они должны плотно прилегать и не иметь перекосов. Резьбовые соединения собирают вручную.

Далее пульсаторы обкатывают на стенде, посредством которого одновременно обкатывают до десяти пульсаторов. Он состоит из корпуса, стола и панели. В столе смонтированы распределитель вакуума, доильное ведро и вакуумная труба с десятью кранами. В панели установлены три вакуумметра и имитатор вымени с эталонным доильным аппаратом.

Штуцера обкатываемых пульсаторов 3 (рис. 4.77) вставляют в гнезда 1 и 2 стенда. Включают вакуумный насос. Значение вакуума в системе по вакуумметру стенда находится в пределах 46...50 кПа. Открывается кран 5, соединенный с вакуумной магистралью.

Пульсаторы обкатывают в течение 1 ч. После этого проверяют значение переменного вакуума с помощью контрольных вакуумметров стенда. Их показания должны быть 42...43 кПа. Если значе-

ния будут меньше указанных, то обкатку повторяют. В случае отличия повторных показаний от требуемых пульсатор выбраковывают.

Качество ремонта прошедших обкатку пульсаторов контролируют с помощью прибора КИ-9102. Он служит для определения числа пульсаций, соотношения тактов и эффективного вакуума на выходе при номинальных режимах работы доильной установки.

Перед испытанием настраивают число пульсаций в 1 мин регулировочным винтом. Для доильного аппарата ДА-2 оно равно 80 ± 10 , для М-59 — 70 ± 10 . Для аппарата АДУ-1 настройку не проводят. Число пульсаций для этого аппарата 70 ± 10 в 1 мин.

Для проверки частоты пульсаций тумблер переключения позиции прибора КИ-9102 устанавливают в положение «Частота пульсаций».

Шлангом постоянного вакуума соединяют входной патрубок пульсатора со штуцером подвода вакуума, а выходной вставляют в среднее гнездо прибора. Частота пульсаций регистрируется на электронном табло устройства для диагностики доильных аппаратов (УДА). С помощью этого же прибора проверяют соотношение тактов на выходе пульсатора.

В случае его отклонения от допустимого значения пульсатор выбраковывают.

При соответствии соотношения длительности такта сосания требуемым значениям проверяют эффективный вакуум на выходе пульсатора. Для этого тумблер переключения позиций переводят в положение «Эффективный вакуум» и с помощью регистрирующего вакуумметра определяют вакуумметрическое давление на выходе. Оно должно быть равно номинальному или отличаться от него не более чем на 2 кПа.

Ремонт коллектора. Коллектор разбирают для полного удаления с поверхности деталей жировых загрязнений, солей или продуктов коррозии и замены изношенных деталей. В процессе разборки не допускаются деформация корпуса и повреждение резьбовых соединений.

Перед сборкой чистые детали проверяют на отсутствие трещин. Сборку выполняют с учетом конструктивных особенностей коллекторов. Так, у коллектора аппарата ДА-2 клапан должен свободно передвигаться в пробке; у М-59 отверстие для подсоса воздуха прочищают с помощью иглы; у АДУ-1 клапан должен свободно входить

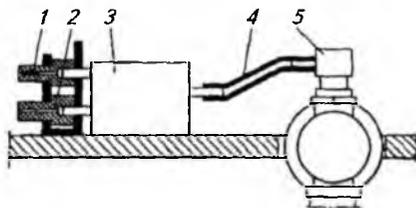


Рис. 4.77. Схема подсоединения пульсатора:

1 и 2 — гнезда штуцеров стенда; 3 — обкатываемый пульсатор; 4 — соединительный шланг; 5 — кран вакуумной трубы стенда

в корпус пульсатора, не допускается перекося верхней части корпуса относительно нижней.

Собранный коллектор проверяют на герметичность и подсос воздуха через клапан коллектора. Подсос необходим для создания перепада давления в коллекторе, что улучшает транспортировку молока, не оказывая влияния на вакуум под соском и другие показатели машинного доения.

Для определения герметичности коллекторов и подсоса воздуха используют прибор КИ-9103. Он состоит из смонтированных в одном корпусе регистрирующего вакуумметра, вакуумметра рабочего давления, тумблера, калиброванного дросселя и устройства для подключения коллекторов (гнезда).

При контроле герметичности необходимо заглушить молочные патрубки коллектора, вставить отводящий патрубок в гнездо прибора, включить его и определить по вакуумметру герметичность.

Если вакуумметрическое давление менее 10 кПа, то необходимо проверить правильность сборки.

При недостаточной герметичности коллектора по регистрирующему вакуумметру прибора определяют подсос воздуха через его клапан. Допустимое значение вакуумметрического давления для ДА-2 равно 17^{+10} кПа и для М-59—40₆ кПа.

Ремонт доильных стаканов. Перед разборкой оценивают техническое состояние сосковой резины, т. е. ее целостность и шероховатость.

В результате нарушения целостности стенок сосковой резины воздух отсасывается из межстенной камеры доильного стакана при такте сжатия, что нарушает такт. Кроме этого возможно всасывание молока в межстенную камеру при такте сосания.

Шероховатость резины — следствие ее старения под влиянием температуры, моющих-дезинфицирующих средств и кислорода воздуха. На поверхности возникают микротрещины, снижающие качество очистки и способствующие бактериологической загрязненности молока. С течением времени внутренняя поверхность сосковой резины становится чешуйчатой, увеличивается трение о сосок, вызывая болевые ощущения у животного.

Для определения перечисленных параметров сосковой резины используют прибор КИ-9104. Он представляет собой корпус, на передней панели которого закреплены два вакуумметра (регистрирующий и рабочего давления), имитатор соска вымени и переключатель. Внутри корпуса размещены эталонный пульсатор и вакуумная магистраль.

Имитатор соска (датчик) в основании δ конуса имеет сквозной канал 7 (рис. 4.78), а в суженном участке — радиальное 5 и осевое 6 отверстия. В процессе работы прибора радиальное отверстие соединяется с источником вакуума, а сквозной канал — с вакуумметром.

Проверка разрывов и шероховатости сосковой резины в собранном доильном стакане основана на определении значения вакуума

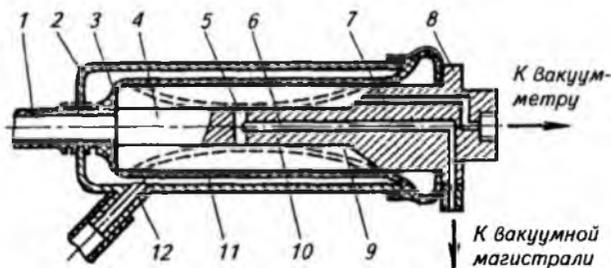


Рис. 4.78. Схема установки доильного стакана на датчике прибора КИ-9104:

1 — молочный патрубок; 2 — корпус доильного стакана; 3 — сосковая резина; 4 — имитатор соска; 5 и 6 — радиальное и осевое отверстия; 7 — сквозной канал; 8 — основание датчика; 9 — подсосковая полость; 10 — суженная часть датчика; 11 — межстенная полость; 12 — патрубок переменного вакуума

смыкания. Перед испытанием доильные стаканы очищают от загрязнений и сушат.

Для обнаружения разрывов переключатель прибора КИ-9104 переводят в положение «Целостность». На имитатор соска устанавливают доильный стакан. Патрубок 12 надевают на штуцер подвода вакуума, а в молочный патрубок 1 вставляют заглушку.

При включении источника вакуума под действием разности давлений в подсосковой 9 и межстенной 11 полостях стенки сосковой резины 3 смыкаются и перекрывают радиальное отверстие 5, отсоединяя подсосковую полость 9 от источника вакуума.

По вакуумметру определяют значения вакуумметрического давления, при котором смыкаются стенки сосковой резины при отсутствии разрыва. Для доильных аппаратов всех марок оно должно быть не более 14 кПа.

В результате значительного разрыва сосковой резины смыкания не происходит. При наличии разрыва в течение 5...10 с и отключенном источнике вакуум уменьшается до нуля в подсосковой полости.

Если отсутствуют разрывы, то определяют шероховатость резины. Для этого переключатель прибора переводят в положение «Вакуум смыкания».

Если на внутренней поверхности сосковой резины есть глубокие трещины, то вакуум будет проникать в полость 9, увеличивая его значение до рабочего. Это фиксируется вакуумметром. Следовательно, чем выше шероховатость, тем выше значение вакуумметрического давления. При наличии разрывов сосковой резины и увеличенной шероховатости доильный стакан разбирают, а резину выбраковывают.

Разборка доильных стаканов заключается в снятии (освобождении) детали, служащей замыкающим (связующим) звеном. Так, у стаканов доильных аппаратов ДА-2 и М-59 — это смотровой конус.

Доильные стаканы разбирают с помощью приспособлений с ручным или ножным приводом.

Для разборки доильный стакан устанавливают на опорной плите 2 (рис. 4.79) стола 1 смотровым конусом вверх и центрируют над штоком 9 с помощью направляющих кронштейнов 3. Стакан крепится скобой 4. Его корпус поддерживается нажатием на педаль 10. При этом смотровой конус 5 выталкивается. Затем, освободив педаль, снимают корпус стакана, извлекают из него сосковую резину и демонтируют монтажное кольцо.

Для разборки доильных стаканов аппарата АДУ-1 с совмещенной сосковой резиной и молочным патрубком используют приспособление ОР-9182.03.

Сосковую резину снимают с верхней части корпуса доильного стакана. Последний устанавливают в зажимах 4 (рис. 4.80) таким образом, чтобы его корпус был свободным, не входил в верхний и нижний зажимы, в которых закрепляется лишь сосковая резина. Включают электропривод и нажатием на педаль приводят во вращение винт 1. В результате каретки 3 будут отходить друг от друга, рас-

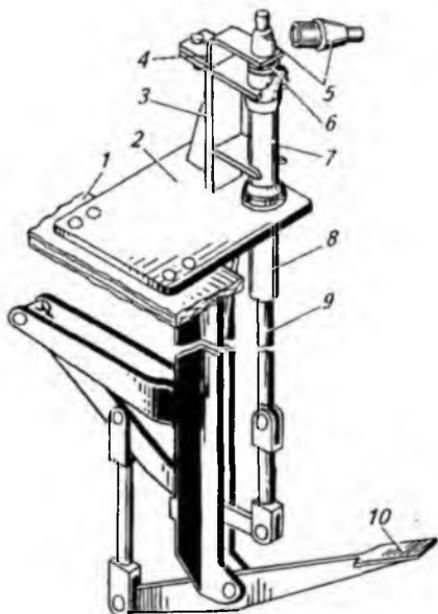


Рис. 4.79. Приспособление для разборки доильных стаканов аппарата ДА-2:

1 — стол; 2 — опорная плита; 3 — направляющий кронштейн; 4 — скоба; 5 — смотровой конус; 6 — сосковая резина; 7 — корпус доильного стакана; 8 — втулка; 9 — шток; 10 — педаль

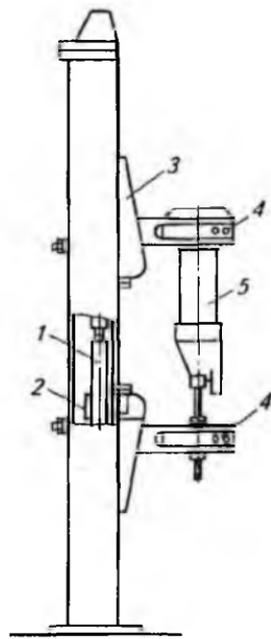


Рис. 4.80. Схема приспособления для разборки доильных стаканов аппарата АДУ-1:

1 — винт; 2 — гайка; 3 — каретка; 4 — зажимы; 5 — доильный стакан

тягивая резину до тех пор, пока диаметр ее посадочных колец не станет равным диаметру отверстия нижней головки стакана. Выключают электропривод. Корпус доильного стакана 5 перемещается вниз по сосковой резине. Затем включают реверс электропривода. Зажимы освобождаются, доильный стакан снимается. Сосковую резину извлекают из корпуса.

Детали доильных стаканов с трещинами и другими повреждениями выбраковывают. Годные детали укладывают на полки стеллажа и помещают в камеру струйной моечной машины ОМ-91.86.01, а затем подвергают естественной сушке.

Для очистки внутренних поверхностей молочных шлангов, патрубков и сосковой резины используют специальную моечную машину ОМ-9186.03 под давлением моюще-дезинфицирующего раствора 7,5 МПа. Качество очистки проверяют визуально. Видимых загрязнений быть не должно.

Доильные стаканы аппаратов ДА-2 и М-59 собирают на стенде ОР-9182-05, после чего проверяют упругость (жесткость) сосковой резины доильных стаканов и комплектуют их по группам жесткости.

Наружным осмотром оценивают правильность сборки. В верхней части сосковая резина должна плотно прилегать к корпусу, а нижняя — выступать на 5 мм по всей окружности смотрового конуса. Скручивание и деформация резины в доильном стакане не допускаются.

Для контроля жесткости сосковой резины и комплектования ее по группам служит прибор КИ-9104. Допустимое значение вакуумметрического давления для доильных стаканов аппаратов ДА-2 и АДУ-1 должно быть 5...9 кПа и для М-59 — 23...26 кПа.

Комплектование доильных стаканов по жесткости сосковой резины — важная операция, так как в один доильный аппарат должны быть установлены четыре доильных стакана с приблизительно одинаковой жесткостью сосковой резины, которую проводят с интервалом жесткости 2 кПа. Далее их укладывают в специальные ячейки или кассеты.

Проверку жесткости сосковой резины и комплектование стаканов по группам жесткости проводят также с помощью УДА и эталонного пульсатора. Межстенная камера доильного стакана соединяется с выходом эталонного пульсатора патрубком переменного вакуума. Доильный стакан устанавливают на фотодиодный датчик устройства УДА. Включают пульсатор и определяют числовое значение пульсаций тактов (ДА-2 — 80 ± 10 пульсов в 1 мин, АДУ-1 и М-59 — 70 ± 10 пульсов в 1 мин).

Доильные стаканы комплектуют по длительности такта сосания с разницей ± 2 %.

Доильные аппараты собирают на столе, оснащенном приспособлениями для надевания молочных и вакуумных патрубков на коллекторы и оправками для фиксации коллекторов в период сборки.

На поворотную ось 2 (рис. 4.81) корпуса 1 размещают коллектор 7 и стопорят с помощью фиксатора 3. На патрубки коллектора устанавливают вакуумные и молочные трубки, надетые на соответствующие патрубки доильных стаканов 5. Сборку можно проводить и в другой последовательности. Вакуумные и молочные трубки надевают сначала на патрубки коллектора, а затем к ним подсоединяют собранный доильный стакан. Затем к патрубкам коллектора крепят вакуумный и молочный шланги. С приспособления снимают часть доильного аппарата. В коллектор вставляют пробку, которая должна плотно садиться в гнездо. Соединяют коллектор с пульсатором.

Собранные доильные аппараты дезинфицируют. Затем после сушки упаковывают в продезинфицированные контейнеры или полиэтиленовые пакеты.

Ремонт вакуумных насосов. Для создания требуемого вакуума в системе доильных установок используют вакуумные насосы двух видов: водокольцевые и ротационные.

Водокольцевые вакуумные насосы (ВВН-2, ВВН-6, ВВН-12 и др.) в процессе работы могут иметь следующие дефекты: износ сальников 2 (рис. 4.82), подшипников, посадочных мест вала под сальники и подшипники; отложение накипи и продуктов коррозии на внутренних поверхностях; нарушение зазора a между торцовыми плоскостями колеса 3 и боковиной 4.

При ремонте изношенные подшипники вала насоса заменяют новыми. Посадочные места вала под сальники и подшипники восстанавливают наплавкой и последующей шлифовкой под чертежный размер. Для удаления накипи и продуктов коррозии применяют механический или химический способ очистки.

Торцовый зазор a оказывает существенное влияние на подачу насоса. При его увеличении до 0,5...0,8 мм возрастает подтекание воздуха из нагнетательной полости во всасывающую, в результате чего подача уменьшается.

Зазор a не должен превышать 0,3...0,4 мм. При сборке насоса его регулируют прокладками 5 (см. рис. 4.82), устанавливаемыми между корпусом 6 и боковиной 4. Важно, чтобы он был одинаковым по обе стороны колеса 3. Положение последнего фиксируют с помощью латунных или стальных прокладок 8, размещаемых под торцовую поверхность подшипника со стороны свободного конца вала. При заворачивании гайки 9 фиксируется внутренняя обойма подшипника, а наруж-

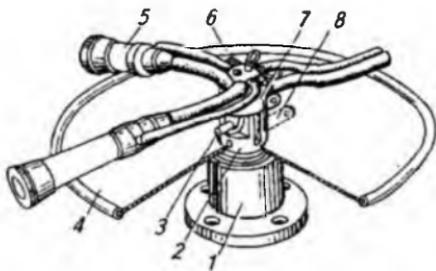


Рис. 4.81. Приспособление для сборки двухтактных доильных аппаратов:

1 — корпус приспособления; 2 — поворотная ось; 3 и 8 — фиксаторы; 4 — опорный диск; 5 — доильный стакан; 6 — кольцо; 7 — коллектор

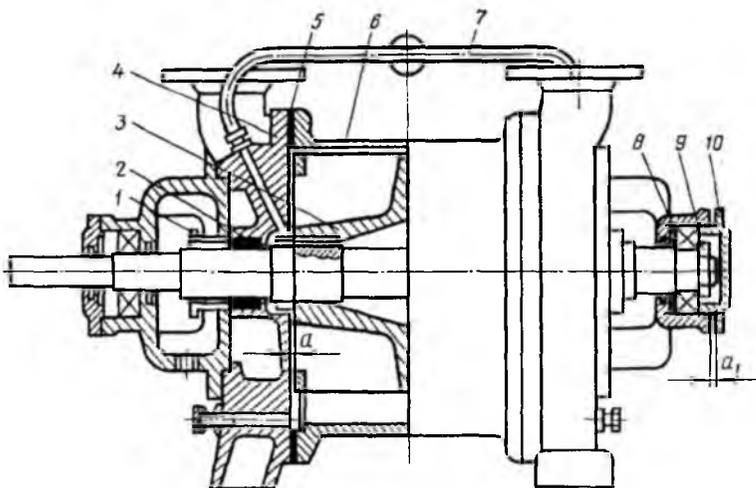


Рис. 4.82. Схема водокольцевого насоса типа ВВН:

1 — буска; 2 — сальник; 3 — рабочее колесо; 4 — боковина; 5 и 8 — регулировочные прокладки; 6 — корпус; 7 — труба для подвода воды; 9 — гайка; 10 — крышка; a и a_1 — зазоры

ная зажимается между регулировочными прокладками и крышкой 10 подшипника. Гайку 9 заворачивают с таким условием, чтобы после монтажа между крышкой 10 и корпусом подшипника оставался зазор a_1 , свидетельствующий о том, что подшипник закреплен в корпусе.

Буска 1 сальника 2 поджимается так, чтобы он пропускал воду в виде тонкой струи или отдельных капель. При его недостаточном уплотнении в насос подсаывается воздух, снижая подачу, а при чрезмерном — изнашиваются сальник и шейка вала.

Ротационные вакуумные насосы направляются в ремонт при соответствующем снижении их подачи по сравнению с подачей новых (табл. 4.22).

4.22. Характеристика вакуумных насосов

Насос	Рабочая подача, м ³ /ч, не менее	Допустимая подача, м ³ /ч
РВН-40/350	40	30
ФЦ-40/130	30	22,5
УВБ-02.000	60	45

Подачу определяют с помощью индикаторов КИ-4840 и КИ-4840М путем подключения их к всасывающему патрубку при фиксированном значении остаточного давления в корпусе.

Прибор КИ-4840М состоит из устройства для постепенной загрузки вакуумного насоса, вакуумметра и резиновых муфт для подсоединения индикатора.

Вращения барабан 6 (рис. 4.83) против хода часовой стрелки, устанавливают максимальный кольцевой зазор между шпинделем 2 и корпусом 1. На шкале последнего должна быть цифра 5. Через этот зазор и отверстия в барабане воздух подсасывается в корпус, что позволяет разгрузить насос при пуске.

После прогрева насоса до рабочей температуры он загружается вращением барабана по ходу часовой стрелки. Кольцевой зазор и количество подсасываемого воздуха уменьшаются. Вакуумметр 9 фиксирует определенное значение вакуума.

Для установления остаточного давления (48 кПа) в корпусе и рабочего вакуума (53 кПа) при нормальном атмосферном давлении вращают барабан по ходу часовой стрелки до установления стрелки вакуумметра 9 на отметке 0,54 кгс/см². Показания на шкале корпуса 1 в единицах и шкале барабана 6 в десятых и сотых долях умножают на 20 — постоянную индикатора. Полученный результат — подача насоса.

Если атмосферное давление меньше нормального, то при фиксированном значении остаточного давления в корпусе рабочее вакуумметрическое давление и показания прибора уменьшаются на разницу между нормальным и атмосферным давлением во время замеров. Если атмосферное давление больше нормального, то показания вакуумметра увеличиваются на значение давления, превышающее нормальное атмосферное.

Насосы восстанавливают без применения ремонтных размеров при условии соблюдения требуемых зазоров в соединениях и шероховатости поверхности.

В ремонт не принимают насосы с

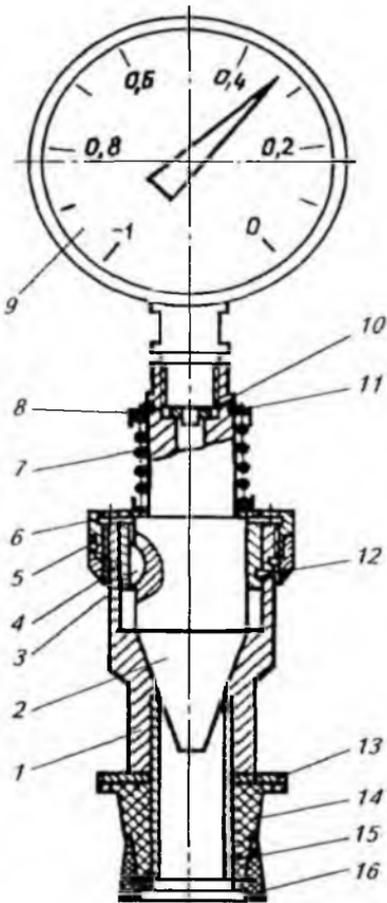


Рис. 4.83. Схема индикатора КИ-4840М для определения подачи вакуумных насосов:

1 — корпус; 2 — шпиндель; 3 — шпонка; 4 и 15 — втулки; 5 и 12 — штифты; 6 — барабан; 7 — пружина; 8 — кольцо; 9 — вакуумметр; 10 — прокладка; 11 — запорное кольцо; 13 — шайба; 14 и 16 — муфты

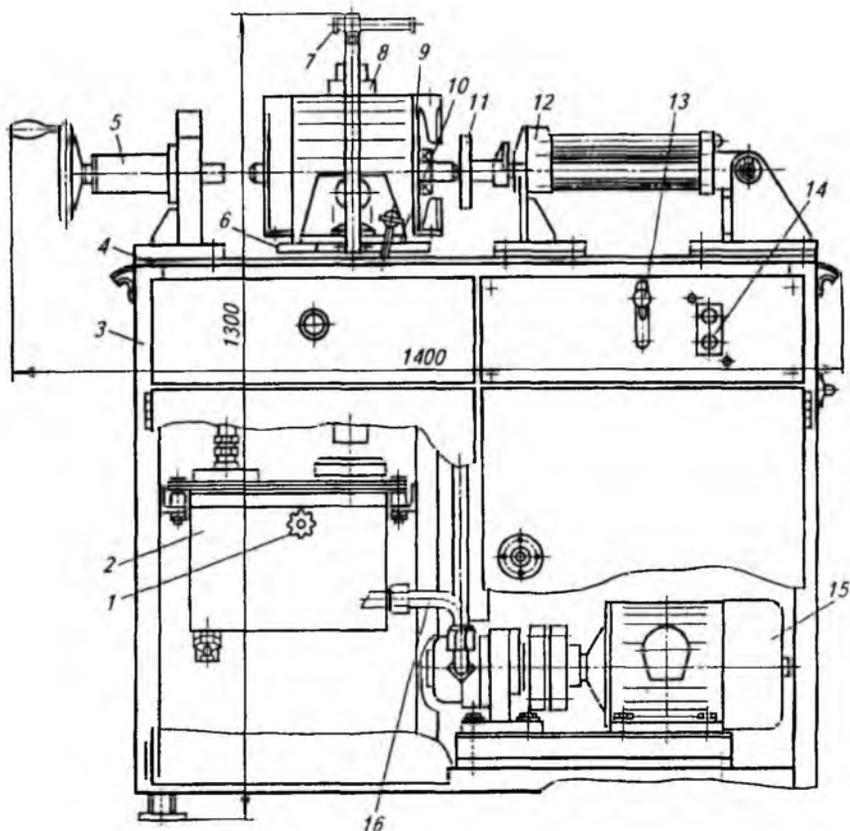


Рис. 4.84. Стенд 8731 для разборки и сборки вакуумных насосов:

1 — маслоуказатель; 2 — масляный бак; 3 — основной стол; 4 — плита; 5 — упор; 6 — поворотный стол; 7 — винт; 8 и 11 — оправки; 9 — шайба; 10 — компенсатор; 12 — гидроцилиндр; 13 — рукоятка; 14 — кнопочный пульт управления; 15 — привод гидронасоса; 16 — разводка трубопровода

трещинами в корпусе, проходящими через его рабочую поверхность, и при чрезмерном уменьшении толщины стенок, когда его внутренний диаметр превышает 149,23 мм.

Насосы разбирают на стенде 8731. Он представляет собой сварную конструкцию, выполненную из разнобокого уголка и обшитую жестью. Сверху болтами крепят плиту 4 (рис. 4.84), на которой смонтированы упор 5, поворотный стол 6 и гидроцилиндр 12. Последние используют для выпрессовки вала ротора вакуумных насосов РВН-40/350, ФЦ-40/130 и вала вместе с подшипниками насоса УВБ-02.000, а также для снятия подшипников с вала. Остальное

оборудование (приводная станция, масляный бак 2, разводка трубопроводов 16, магнитный пускатель, автоматический выключатель и кнопочный пульт 14 управления) размещено на боковой и передней стенках.

Упор 5 служит для выпрессовки подшипников из крышек насоса РВН-40/350 и ФЦ-40/130. Его приводят в действие с помощью маховичка.

На поворотном столе б крепят вакуумные насосы. Насос УВБ-02.000 устанавливают на площадке с опорами, а РВН-40/350 и ФЦ-40/130 — непосредственно на столе.

Стол закреплен на валу, который может вращаться во втулке. Последняя запрессована в корпусе и соединена болтами с плитой стола б. Через каждые 90° стол фиксируют посредством рукоятки, что обеспечивает удобство разборки насосов.

На подачу влияют износы боковых поверхностей крышек, лопаток по длине и толщине, внутренней поверхности корпуса и торцовых поверхностей ротора.

Лопатки выбраковывают при износе более чем на 3 мм по длине и 0,4 мм по толщине, а боковые крышки — боковой поверхности более 2 мм, наличии изломов и трещин, проходящих через плоскость соприкосновения крышки с корпусом.

Вал ротора проверяют на изгиб с помощью индикаторного приспособления. При биении более 0,02 мм его правят. Посадочные места под подшипники, сальники и полумуфты восстанавливают наплавкой с шлифованием под чертежный размер.

Биение и износ цилиндрической поверхности ротора устраняют шлифованием на круглошлифовальных станках. При скручивании или изломе конца вала ротора вал срезается на уровне его торцевой поверхности. Затем в торце строго по центру сверлят отверстие, в которое запрессовывают цапфу, выточенную из стали 45, с последующей приваркой к торцу ротора.

Изношенные торцовые поверхности крышек шлифуют на плоскошлифовальных станках до выведения следов износа. У корпуса насоса, скомплектованного с восстановленными крышками и ротором, хонингуют внутреннюю поверхность, а затем шлифуют боковые поверхности для получения торцового зазора между ротором и крышками, равного 0,05...0,11 мм.

Перпендикулярность оси отверстия корпуса относительно боковых поверхностей контролируют приспособлением 70-8532-3542. Алмазное хонингование выполняют на вертикально-хонинговальном станке ЗА833 с приспособлением 70-7442-3542.

Шероховатость поверхности после чистового хонингования $R_a = 0,20$ мкм.

Новые текстолитовые лопатки перед механической обработкой пропитывают маслом, что предотвращает расслоение текстолита, его усадку и способствует уменьшению коэффициента трения в период работы насоса.

Пакеты пластин устанавливают в ванну, заполненную машинным маслом, разогревают до температуры 120 °С в течение 1,5 ч, выдерживают в таком режиме 2...2,5 ч и затем охлаждают вместе с маслом до 30...50 °С. Чтобы избежать коробления пластин при дальнейшем охлаждении, необходимо их укладывать под пресс. После этого пластины закрепляют в приспособление 70-7203-3541, фрезеруют и шлифуют по длине, ширине и толщине. В процессе обработки пластин контролируют перпендикулярность сторон и особенно тех, которые обращены к боковым крышкам и образующей цилиндра, с помощью индикаторного приспособления 70-8532-8543.

Насос собирают на стенде 8731. В конце сборки болты крепления боковых крышек не доворачивают на 2...3 оборота. Затем на стенде ОР-9023 устанавливают радиальный зазор (0,04...0,11 мм) между ротором и корпусом. Для получения требуемого зазора насос закрепляют в приспособлении стенда. На его корпус с двух сторон монтируют индикаторное приспособление часового типа. С помощью винтов стенда поднимают крышки вместе с ротором относительно корпуса на величину зазора, после чего затягивают все болты на крышках, снимают индикаторное приспособление, а в крышках и корпусе разворачивают отверстия под новые штифты.

Приработку трущихся поверхностей и определение подачи насосов выполняют на стенде 8719 или КИ-9116. На последнем можно обкатывать и испытывать одновременно два насоса.

Подачу насосов после обкатки определяют пропусканьем воздуха через жиклер стенда диаметром 8 мм по показаниям вакуумметров с помощью имеющейся в инструкции по эксплуатации стенда тарировочной кривой.

Предельное остаточное давление (табл. 4.23) определяют при полностью закрытых всасывающих вентилях. Температура корпуса вакуумных насосов в конце обкатки и испытания не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 60 °С. Перед выключением электродвигателя стенда по окончании испытаний с целью предотвращения вращения ротора в противоположную сторону и деформации лопаток полностью открывают всасывающие вентили, соединяя всасывающую полость насоса с атмосферой.

4.23. Параметры отремонтированных вакуумных насосов

Насос	Подача (при остаточном давлении 48 ± 2 кПа, атмосферном давлении 101,3 кПа, температуре воздуха 20 °С), м ³ /ч, не менее	Частота вращения ротора, с ⁻¹ (мин ⁻¹)	Предельное остаточное давление, кПа, не более
РВН-40/350	40	23,8±0,2(1430±10)	11
ФЦ-40/130	30	23,8±0,2(1430±10)	11
УВБ-02.000	60	23,8±0,2(1430±10)	13

Холодильные установки. На молочно-товарных фермах и комплексах получили распространение компрессорные установки, ох-

лаждающие промежуточный хладоноситель — воду, которую затем используют для охлаждения молока.

К основным возможным дефектам относятся нарушение герметичности системы, износ деталей компрессора и загрязненность внутренних поверхностей.

Контроль герметичности системы холодильной установки. Для нормальной работы каждую установку заправляют холодильным агентом (табл. 4.24) — рабочим веществом с низкой температурой кипения.

4.24. Масса холодильного агента, вводимого в систему холодильных установок

Установка	Масса, кг
МХУ-8С	36
ТОМ-2,0А	40
СМ-1200	7
УВ-10	20
МВТ-14	20
МВТ-20	25
АВ-30	45
МКТ-14	24
МКТ-20	28
МКА-2000-Л-2	14

Агенты хладон-12 (дифтордихлорметан CF_2Cl_2) и хладон-22 (дифторхлорметан CHF_2Cl) характеризуются высокой проникаемостью и способны проникать через мельчайшие неплотности. Их уменьшение в системе приводит к снижению производительности установки или ее отказу.

Для определения негерметичности установок в процессе эксплуатации и ремонта используют спиртовые или пропановые галоидные лампы, галогенные течеискатели и полимерные индикаторы.

Спиртовые или пропановые галоидные лампы. Одно из свойств хладонов, содержащих галогены, — способность изменять цвет пламени в присутствии разогретой до температуры 600...700 °С меди. Пламя может становиться зеленым, а при больших концентрациях агента — синим.

Устройство лампы идентично, за исключением того, что в спиртовой лампе для разогрева медной насадки 6 (рис. 4.85) используют пары 95%-го этилового спирта, а в пропановой — пропан.

Перед эксплуатацией спиртовую лампу разогревают. В конусную чашу 8, расположенную под вентилем 2, заливает спирт и поджигают. Спирт, находящийся в баллоне 1, начинает интенсивно испаряться, и после открытия вентиля 2 его пары поступают через ниппель 3 в смесительную камеру. Подачу паров спирта регулируют вентилем 2.

При прохождении паров спирта через смесительную камеру в

нее подсасывается воздух по шлангу 7. Рабочая смесь направляется в горелку, в которой расположена медная насадка 6, и поджигается.

После разогрева медной насадки до темно-красного цвета (600...700 °С) свободный конец шланга подводят к предполагаемому месту подтекания хладона. При наличии неплотностей в местах соединения деталей вместе с воздухом по шлангу 7 в смесительную камеру и далее к медной насадке поступает хладон. Цвет пламени изменится, что будет свидетельствовать о наличии негерметичности в соответствующих местах.

Галогенные течеискатели.
Принцип действия прибора основан на использовании свойства раскаленной платины эмитировать положительные ионы и резко увеличивать ионную эмиссию в присутствии веществ, содержащих галогены. Галогенные течеискатели ГТИ-2, ГТИ-6 выполнены в виде измерительного блока и выносного щупа, соединенных гибким кабелем.

Измерительный блок содержит усилитель тока, генератор звуковых колебаний с усилителем низкой частоты и телефоном, выпрямители и стабилизаторы.

В выносном щупе помещают вентиляционное устройство и датчик в виде диода с платиновыми электродами (коллектор и эмиттер). Последние выполнены в виде цилиндров со стенками толщиной 0,1 мм. Electroды датчика подогреваются от платинового нагревателя, представляющего собой спираль из платиновой проволоки диаметром 0,5 мм.

При работе течеискателя ГТИ-2 через электроды датчика, нагретые до температуры 800...900 °С, пропускается воздух посредством вентиляционного устройства. Между эмиттером и коллектором

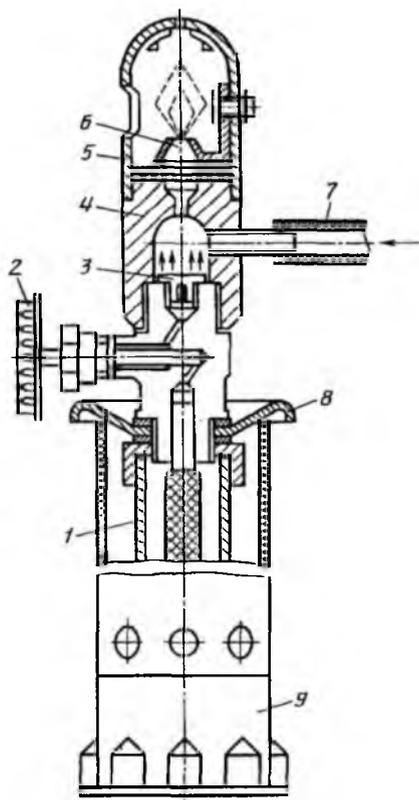


Рис. 4.85. Схема спиртовой галоидной лампы:

- 1 — баллон; 2 — вентиль; 3 — ниппель; 4 — сопло; 5 — предохранительный колпачок; 6 — медная насадка; 7 — резиновый шланг; 8 — конусная чаша; 9 — корпус

возникает разность потенциалов, под действием которой в цепи коллектора протекает ток, являющийся начальным током датчика.

При прохождении между электродами датчика вещества, содержащего галогены, резко возрастает ионная эмиссия с поверхности платины. Ток датчика регистрируется усилителем постоянного тока, расположенным в измерительном блоке, и фиксируется стрелочным прибором, находящимся на передней панели блока.

Входной сигнал усилителя поступает в генератор звуковых колебаний, который обеспечивает акустическую индикацию громкоговорителем.

Полимерные индикаторы негерметичности. Выпускаемые полимерные индикаторы предназначены для испытания на герметичность сварных, клепаных, фланцевых и других соединений, работающих под давлением 0,4...2,0 МПа. Их чувствительность значительно выше растворов мыльной эмульсии. Такие индикаторы представляют собой водные растворы полимеров, поверхностно-активных веществ, регуляторов рН среды, антифризов и красителей. Их используют при температуре окружающей среды от -25 до $+30$ °С и наносят на контролируемые поверхности краскораспылителем. Расход индикатора 10...20 г/м². Признаком негерметичности системы — появление пузырей в местах подтекания хладона.

Устранение негерметичности соединений. Соединения подтягивают с последующей их проверкой названными ранее способами. При наличии негерметичности в местах соединения медных трубок со штуцерами тройника всасывающего и нагнетательного вентиля компрессора, не устраняемой подтяжкой накидных гаек тройника, необходимо их отсоединить, отрезать концы трубок и выполнить развальцовку.

Для отсоединения такого тройника от системы холодильной установки следует установить плунжер вентиля в положение «Открыто». Снимают защитный колпак вентиля, отвертывают поджимную гайку сальника на 1/4 оборота с целью предупреждения его износа и вращают плунжер против хода часовой стрелки до упора. При таком положении плунжера исключается вероятность подтекания хладона в атмосферу после отвертывания накидных гаек тройника вентиля и отсоединения трубок.

Для отрезания концов трубок используют специальный труборез (рис. 4.86, а) и для развальцовки — приспособление ПТ-265.10 (рис. 4.86, б), входящие в комплект ПТ-3099А приспособлений и инструмента.

После устранения негерметичности откачивают хладон из системы холодильной установки в баллон, испытывают систему давлением газа, вакуумируют ее и заправляют хладоном.

Ремонт компрессоров. Компрессор, используемый для создания требуемого давления всасывания и нагнетания, — важнейший агрегат холодильной установки. Для контроля его технического состояния в процессе эксплуатации и ремонта используют установку

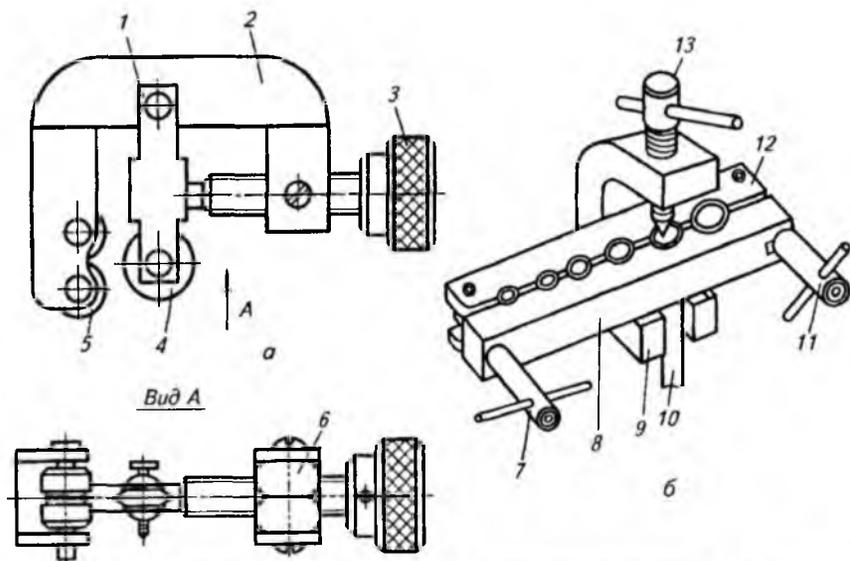


Рис. 4.86. Схема трубореза (а) и приспособление для развальцовки трубок (б):

1 — поводок; 2 — корпус; 3 — винт; 4 — ролик; 5 — нож; 6 — гайка; 7, 11 и 13 — винты; 8 и 12 — планки; 9 — скоба; 10 — развальцовываемая труба

КИ-9265. С помощью ее определяют техническое состояние компрессоров без их разборки на работающей холодильной установке регистрацией виброимпульсов. Последние возникают от соударения соединяемых деталей при воздействии на коленчатый вал знакопеременного момента в «шаговом» режиме на одном его обороте.

Далее виброимпульсы сравнивают с эталонными осциллограммами виброимпульсов.

К основным частям установки КИ-9225 относится блок управления, тиристорная станция и блок измерения (запоминающий осциллограф).

Перед измерением акустических сигналов, возникающих в результате соударения деталей компрессора, тиристорная станция б (рис. 4.87) подключается к клеммам шкафа управления компрессором. Пьезоэлектрический датчик 3 крепят на головке компрессора и подключают к осциллографу 5 через усилитель 4.

Для качественного определения технического состояния предварительно проверяют цепь управления и силовую цепь электродвигателя, сопротивление изоляции обмоток статора, натяжение клиновых ремней привода и герметичность компрессора.

Колебание тока в каждой из фаз силовой цепи $\pm 5\%$, напряжения $220\text{ В} \pm 10\%$. Сопротивление изоляции статора относительно корпуса, найденное с помощью мегомметра М4100/3, должно быть не менее 40 МОм в холодном и не менее 5 МОм в рабочем состоянии.

Угол закрутки ремней определяют маятниковым угломером ЗУРИ и динамометрическим ключом. Для ремней типов О и А он должен быть $40...45^\circ$ при моменте $40...50 \text{ Н}\cdot\text{м}$, типов Б и В — $30...35^\circ$ при $70...80 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

К каждому компрессору, сдаваемому в ремонт, прикладывают паспорт, справку о техническом состоянии и аварийный акт, если его направляют в ремонт в результате аварии. Для разборки и сборки компрессоров разработаны стенды 8738 и ОР-8836.

Агрегат, подлежащий разборке, устанавливают на поворотный стол и фиксируют двумя прихватами. Стол можно поворачивать в горизонтальной плоскости на 360° и в вертикальной — на 270° , что обеспечивает доступ ко всем деталям.

Для повышения ресурса базовой детали — блока цилиндров, изготовленного из серого чугуна СЧ21, в процессе ремонта предусматривают возможность установки вставок из пружинной ленты с последующим алмазным хонингованием до чертежного размера цилиндра. Перед этим цилиндры растачивают на алмазно-расточном станке 2Е78П твердосплавным резцом ВК2 или ВК6. Затем стальную ленту режут на заготовки требуемого размера с помощью гидравлического пресса ОКС-1671 или П-6324. Шлифуют боковые стороны пакета, состоящего из $25...40$ пластин, на универсально-зачточном станке ЭВ-641 или ЭВ-642. Затем пластину свертывают в кольцо и вставляют в цилиндр блока, проводят предварительное и окончательное хонингование.

Предварительное хонингование выполняют на станке ЗГ833 или ЗК83У алмазными брусками АС15 200/160-100-М1, а окончательное — АСМ 28/20-100 МКЗ.

Вставку изготавливают из стальной холоднокатаной термообработанной нагартованной ленты У8А-3П.

Ответственный узел компрессора — клапанная плита, в которой установлены всасывающие и нагнетательные клапаны.

Царапины или забоины на плоскостях прилегания клапанов устраняют притиркой на стенде ОПР-1929 или на притирочной плите с помощью корундового порошка. Для доводки служат пасты ГОИ М-10 и ГОИ М-7. Особенно тщательно притирают седла клапанов. Для этого также используют чугунные притиры, выполненные из серого чугуна СЧ18 и СЧ21.

Изношенные баббитовые

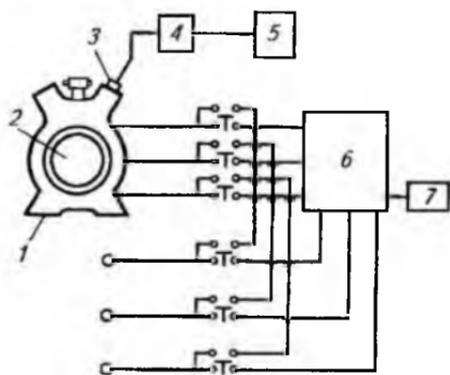


Рис. 4.87. Схема подключения установки КИ-9265 для определения технического состояния компрессора:

1 — компрессор; 2 — электродвигатель; 3 — датчик; 4 — усилитель; 5 — осциллограф; 6 — тиристорная станция; 7 — блок управления

подшипники нижней головки шатуна компрессора восстанавливают заливкой баббитом Б-83 с последующей расточкой под размер шеек вала.

Компрессоры собирают с учетом их конструктивных особенностей и с соблюдением требований нормативно-технологической документации. Предварительно всасывающие и нагнетательные вентили испытывают на герметичность азотом под давлением 1,6 МПа на установке ОПР-2316 или на стенде ОР-8726М. Вентили погружают в воду. Время испытаний 5 мин. Появление пузырьков газа в этот период не допускается.

Собранные компрессоры обкатывают и испытывают. Качественно проведенная обкатка в значительной степени предопределяет их надежную работу, способствует снижению начальных износов трущихся деталей, улучшает технологические показатели при эксплуатации. Перед обкаткой каждый компрессор проверяют на герметичность под давлением азота 1,2...1,5 МПа с погружением в ванну ОПР-2316, заполненную водой. Время испытаний не менее 15 мин.

Для обкатки и испытания компрессоров ФВ-6, ФУ-12, САФ-23 и ФАК-0,7У используют стенд ОР-9122, включающий гидро- и пневмосистемы. Первая обеспечивает циркуляцию масла через картер компрессора. Вторая предназначена для обкатки компрессора под нагрузкой, предотвращения выброса в атмосферу вместе с перекачиваемым воздухом масла из картера, определения производительности компрессора и проверки плотности прилегания всасывающих и нагнетательных клапанов.

Перед началом испытаний в масляный бак стенда заливают 20 кг масла ХФ-12-18. Компрессор устанавливают на стол стенда, закрепляют с помощью тисков и подключают к гидро- и пневмосистемам. Картер заполняют требуемым количеством масла, поступающего из бака стенда.

Компрессор обкатывают в течение 60 мин. При этом 5 мин — без нагрузки при частоте вращения коленчатого вала 550 мин^{-1} , затем 15 мин — при той же частоте вращения вала и остаточном давлении на линии всасывания 0,06 МПа и давлении на линии нагнетания 0,1 МПа и 40 мин — при нормальной частоте вращения коленчатого вала (для САФ-23 — 850 мин^{-1} , ФАК-0,7У — 950, ФВ-6 и ФУ-12 — 1440 мин^{-1}) и том же остаточном давлении на линии всасывания и нагнетания.

Головка компрессора не должна нагреваться выше температуры $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и масло в картере — $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Давление масла в гидросистеме 0,18...0,2 МПа. Подтекание масла и просачивание воздуха через сальник не допускаются. Время заполнения баллона не более 15 с для компрессоров ФУ-12, 30 с — ФВ-6, 91 с — САФ-23 и 150 с — ФАК-0,7У.

Герметичность нагнетательных клапанов определяют созданием разности давлений на линии нагнетания и всасывания. Давление на линии нагнетания устанавливается 0,8 МПа, остаточное давление

на линии всасывания — 0,048 МПа. При достаточной герметичности нагнетательных клапанов давление на линии всасывания должно увеличиться до 0,1 МПа не ранее чем за 15 мин. При обкатке компрессора ФУ-12 необходимо дополнительно отрегулировать винтом перепускной клапан насоса компрессора до давления 0,02... 0,03 МПа.

Во время обкатки контролируют отсутствие посторонних стуков. В процессе ее должна быть слышна ритмичная работа клапанов. Плотность сальника контролируют по наличию масляных подтеканий. Допускается образование одной капли в 1 ч. Температура нагрева картера и нижней части цилиндров не более 70 °С.

Загрязнения внутренних поверхностей холодильных установок. Герметичная холодильная машина представляет собой химический реактор, в котором при определенных температурах и давлении происходят сложные химические процессы, обуславливающие образование загрязнений внутренних поверхностей. К основным из них относятся продукты разложения масла и коррозии металлов, вода, воздух.

Одно из самых нежелательных веществ — вода (влаги), которая служит источником коррозии металла. Продукты коррозии, отмытые хладоном, засоряют фильтры и терморегулирующие вентили. Наличие воды также приводит к замерзанию дроссельного устройства терморегулирующего вентиля и отказу установки.

Присутствие влаги увеличивает коррозионную активность органических кислот, содержащихся в масле, а также способствует образованию минеральных кислот. Вода и кислота снижают сопротивление изоляции встроенных электродвигателей и приводят к ее разрушению.

Для определения влажности холодильного агента используют индикатор влажности ИВ-7. Внутри герметичного корпуса 1 (рис. 4.88) со смотровым стеклом 6 установлен чувствительный элемент 2. Порог чувствительности последнего подобран так, чтобы

его окраска изменялась на уровне допустимых для холодильных машин концентраций воды (10... 60 мг/кг). Если она выше 15 мг/кг в хладоне-12 и выше 60 мг/кг в хладоне-22, то чувствительный элемент 2 принимает бледно-розовую окраску. Время, необходимое для ее изменения, не превышает 2 ч.

Индикатор влажности можно использовать для определения влажности холодильного агента, находящегося в системе, а также в баллоне перед ее заправкой.

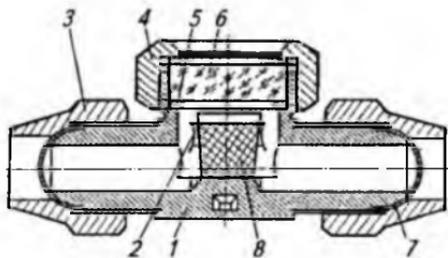


Рис. 4.88. Схема индикатора влажности ИВ-7:

1 — корпус; 2 — чувствительный элемент; 3 — гайка; 4 — накидная гайка; 5 — прокладка; 6 — смотровое стекло; 7 — заглушка; 8 — капроновая вставка

Осушка системы холодильных установок. Удаление влаги из системы холодильных машин называется осушкой. Для этого применяют различные фильтры-осушители, а также проводят вакуумирование системы.

В качестве адсорбента в фильтрах-осушителях служит гранулированный силикагель, помещенный в специальный патрон. При ремонте холодильных установок использованный силикагель высыпают из патрона в специальную тару и помещают в сушильный шкаф для восстановления его работоспособности. Адсорбент сушат при температуре 150...300 °С в течение 2...3 ч. Далее его просеивают, удаляя мелкие зерна (менее 2 мм).

Для заправки патрона фильтра-осушителя применяют восстановленный или новый силикагель с размером зерен 3...5 мм, хранящийся в герметичных полиэтиленовых пакетах.

Вакуумирование системы проводят с помощью вакуумного насоса.

Предварительно открывают вентили на жидкостной линии, а вентили компрессора устанавливают в положение «Рабочее». Вакуумный насос подключают к штуцеру нагнетательного вентиля с помощью шланга. К штуцеру тройника всасывающего вентиля компрессора подсоединяют мановакуумметр.

В процессе вакуумирования давление в системе понижается до такого значения, при котором вода начинает кипеть при температуре окружающей среды. Для полного удаления влаги систему следует вакуумировать в течение 5...8 ч. После этого в нее не должен проникать воздух. Нагнетательный вентиль компрессора, к штуцеру которого присоединен шланг вакуумного насоса, устанавливают в положение «Открыто» и выключают вакуумный насос. Отсоединяют шланг вакуумного насоса. Крепят на штуцер нагнетательного вентиля накидную гайку. Проверяют герметичность соединения и заправляют систему холодильным агентом.

Очистка внутренних поверхностей деталей и сборочных единиц холодильных машин. По окончании ремонта всех агрегатов и сборки холодильной установки очищают внутренние поверхности всей системы. Наиболее эффективна очистка хладоном, которым заправляют установку.

Установка, показанная на рисунке 4.89, служит для очистки как всей системы холодильной установки, так и отдельных ее агрегатов. Очистка выполняется в автоматическом режиме. Хладон подается компрессором 1 к очищаемому изделию 15 через вентили 3 и 5, конденсатор 8 и ресивер 9. После очистки он отводится и поступает на вход компрессора 1 через фильтр 13, герметичную емкость 12, регулировочный вентиль 11, испаритель 6 и сепаратор 17. Через очищаемое изделие 15 протекает кипящий хладон, смывая загрязнения.

Давление в герметичной емкости 12 постепенно повышается. С помощью блока управления 10 при определенном давлении закрываются вентили 3 и 5 и открывается вентиль 4. Горячие пары хладо-

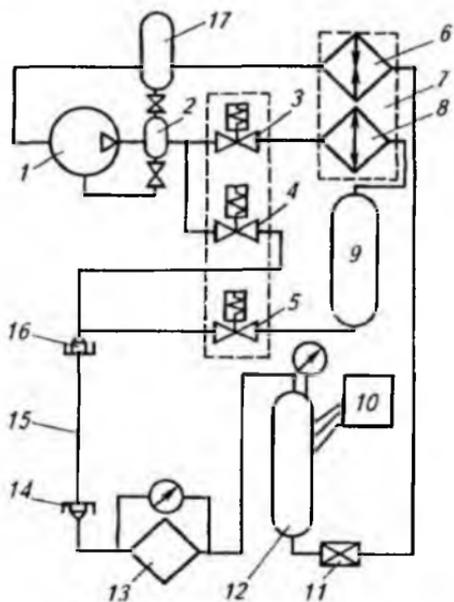


Рис. 4.89. Принципиальная схема установки для очистки внутренних поверхностей деталей холодильных машин:

1 — компрессор; 2 — маслоотделитель; 3...5 — вентили; 6 — испаритель; 7 — теплообменник; 8 — конденсатор; 9 — ресивер; 10 — блок управления; 11 — регулировочный вентиль; 12 — герметичная емкость; 13 — фильтр; 14 и 16 — присоединительные штуцера; 15 — очищаемое изделие; 17 — сепаратор

парителю 6. При давлении $0,01...0,02$ МПа блок управления подает команду на открытие вентилей 3 и 5. В нагретое изделие поступает жидкость, и весь цикл повторяется.

Испытание холодильных установок после ремонта и заправка хладагентом. По окончании ремонта и проверки комплектности холодильной установки испытывают систему давлением газа, вакуумируют и заправляют хладагентом.

Для испытания используют углекислый газ или осушенный азот. Баллон 1 (рис. 4.90) с газом устанавливают рядом с компрессором холодильной установки и через редуктор 2 и отожженную медную трубку 3 с помощью штуцера 16 подсоединяют к всасывающему вентилю 14 компрессора через пробку 15. К тройнику нагнетательного вентиля 5 компрессора крепят манометр 7 на давление не менее $2,5$ МПа.

Всасывающий и нагнетательный вентили компрессора ставят в положение «Рабочее» и полностью открывают запорные вентили 9 и 11 ресивера 10. Далее открывают вентиль редуктора 2. В системе в

на из компрессора 1 поступают в очищаемое изделие 15. Они вытесняют жидкость и конденсируются в ней, что сопровождается гидравлическими ударами, способствующими очистке.

Вытесненный жидкий хладагент накапливается в герметичной емкости 12, одновременно дросселируется на вентиле 11 и испаряется в испарителе 6. При этом из него удаляются загрязнения, которые собираются в сепараторе 17. Пары хладагента отсасываются компрессором и вновь нагнетаются в очищаемое изделие.

Очистка паром продолжается до тех пор, пока изделие не нагреется до температуры пара, которой соответствует давление $1,0...1,1$ (хладагент-12) и $1,7...1,8$ МПа (хладагент-22). При достижении таких значений с помощью блока управления 10 закрывается вентиль 4. Затем хладагент откачивается из герметичной емкости 12. Его пары конденсируются в конденсаторе 8 за счет отвода теплоты к испарителю 6.

зависимости от марки холодильной установки создается давление 1,0...1,7 МПа. В таком режиме выдерживают установку в течение 12 ч. За это время давление должно сохраниться. Допускается его изменение в пределах, соответствующих колебаниям температуры окружающей среды и ее барометрического давления.

После удаления газа из системы в атмосферу отсоединяют медную трубку 3 и манометр 7. Вакуумируют и заправляют систему хладоном. Для этого переводят всасывающий вентиль 14 в положение «Открыто». К нему подсоединяют медную трубку 11 (рис. 4.91). Продувают ее в течение 1...2 с хладоном из баллона 1 для вытеснения воздуха до полной затяжки накидной гайки. Далее последняя плотно зажимается. Баллон с хладоном и подставкой взвешивают и записывают результат в специальный журнал.

Всасывающий вентиль 9 устанавливают в положение «Рабочее», закрывают вентиль 4 на выходе из ресивера и включают холодильную установку.

При медленном открывании вентиля баллона 1 хладон начинает перетекать в систему холодильной установки. Соединительная трубка и всасывающий вентиль покрываются инеем. Во избежание гидравлического удара не допускается покрытие инеем головки компрессора. В этом случае вентиль баллона прикрывают.

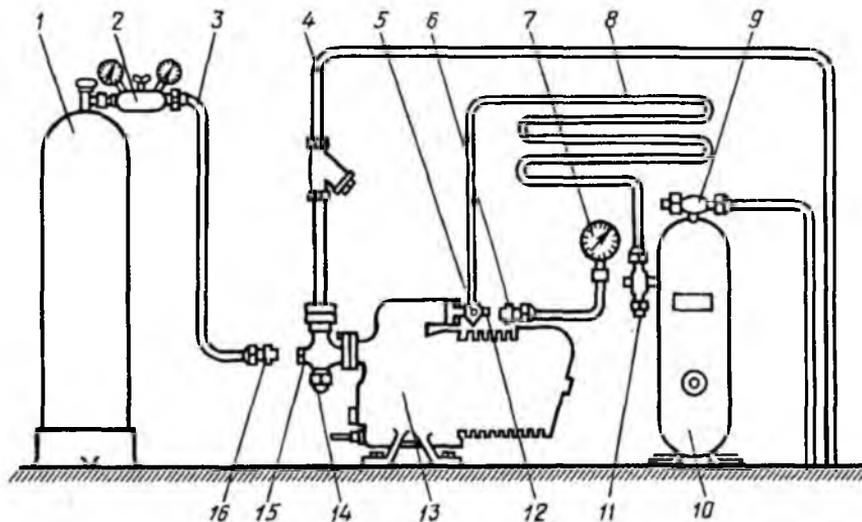


Рис. 4.90. Принципиальная схема испытания системы холодильной установки:

1—баллон с газом; 2—редуктор; 3—медная отожженная трубка; 4—всасывающий трубопровод; 5—нагнетательный вентиль компрессора; 6 и 16—штуцера; 7—манометр; 8—конденсатор; 9 и 11—вентили ресивера; 10—ресивер; 12 и 15—пробки вентиляей; 13—компрессор; 14—всасывающий вентиль компрессора

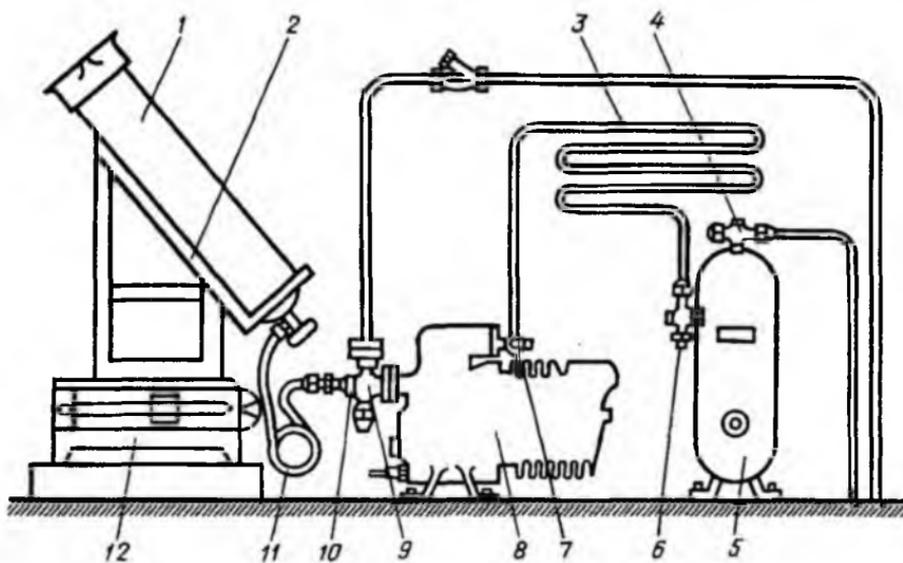


Рис. 4.91. Схема заправки системы холодильной установки хладагентом:

1 — баллон с хладагентом; 2 — подставка; 3 — конденсатор; 4 и 6 — запорные вентили ресивера; 5 — ресивер; 7 и 9 — нагнетательный и всасывающий вентили; 8 — компрессор; 10 — пробка; 11 — медная трубка; 12 — весы

Холодильная установка заправляется требуемым количеством хладагента (см. табл. 4.24), определенным с помощью весов 12. Далее выключают холодильный агрегат и закрывают вентиль баллона 1. Всасывающий вентиль компрессора переводят в положение «Открыто», снимают трубку 11 и заворачивают пробку 10. Устанавливают всасывающий вентиль в положение «Рабочее» и открывают вентиль 4 ресивера. Включают холодильный агрегат и обкатывают его в течение 12 ч. Во время обкатки проверяют наличие посторонних звуков (должна быть слышна ритмичная работа клапанов), отсутствие масляных подтеканий в местах разъемов и уплотнениях и равномерность образования льда на панелях испарителя. Давление всасывания и нагнетания должно соответствовать паспортным данным. Допустимое отклонение $\pm 0,2$ МПа.

4.3. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Механизация и автоматизация (ГОСТ 23004) бывает частичная, полная, единичная, комплексная, первичная и вторичная. При частичной часть затрат энергии людей заменена затратами энергии неживой природы, включая (исключая) управление. При

полной все затраты энергии людей заменены затратами энергии неживой природы, включая (исключая) управление. Единичная — это частичная или полная механизация одной первичной составляющей технологического процесса, исключая (включая) управление. Для технологических процессов первичными составными частями служат отдельные операции, для технологических операций — переходы.

Комплексная механизация и автоматизация — частичная или полная механизация или автоматизация двух или более первичных составных частей технологического процесса, включая (исключая) управление. Она является важнейшим условием развития ремонтного производства.

Механизацию (автоматизацию) технологических процессов называют *первичной*, если до ее внедрения использовалась только энергия людей, и *вторичной*, если до ее проведения использовалась энергия людей и неживой природы или только неживой природы.

Разработана методика поэтапного внедрения средств комплексной механизации и автоматизации, в том числе средств малой механизации; ручных и автоматических манипуляторов, включая автооператоры и транспортные модули; роботов и робототехнических комплексов (РТК); станков с числовым программным управлением (ЧПУ); гибких производственных систем (ГПС).

Особенности механизации и автоматизации ремонтного производства. В связи с большой номенклатурой ремонтируемых машин, спецификой ремонтного производства, т. е. наличием процессов разборки, очистки и др., необходимо обеспечить универсальность ремонтно-технологического оборудования и гибкость технологических процессов на всех трех уровнях ремонтно-обслуживающего производства.

Особое место занимают разборочно-сборочные работы, трудоемкость которых в общем объеме ремонта составляет 35...40 %.

При комплексной механизации процессов разборки-сборки разрабатывают параметрический ряд универсальных рабочих мест с широким использованием гидрофицированного инструмента высокого давления (70...80 МПа). Последний состоит из универсальной переносной гидравлической станции, наборов исполнительных механизмов вращательного и поступательного действия (гидроцилиндров и гайковертов) и рабочих органов. В процессе использования различных рабочих органов можно механизировать разборочно-сборочные операции по всей номенклатуре машин, ремонтируемых в сельском хозяйстве.

В процессе разборки-сборки пресовых соединений применяют оборудование и оснастку, работающие от гидропривода высокого давления (70...100 МПа).

Для оснащения передвижных ремонтных мастерских и станций технического обслуживания разработана универсальная установка,

в которой силовое устройство ОР-12516 используют в качестве гидропривода. С помощью этого устройства выполняют операции резки, гибки, прошивки отверстий под заклепки и винты, а также изготавливают различные детали методом холодной штамповки. Установка считается важной составной частью универсального рабочего места.

При организации универсального рабочего места применяют манипуляторы (табл. 4.25) с ручным управлением, посредством которых можно транспортировать и точно устанавливать сборочные единицы и детали в процессе разборки-сборки. Манипуляторы необходимы для механизации труда на рабочих местах, где масса перемещаемых деталей или сборочных единиц превышает 26,5 кг.

4.25. Основные технические данные отечественных манипуляторов

Модель	Грузоподъемность, кг	Максимальный радиус обслуживаемости, м	Ход руки, м		Силовой привод	Масса, кг
			вверх-вниз	вперед-назад		
М 40.48.01	40	3,2	1,7	2,5	Пневматический	220
КШ-50	50	3,0	1,6	2,7	»	400
КШ-63	63	3,0	1,6	2,7	»	360
М 80.48.01	80	3,25	1,9	2,8	Электрический	400
М 80.48.02	80	2,98	2,0	2,8	»	600
МПП-100-2	100	2,665	1,62	2,0	Пневматический	450
МП-100-1	100	2,225	1,5	1,5	Электрический	200
Ш 8-МЗ-430.013	125	2,2	1,7	1,2	Пневматический	500
ШБМ-150	150	3,0	1,75	2,55	Электрический	380
МП-6	150	3,0	1,272	1,8	»	1500
РА-11-150	150	2,2	1,7	1,3	»	250
М 160.48.01	160	3,3	1,65	2,6	»	500
М 160.90.01	160	2,45	2,1	2,09	Гидравлический	670
М 250.48.01	250	315	1,715	2,4	Пневматический	500
М 500.48.01	500	3,65	1,715	2,7	Гидравлический	500
М 500.90.01	500	4,37	3,45	3,5	»	1750
М 750.90.01	750	4,5	3,5	3,5	»	1750
КШ-160М1	125	3,0	1,6	2,7	Пневматический	465

Важная задача механизации и автоматизации производственных процессов — исключение тяжелого физического труда, особенно на операциях с вредными условиями, в том числе на очистке и окраске. В связи с этим используют автооператоры (роботы тельферного типа) и транспортные модули, которые выпускают и внедряют на ремонтно-обслуживающих предприятиях в комплекте с моечными машинами.

Перспективным направлением считается внедрение роботизированных технологических комплексов (РТК). Разрабатывают РТК для очистки полнокомплектных машин на базе роботов ОМ-2.

Применение роботов — эффективное направление автоматиза-

ции окраски при ремонте машин. Их можно использовать при нанесении лакокрасочных и защитных покрытий на изделия сложной формы методом распыления в условиях массового и серийного производства. Групповое внедрение трех-четырех роботов при двухсменной работе высвобождает четыре—шесть человек.

На ремонтных предприятиях эксплуатируют большое число станков с ручным управлением, использование которых из-за дефицита станочников неэффективно. Важное место занимает оснащение ремонтных предприятий металлорежущими станками с ЧПУ.

Разработана программа технического перевооружения ремонтных заводов, в основу которой положены следующие организационно-технические принципы:

- ограничение типажа станочного парка;
- определение очередности создания специализированных участков механической обработки с учетом номенклатуры деталей, обработка которых целесообразна на станках с ЧПУ;
- техническая подготовка производства;
- создание структурно-крупных участков;
- техническое перевооружение вспомогательных производств.

Экономическая эффективность внедрения станков с ЧПУ зависит от рационального подбора номенклатуры обрабатываемых деталей, которые условно подразделяют на три группы.

Первая группа — это детали, изготавливаемые на машиностроительных заводах и частично на специализированных ремонтных предприятиях.

Вторая группа — детали (валы, втулки, шкивы, крышки, штуцера), изготавливаемые на предприятиях, ремонтирующих сельскохозяйственную технику.

Третья группа — детали, ряд поверхностей которых обрабатывают до соответствующих ремонтных размеров либо восстанавливают наращиванием с последующей механической обработкой.

При обработке деталей первой и второй групп форма заготовки и ее размеры predeterminedены конструкцией, предъявляемыми к ним техническими требованиями и разрабатываемыми технологическими процессами. В результате перевода обработки изделий со станков с ручным управлением на станки с ЧПУ выполняются задачи, характерные для машиностроительного производства. Специфика заключается лишь в том, что на ремонтных предприятиях их производство отличается широкой номенклатурой при сравнительно небольших программах, а следовательно, требования по гибкости и мобильности производства более жесткие, чем на машиностроительных предприятиях.

Гибкость, т. е. автоматизация производства с переменным объемом партии в пределах некоторой группы обрабатываемых деталей и иногда при объеме партии в несколько штук, а следовательно, возможность быстрой автоматической переналадки благодаря про-

граммному управлению, должна быть стандартом, выполнение которого необходимо для проектирования участков.

В процессе перевода механической обработки деталей третьей группы со станков с ручным управлением на станки с ЧПУ помимо названных ранее задач нужно решать проблемы, связанные с особенностями базирования изношенной или восстановленной детали с учетом требуемых припусков и обрабатываемости различных покрытий, а также задачи размерного анализа.

В связи с высокой стоимостью станков с ЧПУ и сложностью систем программного управления участки механической обработки деталей должны быть достаточно крупными, что важно для достижения высокого уровня технологической подготовки и эффективного использования оборудования.

К основным критериям целесообразности внедрения робототехники в технологических процессах восстановления деталей относятся: работа в условиях промышленного шума; наличие электромагнитных воздействий; высокие виброускорения; высокие и низкие температуры и ее колебания; работа с токсичными веществами; наличие загазованности и запыленности на рабочих местах.

При организации роботизированных технологических комплексов, участков и линий по восстановлению деталей для крупносерийного производства предусматривают комплексную механизацию и автоматизацию роботизируемого производственного процесса, в том числе сопутствующих вспомогательных работ (транспортировка заготовок и деталей, загрузка ими накопителей, ориентация манипулируемых деталей в положение, пригодное для захвата, удаление стружки и окалины из рабочей зоны и т. д.) с цикловыми системами управления, работающими по жесткой программе.

Роботизированное технологическое производство должно быть оснащено блокирующими устройствами, обеспечивающими выключение комплекса, участка, линии или отдельных их частей в случае нарушения процесса, отказа оборудования и выхода параметров энергоносителей за допустимые пределы.

Для серийного и мелкосерийного производства по восстановлению деталей следует использовать технологическое оборудование с программным управлением и промышленными роботами, на базе которых komponуют управляемые ЭВМ переналаживаемые многономенклатурные линии.

Внедрение манипуляторов, промышленных роботов для комплексной автоматизации основных и вспомогательных технологических операций ремонта сельскохозяйственной техники, создание РТК и внедрение станков с ЧПУ — первый этап перехода к более высокому уровню автоматизации ремонтно-обслуживающих предприятий — организации гибких производственных систем с оперативно перестраиваемой технологией.

Основными операциями при внедрении таких систем служат наружная очистка и окраска, технология которых представлена в соответствующих разделах учебного пособия.

4.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Организационные формы восстановления деталей. Одна из главных проблем развития ремонтного производства — совершенствование технологических процессов и организации восстановления изношенных деталей.

Организационные формы состоят из четырех звеньев.

1. Ремонтно-обслуживающие предприятия, создаваемые по принципу специализации и оснащенные соответствующими поточно-механизированными линиями и высокопроизводительным технологическим оборудованием. Они должны восстанавливать массовые, легко транспортируемые детали (поршневые пальцы, шестерни, прецизионные детали, детали топливной аппаратуры и гидросистемы и др.).

2. Крупные цехи восстановления изношенных деталей (ЦВИД) с межобластной специализацией. Они создаются при крупных специализированных ремонтных предприятиях на базе поточно-механизированных линий с применением промышленных методов и унифицированной технологии. В зависимости от профиля ремонтного предприятия цехи имеют определенную специализацию. Кроме линий в них должны входить участки восстановления деталей с учетом специализации ремонтного предприятия.

3. Участки или цехи восстановления деталей, создаваемые на специализированных ремонтных предприятиях и оснащенные универсальным и специальным оборудованием для восстановления деталей широкой номенклатуры по внутриобластной кооперации. Номенклатура и объем восстанавливаемых деталей зависят от специализации и программы предприятия.

4. Участки восстановления деталей в мастерских общего назначения, оснащенных универсальным оборудованием для выполнения заказов сельскохозяйственных предприятий и других партнеров АПК по широкой номенклатуре.

Восстановление изношенных деталей даже одного наименования, как правило, нельзя организовать по единой технологии на одном общем потоке, поскольку они имеют различные дефекты.

Технологическая документация на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление деталей. Такая документация разработана в соответствии с РТМ 10.0024 «Порядок разработки и оформления технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление изношенных деталей».

Цель установления единого порядка разработки и оформления технологической документации — улучшение качества, сокращение объема, трудоемкости и сроков разработки и оформления документации; повышение наглядности, информативности и удобства использования документации; максимальное сокращение текстового описания содержания операций технологических процессов разборки, сборки и дефектации; обеспечение условий для использования ЭВМ при разработке, оформлении, кодировании, хранении и размножении документации.

Технологическую документацию разрабатывают отдельно на виды ремонта, изделия сельскохозяйственной техники единичного, мелкосерийного, серийного и массового производств. Для крупносерийного и массового ремонтных производств в технологической документации должны быть предусмотрены такие формы организации производства, с помощью которых на основе взаимозаменяемости деталей и экономической целесообразности можно восстанавливать детали до номинальных размеров, для единичного и мелкосерийного — стационарно-постовые формы организации производства на основе необезличивания деталей и составных частей с применением ремонтных размеров и способов пригонки по месту.

Технологическую документацию разрабатывают в соответствии с требованиями ГОСТ 2.101, ГОСТ 3.1109, ГОСТ 14.004 и ГОСТ 18.322.

Под технологической картой понимают технологический документ, содержащий операционное описание технологического процесса ремонта или восстановления изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида процесса обработки или ремонта с указанием данных о средствах технической оснащённости, материальных или трудовых затрат и в котором отдельные операции могут быть описаны без указания переходов и технологических режимов. Для автоматизации проектирования технологических процессов служит «Единая система технологической подготовки производства» (ЕСТПП). Она способствует повышению уровня типизации, унификации и стандартизации технологических процессов.

Основной исходный документ на разработку технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление изношенных деталей — техническое задание, которое разрабатывают на основе результатов маркетинговых исследований и анализа передовых достижений в отечественной и зарубежной практике, выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ в области разработки новых технологий и организаций производства.

Общие правила и требования к разработке технологической документации. В зависимости от количества изделий, охватываемых процессом (ГОСТ 3.1109), установлены следующие процессы (табл. 4.26):

4.26. Виды технологических процессов и их описание в технологических картах

Процесс	Вид процесса	Описание процесса в технологической карте
Очистка	Групповой, единичный	Текстовое
Разборка	Единичный	Графотекстовое
Дефектация	Единичный, типовой	»
Сборка	Единичный	»
Обкатка, испытание	»	Текстовое
Окраска, консервация	Групповой, единичный	»
Восстановление деталей	Типовой*, единичный	Графотекстовое

*Предпочтительный вид процесса.

единичный — технологический процесс ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства (восстановление головок блока двигателей А-41 и т. д.);

типовой — технологический процесс ремонта группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками;

групповой — технологический процесс ремонта изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками (восстановление группы деталей или устранение дефектов различной конфигурации в конкретных условиях их производства на специализированных рабочих местах).

По назначению технологические процессы подразделяют на рабочие и перспективные.

Рабочий процесс разрабатывают для конкретного ремонтного предприятия, мастерской хозяйства с учетом использования имеющегося оборудования, оснастки и инструмента.

Перспективный процесс разрабатывают с учетом современных достижений науки, техники и передового опыта.

По степени детализации процессы классифицируют по трем вариантам описания:

маршрутное — сокращенное описание операций, выполняемых по маршрутной карте (МК), в которой их содержание излагается укрупненно, без указания переходов и режимов обработки;

маршрутно-операционное — сокращенное описание операций, выполняемых по МК или карте технологического процесса (КТП), в которых содержание большей части из них излагается коротко, без указания переходов и режимов обработки, а отдельные операции даются полно, с указанием переходов и режимов обработки;

операционное — полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и режимов обработки.

Технологическую документацию на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление деталей по стадиям проектирования

разрабатывают с литерами Р0, Р01, РА и РБ. Литер Р0 присваивают технологической документации опытного ремонта и восстановления одного или двух изделий и их испытаний. По их результатам корректируют ремонтные чертежи и технологическую документацию с присвоением им литеры Р01.

Литер Р01 присваивают технологической документации для ремонта или восстановления партии (8...10 единиц) и их испытаний. По их результатам корректируют ремонтные чертежи и технологическую документацию с присвоением им литеры РА.

Литер РА присваивают технологической документации, по которой выполняют серийный ремонт или восстановление деталей. Корректируют и оформляют ремонтные чертежи и технологическую документацию литеры РБ.

Литер РБ присваивают технологической документации для установившегося серийного производства ремонта техники и восстановления деталей. По этой документации окончательно фиксируют отработанный и проведенный в производстве технологический процесс, составляют ведомость оборудования и оснастки на ремонт изделия или восстановление деталей.

Разработку документации завершают оценкой технико-экономических показателей принятых технологических решений.

Основные этапы разработки технологических процессов. Порядок разработки, согласования и утверждения эксплуатационной и ремонтной документации выполняют в соответствии с ГОСТ 2.609. По результатам выполнения первого—четвертого этапов (табл. 4.27) должны быть выбраны наиболее целесообразные для данных условий ремонтно-обслуживающего предприятия технологические способы, оборудование, приспособления, средства измерения и маршруты восстановления деталей или ремонта сборочной единицы, агрегата или машины.

4.27. Основные этапы разработки рабочих технологических процессов и задачи, решаемые на них

Этап	Задача
Анализ исходных данных для разработки процессов	Изучение конструкторской документации на изделие, технических требований на разработку, дефектацию, сборку, восстановление детали или отремонтированную сборочную единицу, агрегат, машину. Подбор справочной информации. Ознакомление с планировкой и оборудованием данного ремонтного предприятия
Поиск аналога действующего единичного или выбор типового процесса	Рассмотрение документации рабочих или перспективных единичных, типовых или групповых процессов, относящихся к данному процессу
Составление маршрута восстановления деталей или разборки, сборки, дефектации, обкатки и испытания сборочной единицы, агрегата или машины	Выбор возможных способов, применяемых при восстановлении. Уточнение состава средств технологического оснащения, последовательности и кодов операций

Этап	Задача
Разработка операций	Разработка последовательности переходов и установов. Выбор средств измерения и режущего инструмента
Нормирование операций	Расчет припусков и оптимальных режимов на обработку. Определение разряда работ. Расчет норм выработки
Расчет экономической эффективности вариантов рабочих процессов	Выбор оптимального варианта рабочего процесса
Оформление рабочих процессов	Заполнение форм технологической документации в соответствии с требованиями ЕСТД и отраслевой НТД. Контроль технологической документации. Ее согласование и утверждение

Виды, комплектность и оформление технологической документации. К технологическим документам относятся графические и текстовые документы, которые отдельно или в совокупности определяют процесс ремонта или восстановления деталей. Общие требования к технологическим документам изложены в ГОСТ 3.1104 (СТ СЭВ 1802), а основные надписи на чертежах — в ГОСТ 3.1105 (СТ СЭВ 1800) и представлены в виде информационных блоков.

В соответствии с РТМ 1.0024 для ремонтного производства комплект технологической документации составляют на ремонт или восстановление деталей.

Комплект технологической документации на ремонт должен содержать: титульный лист; ведомость технологических документов; пояснительную записку; технологические карты очистки, разборки изделия и его сборочных единиц, дефектации составных частей, сборки, регулировки, обкатки и испытания сборочных единиц и изделия; окраски сборочных единиц и изделия, консервации сборочных единиц и изделия; ведомость оборудования и оснастки.

В комплект технологической документации на восстановление деталей должны входить титульный лист, ремонтный чертеж, технологическая карта восстановления, карта эскизов, ведомость оборудования и оснастки.

Всю технологическую документацию оформляют по соответствующим стандартам.

Основные виды и комплектность документов с указанием наиболее часто применяемых кодов технологического процесса и условного обозначения документа при разработке единичного технологического процесса представлены в таблице 4.28. По ГОСТ 3.1201 устанавливают систему обозначения технологических документов следующей структуры и кодирования (рис. 4.92).

После кода организации-разработчика и кода характеристики (рис. 4.93) документа ставят точку. Код организации-разработчика

4.28. Условное обозначение, код и вид технологических документов

Вид документа		Название	ГОСТ		Процесс, на который составляют документ			восстановление
условное обозначение	код		номер	форма	разборка	сборка	дефектация	
ВГД	40	Ведомость технологических документов	3.1119	1, 1 ^a	+	+	+	+
МК	10	Маршрутная карта	3.1118	1, 1 ^a	+	+	+	+
КТП	50	Карты типовых технологических процессов:	3.1408	1, 1 ^a	-	-	-	+
		нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки						
ВТП	44	нанесения лакокрасочных покрытий	3.1408	3, 3 ^a	-	+	-	+
		очистки	-	1, 1 ^a	+	-	-	-
КТП	50	Ведомости деталей к типовому технологическому процессу:	3.1408	2, 2 ^a	-	-	-	+
		нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки						
		нанесения лакокрасочных покрытий						
		очистки						
ОК	60	Карты технологического процесса обработки резанием	3.1404	1, 1 ^a , 2, 2 ^a	-	-	-	+
		Операционные карты:						
КД	72	технического контроля	3.1404	3, 3 ^a	-	-	-	+
		механической обработки						
		термической обработки						
		то же с нагревом ТВЧ						
		дуговой сварки						
		дуговой наплавки						
		точечной контактной и шовной контактной сварки						
		испытания						
		Карта дефектации						
		Карта эскизов						
КЭ	20	Карта дефектации	3.1115	4, 4 ^a	-	-	+	-
		Комплектовочная карта						
ВО	42	Ведомость оснастки	3.1105	7, 7 ^a	-	+	-	+
		Оснастка						



Рис. 4.92. Структура обозначения технологических документов

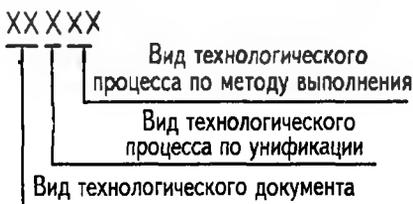


Рис. 4.93. Код характеристики документов

присваивают на уровне государственной или отраслевой стандартизации и записывают в прямоугольнике.

Коды различных видов технологической документации указаны в ГОСТ 3.1201 и таблице 4.28.

Код вида технологического процесса означает: 1 — единичный; 2 — типовой; 3 — групповой.

Код вида технологического процесса по методу выполнения указан в ГОСТ 3.1201. Наиболее часто употребляют коды вида технологического процесса по методу выполнения при ремонте изделий и восстановлении деталей: 02 — ремонт; 02-1 — разборка; 02-2 — очистка; 02-3 — дефектация; 02-4 — наплавка; 02-5 — восстановление; 03 — технический контроль; 40 — механическая обработка; 50 — термическая обработка; 51 — термическая обработка с нагревом ТВЧ; 71 — нанесение химического, электрохимического покрытий и химическая обработка; 73 — нанесение лакокрасочных покрытий; 74 — нанесение полимерных покрытий; 88 — сборка, испытание; 91 — дуговая сварка; 92 — газовая сварка; 93 — контактная сварка.

Цифры после тире записывают в обозначении документа после порядкового регистрационного номера. Последний присваивается организацией, разрабатывающей технологический процесс с номера 00 001 до 99 999 в пределах каждого кода характеристики документа.

Например, обозначается:

технологический документ 10.1021.00001 — маршрутная карта (10, см. табл. 4.28 графу «Вид документа»), единичного (1) технологического процесса разборки (02-1), первый порядковый регистрационный номер (00001);

технологический документ 50022.00001-2 — карта типового технологического процесса (50) очистки (02-2);

технологический документ 60140.00001 — операционная карта (60) единичного технологического процесса (1) механической обработки (40), первый порядковый регистрационный номер (00001).

Для обозначения комплекта технологических документов используют код 01 и заносят в основную надпись соответствующей формы. В нижний прямоугольник, обведенный утолщенной линией, записывают обозначение документа, в верхнем прямоугольнике

обозначают комплект технологических документов (код 01) для данного технологического процесса. Например:

01102.00001-5 — для комплекта (01) документов единичного технологического процесса восстановления (02-5) детали;

01188.00001 — для комплекта (01) документов единичного технологического процесса сборки (88) и т. д.

Классификация дефектов. Для устранения каждого дефекта в отдельности необходимо выполнять определенные технологические приемы. Кроме того, они встречаются в различных сочетаниях, что усложняет организацию восстановления деталей, их специализацию и концентрацию, а также важнейшие факторы интенсификации, которые неразрывно связаны с типизацией процессов.

Типизация возможна на основе классификации деталей в зависимости от их геометрической формы, характера и сочетания дефектов, состава технологических способов их восстановления. Тракторные и автомобильные детали классифицируют по конструктивно-технологическим признакам.

- | | |
|------|--|
| I | Корпусные детали тракторных двигателей |
| II | Корпусные детали автомобильных двигателей |
| III | Корпусные детали пусковых двигателей, компрессоров и турбокомпрессоров |
| IV | Коленчатые и распределительные валы |
| V | Гильзы цилиндров, шатуны, поршневые пальцы, валы и оси двигателя |
| VI | Шкивы, маховики, диски сцепления двигателей |
| VII | Корпусные детали трансмиссий тракторов |
| VIII | Корпусные детали трансмиссий автомобилей |
| IX | Стаканы, ступицы колес, шкивы, вариаторы |
| X | Валы, оси трансмиссии, карданные валы |
| XI | Детали кареток подвески |
| XII | Звенья гусениц, колеса, ролики, барабаны, шасси |
| XIII | Рамы, передние брусья, оси ходовой части |
| XIV | Плунжерные пары, нагнетательные клапаны, распылители |

Детали объединяют в родственные группы по виду материала, массе и размерам, виду и значению износа, точности изготовления, дефектам и их сочетанию, способу восстановления.

Износы различных конструктивно подобных групп деталей машин составляют 0,01...10 мм. Около 83 % из них имеют износ до 0,6 мм.

В каждой детали обычно не более шести разновидностей дефектов. Однако наиболее часто встречаются сочетания из двух, трех и четырех дефектов. Профессор Л. В. Дехтеринский установил, что вероятность появления n дефектов из m возможных можно определить, используя биномиальное распределение

$$P_m(n) = C_m^n P^n g^{m-n}, \quad (4.15)$$

где C_m^n — число сочетаний n дефектов из m возможных; P — вероятность появления дефекта; g — вероятность не появления дефекта, т. е. $g = 1 - P$.

Вероятность появления дефекта

$$P = \sum_{i=1}^m K_i / (mN), \quad (4.16)$$

где K_i — число деталей с i -м дефектом; N — число деталей в выборке.

Для автоматизированного проектирования технологических процессов, машинной обработки информации на ЭВМ, укрупненного расчета трудовых и материальных нормативов и выбора рационального метода восстановления создан отраслевой классификатор видов дефектов детали в целом (табл. 4.29) и ее поверхностей. Он включает информацию о дефектах.

4.29. Классификация видов дефектов, присущих детали в целом

Код	Дефект	Сочетание дефектов
0	—	—
1	Несоответствие требованиям НТД (нормативно-технической документации)	{ По целостности По форме По размерам
2		
3		
4	Наличие нескольких дефектов	{ 1 и 2 1 и 3 2 и 3 1...3
5		
6		
7		

Таблица 4.30 содержит информацию о 23 типовых поверхностях, полностью охватывающих все многообразие подлежащих восстановлению деталей, и их буквенно-цифровые кодовые обозначения. Под *типовой поверхностью* понимается поверхность, характеризующаяся единством условий работы и изнашивания в соединении для группы поверхностей с общими конструктивными признаками.

4.30. Классификация типовых поверхностей

Форма поверхности	Код типовой поверхности с учетом условий работы и изнашивания в соединении										
	неподвижном		подвижном								другие
	за счет трения	за счет вспомогательных деталей	движение				качение				
			поступательное	возвратно-поступательное	вращательное	возвратно-вращательное	вращательное	возвратно-вращательное	с проскальзыванием		
Наружная цилиндрическая	А	Б	—	В	Г	Д	Е	Ж	—	—	
Внутренняя цилиндрическая	И	К	—	Л	М	Н	—	—	—	—	

Форма поверхности	Код типовой поверхности с учетом условий работы и изнашивания в соединении										
	нсподвижном		подвижном								другие
	за счет трения	за счет вспомогательных деталей	движение				качение				
			поступательное	возвратно-поступательное	вращательное	возвратно-вращательное	вращательное	возвратно-вращательное	с проскальзыванием		
Резьбовая	П	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Шлицевая	—	Р	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зубчатая	—	—	—	—	—	—	—	—	—	С	Т
Плоская	—	—	У	—	Ф	—	—	—	—	—	Х
Канавок, пазов, лысок	—	Ц	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Коническая, сферическая	Ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Профильная, фасонная	—	—	Ю	—	—	—	Э	—	—	—	—

В код типовой поверхности «другие» включаются соединения с ударным приложением нагрузки (клапан — гнездо, торцы зубьев — зубчатые колеса непостоянного зацепления и др.).

Код типовой поверхности устанавливают в следующем порядке. Находят строку с соответствующей геометрической формой поверхности (по вертикали), а затем графу с соответствующими условиями работы и изнашивания в соединении (по горизонтали). Искомый код — на их пересечении.

Классификационная группировка «другие» дефекты (см. табл. 4.30) включает в себя нарушение требований НТД по целостности поверхности и физико-механическим свойствам ее материала.

В качестве примера разберем последовательность формирования кода дефекта вала зерноуборочного комбайна СК-6 «Колос» (рис. 4.94).

Кодируют запись дефектов всех видов, присущих как изношенным поверхностям, так и детали в целом, следующим образом:

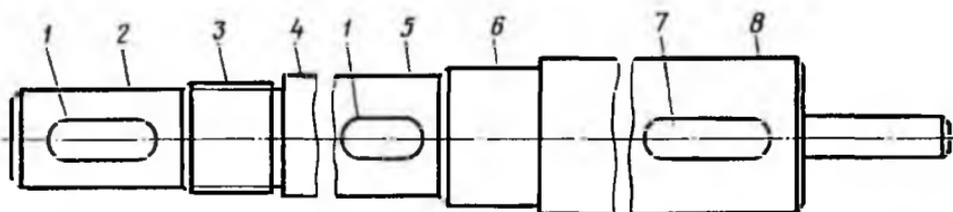


Рис. 4.94. Схема центрального вала зернового комбайна с указанием дефектов

вначале отыскивают дефекты и их сочетания для детали в целом. В нашем случае это дефект 6, характеризующий непрямолинейность вала (более 0,8 мм). Виды дефектов кодируют однозначным цифровым кодом [в нашем случае код 2 (см. табл. 4.29)] и записывают первым.

Определяют дефекты формы поверхности по порядку сверху вниз (см. табл. 4.30). Код типовой поверхности формируют путем объединения двух классификационных группировок (геометрической формы поверхности, условий ее работы и изнашивания в соединении). Используют однозначный буквенно-цифровой код. В структуре кода предусмотрены три позиции, каждая из которых состоит из одного знака: типовой поверхности, вида дефекта и числа. В нашем случае — цилиндрическая наружная поверхность, работающая в условиях неподвижного (за счет трения) соединения (дефект 4, см. рис. 4.94 и табл. 4.30) — код А, по масштабу (размеру) менее 0,5 мм (табл. 4.31) — код 0 и число дефектных поверхностей 2 — код 2. Общий код дефекта 4 — А02, его записывают за кодом 2;

4.31. Классификация видов дефектов поверхностей

Код	Дефект поверхности по несоответствию требованиям НТД	Масштаб (размер) дефекта, мм
0	По размеру	0...0,5
1		0,5...2,0
2		Свыше 2,0
3	По форме	0...0,5
4		0,5...2,0
5		Свыше 2,0
6	По шероховатости	—
7	Другие	—

определяют износы на наружных цилиндрических поверхностях вала, работающих в условиях неподвижного соединения (дефекты 2, 5 и 8) за счет вспомогательных деталей (шпонок) — код Б (см. табл. 4.30). По масштабу менее 0,5 мм (см. табл. 4.31) — код 0 и число поверхностей 3 — код 3. Общий код дефектов 2, 5 и 8 будет Б03. Его записывают за кодом А02;

наблюдают износ поверхностей канавок, работающих в условиях неподвижного соединения (дефекты 1 и 7) за счет вспомогательной детали (шпонки), — код И (см. табл. 4.30), по масштабу менее 0,5 мм (см. табл. 4.31) — код 0 и число поверхностей 3 — код 3. Общий код дефектов 1 и 7 будет Ц03, его записывают за кодом Б03;

определяют износ резьбовой поверхности (дефект 3) — код П (см. табл. 4.30), по масштабу свыше 2 мм (см. табл. 4.31) — код 5 и число поверхностей 1 — код 1. Общий код дефекта 3 — П51, его записывают за кодом Ц03.

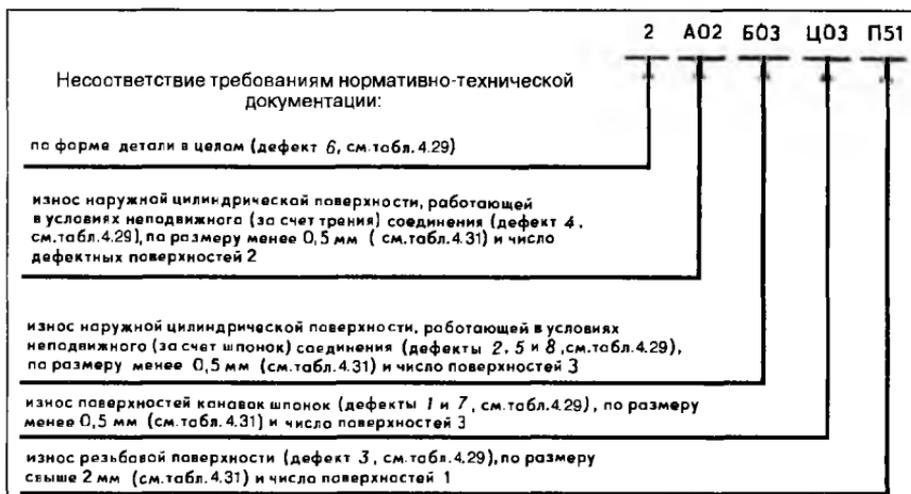


Рис. 4.95. Пример формирования кода видов дефектов

Таким образом, дефекты всех видов, присущих как изношенным поверхностям, так и детали 54-101А-1-2-2, записывают в виде 2А02Б03Ц03П51 (рис. 4.95).

Дешифровка кодовой записи показывает, что у детали в целом есть дефект 2 (см. рис. 4.94). Кроме этого различают четыре вида дефектов А, Б, Ц и П, для устранения которых необходимо применять технологические процессы восстановления пяти наружных А02 и цилиндрических Б03 поверхностей с наращиванием слоя металла толщиной до 0,5 мм, поверхностей трех шпоночных канавок Ц03 и одной резьбовой поверхности П51 при возможной толщине наращиваемого слоя металла более 2 мм.

Максимальная длина кодового обозначения вида дефекта составляет 22 знака.

Способы комплектования деталей в партии. Рассмотрим два способа.

1. Партию комплектуют по принципу общности технологического устранения каждого дефекта в отдельности независимо от способов устранения других. Такая технология называется *подефектной*. Ее применяют обычно в условиях ремонтно-обслуживающих предприятий общего назначения главным образом при восстановлении крупных сложных деталей.

Разновидность этого способа — *групповая* технология, когда все конструктивно схожие детали объединяют в классы (группы) и есть возможность быстро переналадить станки для выполнения однотипных операций.

2. Партию комплектуют из деталей с одинаковыми или однотипными сочетаниями дефектов и устраняют определенную совокупность дефектов по принятому маршруту. Такая технология называется *маршрутной*.

Под *маршрутом* понимают сочетание дефектов на детали, которое определяется их естественной взаимосвязью, единством технологического процесса и экономической целесообразностью восстановления деталей.

При разработке маршрутной технологии соблюдают следующие основные условия:

сочетание дефектов должно быть минимальным, с большим удельным объемом;

число маршрутов по каждой детали должно быть наименьшим;

каждый маршрут должен быть экономически целесообразным;

хранение деталей должно быть организовано по определенным маршрутам.

Выбор оптимального маршрута восстановления детали сводится к нахождению наименьшего суммарного пути из многих возможных:

$$s = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_n}{T_b} \delta + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \right), \quad (4.17)$$

где T_n и T_b — ресурс детали новой и восстановленной (км, мото-ч и т. д.); δ — стоимость устранения дефектов, руб.; δ_1 — стоимость транспортировки деталей при перемещении по маршруту, руб.; δ_2 — стоимость хранения детали на маршруте, руб.; δ_3 — потери при эксплуатации в случае простоя машины из-за отказа детали, руб.

Основными критериями при объединении сочетаний дефектов в маршруты, их сохранении и снижении пути перемещения деталей по рабочим участкам служат взаимосвязь дефектов и значения износосов. Эти критерии зависят от зоны деятельности и условий работы машинно-тракторного парка. При их изучении необходимо учитывать, что чем больше возможных дефектов у детали, тем большее число деталей проверяют. Для определения минимальной партии деталей более чем с двумя дефектами А. М. Мамедов предложил выражение

$$N = a(X + 1), \quad (4.18)$$

где N — оптимальное число деталей, подлежащих дефектации; a — постоянное число, зависящее от значения X (при $X \leq 5$ $a = 25$; $X > 5$ $a = 20$); X — число основных возможных дефектов.

При выборе оптимальной партии деталей необходимо исходить из того, что большая партия требует значительного времени на ее сбор.

При малой партии повышается стоимость транспортировки деталей и доли подготовительно-заключительного времени, приходя-

шегосся на одну деталь. Для определения оптимальной партии профессором И. С. Левитским рекомендовано выражение

$$n_{и} = \Sigma T_{п.з} / (K_{эф} \Sigma T_{шт}), \quad (4.19)$$

где $\Sigma T_{п.з}$ — сумма подготовительно-заключительного времени на партию восстанавливаемых деталей по данному маршруту; $K_{эф}$ — показатель эффективности использования оборудования ($K_{эф} = 0,04 \dots 0,25$); $\Sigma T_{шт}$ — сумма штучного времени на все операции технологического процесса восстановления деталей по этому же маршруту.

Для предприятий по ремонту деталей $K_{эф} = 0,15$.

Экономическую целесообразность восстановления деталей по данному маршруту профессор К. Т. Кошкин предложил оценивать коэффициентом целесообразности

$$K_{ц} = \frac{(s_{т.в} \lambda H_{и} + s_{м.в}) L_{и}}{s_{т.и} H_{в} + s_{м.и}) L_{в}}, \quad (4.20)$$

где $s_{т.в}$ и $s_{т.и}$ — стоимость трудовых затрат при восстановлении и изготовлении деталей, руб.; λ — коэффициент, учитывающий изменение затрат при повторном восстановлении деталей; $H_{и}$ и $H_{в}$ — коэффициенты, учитывающие накладные расходы при изготовлении и восстановлении деталей; $s_{м.в}$ и $s_{м.и}$ — стоимость материалов при восстановлении и изготовлении деталей, руб.; $L_{и}$ и $L_{в}$ — полный ресурс работы новой и восстановленной деталей (км, мото-ч и т. п.).

Выбор рациональных способов восстановления деталей. В ремонтном производстве существует большое число способов и средств восстановления изношенных деталей. Одни и те же дефекты можно устранять несколькими способами: гильзы цилиндров — шестью, опорные катки гусеничных тракторов — 12, коленчатые валы — 18, уплотнительные узлы тракторов и сельскохозяйственных машин — более чем 20.

На выбор рационального способа влияют материал детали, ее износ, характер нагружения, стоимость восстановления и т. д. В связи с этим В. А. Шадричевым разработана методика выбора, основанная на последовательном применении четырех критериев:

технологический, который дает возможность использовать различные способы восстановления определенной поверхности детали;

долговечности, характеризуемый коэффициентом долговечности K_d и представляющий собой отношение ресурсов восстановленной T_v и новой T_n деталей, т. е.

$$K_d = T_v / T_n; \quad (4.21)$$

минимального отношения $C_v / K_d \rightarrow \min$, где C_v — стоимость восстановления детали;

техничко-экономический, связывающий долговечность детали с экономикой ее восстановления и выражаемый зависимостью

$$C_v \leq K_d C_n, \quad (4.22)$$

где C_1 и C_2 — стоимость изготовления соответственно восстановленной и новой деталей.

Технологический критерий (критерий применимости). Такой критерий учитывает, с одной стороны, особенности восстановления определенной поверхности конкретной детали и, с другой — технологические возможности соответствующих способов. Он не оценивается количественно и относится к категории качественных. Поэтому его используют интуитивно с учетом накопленного опыта применения тех или иных способов.

Так, автоматическая наплавка под флюсом сопровождается сильным разогревом деталей и их глубоким проплавлением. Ее рекомендуют при восстановлении крупногабаритных деталей с диаметром более 50 мм.

Для восстановления деталей малых размеров служит вибродуговая наплавка. Однако необходимо учитывать значительное снижение их усталостной прочности.

Малый разогрев деталей наблюдается при восстановлении деталей электрометаллизацией, а также в случае применения клеевых соединений. Но электрометаллизационные покрытия непригодны для деталей, испытывающих ударные нагрузки, а полимерные материалы характеризуются сравнительно невысокой теплопроводностью при значительном коэффициенте линейного расширения.

У покрытий, получаемых электролитическим хромированием, высокая износостойкость в абразивной среде, но их толщина ограничена (до 0,3 мм). Если последняя превышает указанное значение, хром будет отслаиваться вследствие значительных внутренних напряжений.

Благодаря анализу конструктивных особенностей и условий эксплуатации деталей, их износов, а также технологических возможностей известных способов ремонта можно выбрать необходимый из них. С помощью технологического критерия выявляют лишь перечень возможных для данной детали способов восстановления. Решение, принятое на его основе, следует считать предварительным. По отдельным поверхностям типовых деталей существуют десятки технологически приемлемых способов восстановления, обеспечивающих различные ресурсы и стоимость.

Критерий долговечности. Этот критерий рассчитывают по формуле (4.21). Для его количественной оценки необходимо иметь информацию по ресурсам T_b и T_n . Получение этих данных в процессе эксплуатации машин занимает много времени. К тому же не представляется возможным выявить основные физико-химические свойства восстановленных и новых деталей, которые определяют их долговечность.

Для получения указанных параметров на практике применяют

методы ускоренных лабораторно-стендовых испытаний на надежность. Чтобы получить достоверную информацию, необходимо проводить испытания соответствующих деталей и соединений при одинаковых режимах нагружения, скоростях относительного скольжения, температурах рабочих поверхностей и смазочных материалах.

Технико-экономический критерий. Такой критерий количественно оценивают неравенством (4.22). Для его использования в практических целях требуется информация о C_v и K_d .

Решение рассматриваемой задачи (по В. М. Кряжкову) сводится к проведению четырех этапов:

анализа условий работы детали и ее износа с характеристикой возможных способов восстановления и их доступности;

оценки рабочих поверхностей деталей с точки зрения износа, теплостойкости, окисляемости, внутренней напряженности, макро- и микроструктуры, твердости, сопротивляемости, усталости и обрабатываемости;

выполнения ускоренных стендовых испытаний деталей;

окончательной оценки выбранных способов восстановления деталей непосредственно в условиях хозяйства или специализированных предприятий.

В дополнение к рассмотренным ранее этапам необходимо изучать организационные и технологические вопросы восстановления деталей в их совокупности.

При обосновании организационных форм учитывают ремонтный фонд, номенклатуру восстанавливаемых деталей, число деталей каждого наименования, технологическую однородность и кратность ресурса деталей и межремонтного ресурса агрегата или машины, существующую сеть ремонтных предприятий, расстояние до пункта восстановления, вид транспорта и загрузку соответствующего оборудования.

Предварительный отбор возможных способов восстановления деталей зависит от их характеристики, материала детали и термообработки; конфигурации, размера и массы детали; наличия баз для восстановления и последующей обработки; шероховатости поверхности; видов дефектов и износов; сочетания дефектов на одной детали; кратности восстановления и запаса на ремонт.

В основу представленной классификации положено деление деталей по видам материалов, из которых они изготовлены, и их физико-механическим свойствам.

При использовании второго критерия В. А. Шадричева следует учитывать не только долговечность восстанавливаемой детали, но и то, в какой мере выбранный способ обеспечивает долговечность сборочной единицы. При этом затраты на восстановление деталей предлагается относить не к их ресурсу, а к ресурсу агрегата в целом.

Применительно к сельскохозяйственным машинам учет вклада

каждого восстанавливаемого элемента в надежность изделия в целом нужно дополнить требованием обеспечения их безотказной работы в напряженные периоды полевых работ.

Благодаря проведенному анализу существующих методик выбора рациональных способов восстановления, предложенных различными авторами, можно свести решение этой задачи к выбору рационального способа восстановления деталей: применительно к конкретному ремонтному предприятию или хозяйству и для соответствующего региона (района, области, республики).

В первом случае выбираемая технология привязывается к организационно-технологическим условиям данного ремонтного предприятия или хозяйства и включает шесть этапов:

анализ условий работы восстанавливаемой детали в составе сборочной единицы (агрегата) с указанием характерных дефектов;

составление информационно-карты восстанавливаемой детали, включающей ремонтный чертеж, материал, из которого она изготовлена, программу восстановления;

получение информации по износам (неисправностям деталей);

математическую обработку статистической информации с выявлением числа деталей, подлежащих восстановлению, годных без восстановления и утиля (негодных для восстановления);

выбор возможных способов восстановления по технологическому критерию с учетом их доступности для данного ремонтного предприятия или хозяйства;

выбор рационального способа восстановления в зависимости от технико-экономического критерия и требования безотказности работы машины в напряженный период сельскохозяйственных работ.

Во втором случае учитывают особенности региона (района, области, республики) и на первое место выдвигают организационные мероприятия. Число этапов увеличивается до семи. К ним относятся:

характеристика региона с указанием обеспеченности ремонтным фондом по конкретной номенклатуре восстанавливаемых деталей, существующей сети ремонтных предприятий и их технологических возможностей, расстояний до технических обменных пунктов (ТОП) и др.;

анализ условий работы принятой к восстановлению в данном регионе детали с указанием характерных мест износа;

составление информационных карт восстановленных деталей, включающих ремонтные чертежи и анализ конструктивно-технологической общности деталей с точки зрения их подбора и включения в единый маршрут восстановления;

получение статистической информации по износу (дефектов) соответствующих деталей;

математическая обработка статистической информации региона с выявлением числа деталей, подлежащих восстановлению, годных

без восстановления и утиля (негодных для восстановления) по каждому наименованию;

выбор возможных способов восстановления соответствующих деталей по технологическому критерию с учетом оснащенности ремонтных предприятий данного региона;

выбор рационального способа восстановления конкретных деталей, исходя из технико-экономического критерия и требования безотказной работы изделия в напряженный период сельскохозяйственных работ, с распределением соответствующих деталей по предприятиям региона.

Основной обобщающий показатель — показатель экономического эффекта за расчетный период жизненного цикла мероприятия научно-технического прогресса (НТП) в отличие от ранее рассчитываемого годового экономического эффекта.

Контрольные вопросы и задания. 1. Назовите способы восстановления резьб. 2. Какие способы восстановления гнезд под вкладыши коренных подшипников вы знаете? 3. Перечислите порядок сборки заднего моста автомобиля ЗИЛ-130. 4. Как обкатывают и испытывают шестеренные насосы на стенде КИ-4200? 5. Какова последовательность восстановления лемеха наплавкой твердого сплава? 6. Перечислите основные неисправности холодильных машин и способы их устранения. 7. Назовите основные направления в развитии автоматизации ремонтного производства.

5. РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

5.1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Предприятия сельского хозяйства — крупные потребители электроэнергии. В них работают около 10 млн электродвигателей, 100 тыс. сварочных трансформаторов и др. Около четверти выпускаемых асинхронных электродвигателей используют в сельском хозяйстве. Электродвигатели, трансформаторы и другое электрооборудование работает в усложненных условиях: при резких колебаниях температуры и высокой влажности воздуха (на зернотоках, летних пастбищах, в теплицах и т. д.); в агрессивной и влажной среде (животноводческие фермы и др.) и т. д. Большинство электрооборудования характеризуется низкой степенью использования по времени как в течение суток, так и на протяжении года.

Многие машины и аппараты работают в кратковременном или повторно-кратковременном режиме (доение, раздача кормов, уборка навоза и т. д.). В процессе кратковременной работы оборудования изоляция не подсушивается, а постепенно увлажняется, что приводит к снижению ее сопротивления и увеличению возможности пробоя. Кроме того, влажная, агрессивная среда и перепады температуры ускоряют старение изоляции и уменьшают ее сопротивление.

Для сельскохозяйственного производства характерны низкая надежность электроснабжения, питание от воздушных линий, влияние атмосферных воздействий (перенапряжение из-за грозы и др.) и частые обрывы одного из проводов линий; недостаточная степень автоматизации и защиты токоприемников. Все это приводит к неполнофазному режиму работы потребителей.

При таких условиях эксплуатации электрооборудования резко снижается его надежность, в результате чего ресурс работы, например, электродвигателей в сельском хозяйстве в 2...3 раза меньше нормативного. Из-за повышенной влажности, агрессивной среды и несоответствия этим условиям изоляции отказывают до 30 % электродвигателей, в результате отсутствия или несоответствия защиты аварийным перегрузкам и неполнофазным режимам — около 40 %, остальные — из-за износа и повреждения подшипников, особенно при нарушении правил их эксплуатации.

Порядок обслуживания и ремонта электрооборудования в сельском хозяйстве регламентируется планово-предупредительной сис-

темой. Она предусматривает производственное и межремонтное техническое обслуживание, текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты. Периодичность технического обслуживания и ремонтов устанавливается этой системой в зависимости от вида электрооборудования и характера среды, в которой оно работает.

Электрические машины и аппараты конструктивно просты и состоят из двух частей: механической и электрической. Механическая часть, например, асинхронных электродвигателей включает в себя станину (корпус), подшипниковые щиты, подшипники, вал ротора и др. Дефекты этих деталей, способы их обнаружения и устранения не отличаются от таковых для других видов машин, рассмотренных ранее. Наибольшие трудности при ремонте электрооборудования представляет электрическая часть, прежде всего обмотки машин и аппаратов.

5.1.2. КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Изоляция электрооборудования — наименее надежный элемент, регламентирующий его ресурс. Поэтому периодически при эксплуатации и ремонте контролируют состояние изоляции. Даже перед пуском новой, длительно не работавшей электрической машины необходимо проверить состояние ее изоляции, так как она может быть, например, чрезмерно увлажнена и без соответствующей сушки возможен ее пробой.

При проверке изоляции предусмотрены следующие испытания: измерение сопротивления; определение степени увлажнения; испытание электрической прочности.

Измерение сопротивления изоляции. Измеряют только активное сопротивление. Поэтому для измерения применяют постоянный ток. Так как сопротивление изоляции большое, то необходимы чувствительные приборы и высокое напряжение, чтобы уловить маленькие токи. Применяют мегомметры, представляющие собой комбинацию логометра (двухрамочного магнитоэлектрического измерительного прибора) и индуктора (генератора напряжения с ручным приводом).

Сопротивление изоляции обмоток измеряют относительно корпуса машины и между обмотками для каждой электрически независимой цепи (фазы). При измерении сопротивления изоляции клемму мегомметра L соединяют с выводом первой фазы, а клемму $З$ — с корпусом машины (рис. 5.1). С корпусом со-

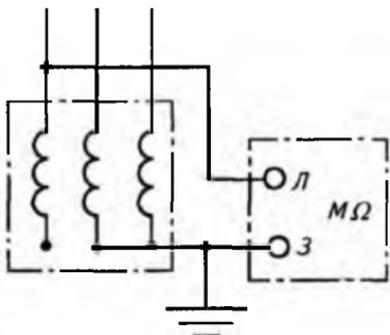


Рис. 5.1. Схема измерения сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой

единяют также остальные фазы. Так измеряют сопротивление изоляции обмотки первой фазы относительно корпуса и двух других обмоток. Затем аналогично измеряют сопротивление изоляции обмоток второй и третьей фаз относительно корпуса и других фаз, т. е. всего необходимо провести три измерения.

При определении сопротивления изоляции необходимо иметь в виду, что под действием приложенного напряжения в изоляции протекает ток сквозной проводимости, обусловленный перемещением свободных зарядов, и ток абсорбции, вызванный дипольной поляризацией диэлектрика (рис. 5.2). Первый протекает постоянно, а второй достигает максимума через 15 с и практически исчезает примерно через 60 с. Эти явления приводят к тому, что сопротивление изоляции в процессе измерения изменяется: через 15 с от начала измерения оно минимально, а затем увеличивается и достигает максимума примерно через 60 с. Поэтому сопротивление измеряют через 60 с после приложения напряжения и обозначают R_{60} .

Сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между собой при температуре 75°C , МОм,

$$R_{60} \geq U_n / (1000 + 0,01P), \quad (5.1)$$

где U_n — номинальное напряжение машины, В; P — номинальная мощность машины, кВт.

При малой и средней мощности машины P можно не учитывать. Тогда максимально допустимое сопротивление изоляции должно быть больше номинального напряжения машины, т. е.

$$R_{60} \geq U_n / 1000. \quad (5.2)$$

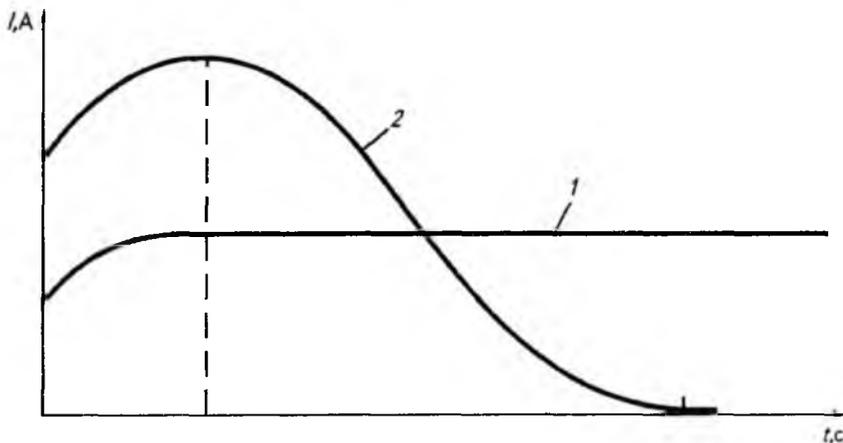


Рис. 5.2. Зависимость изменения силы тока сквозной проводимости (1) и абсорбции (2) в изоляции от продолжительности действия постоянного напряжения

При измерении сопротивления изоляции с температурой ниже 75°C полученное по ранее приведенным формулам сопротивление следует удваивать на каждые 20° разности температур.

На практике обычно считают, что сопротивление изоляции машины напряжением до 500 В при температуре 75°C должно быть не менее 0,5 МОм, при температуре 15°C — не менее 4 МОм.

Определение степени увлажнения изоляции. Существуют следующие методы определения степени увлажнения: косвенно по сопротивлению изоляции; по коэффициенту абсорбции; методами емкость — температура, емкость — частота, емкость — время и др.

При косвенном методе измеряют R_{60} и сравнивают с допустимым значением. Если сопротивление ниже нормы, то машину сушат и вновь измеряют R_{60} .

Метод коэффициента абсорбции прост, но более точен по сравнению с косвенным. Коэффициент абсорбции — это отношение сопротивления изоляции, измеренного через 60 с после подачи напряжения от мегомметра, к сопротивлению, измеренному через 15 с: $K_{абс} = R_{60}/R_{15}$. У сухой изоляции сила тока сквозной проводимости $I_{скв}$ очень мала и $K_{абс} \approx 2$. С увлажнением изоляции $I_{скв}$ резко возрастает, а сила тока абсорбции $I_{абс}$ практически не изменяется и ее влияние на суммарный ток невелико. Поэтому у влажной изоляции $K_{абс} \approx 1$. Состояние изоляции считается удовлетворительным, если у машин мощностью до 500 кВт $K_{абс} > 1,2$.

Емкостные методы основаны на резком увеличении емкости изоляции при увлажнении и изменении ее от различных факторов (температуры и др.). Они точнее, но сложнее, и на практике их редко применяют.

Испытание электрической прочности изоляции. Электрическая прочность, В/мм,

$$E_{пр} = U_{пр}/h, \quad (5.3)$$

где $U_{пр}$ — пробивное напряжение, В; h — толщина изоляции, мм.

Различают два вида пробоя изоляции: тепловой — термическое разрушение (обугливание, растрескивание) диэлектрика под действием теплоты, выделяемой током утечки; электрический — ионизация молекул диэлектрика.

ГОСТ предусматривает испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между собой, а также испытание электрической прочности межвитковой изоляции.

Электрическую прочность изоляции обмоток относительно корпуса и между собой испытывают на неподвижной машине в холодном состоянии по той же схеме, что и при измерении сопротивления изоляции (см. рис. 5.1), только на обмотку подают повышенное напряжение от испытательного трансформатора. Испытывают поочередно каждую электрически независимую цепь. При наличии выводов от начала и конца каждой

обмотки (фазы) испытание проводят поочередно для каждой фазы при присоединении других фаз к корпусу машины. Под испытательным напряжением оказывается изоляция между обмоткой и корпусом и между обмотками. Если начала и концы обмоток не снабжены выводами, то такие соединенные фазы обмоток считают за одну цепь, которую испытывают на прочность относительно корпуса машины. Электрическую прочность испытывают переменным напряжением частотой 50 Гц в течение 1 мин. Значение испытательного напряжения новых и капитально отремонтированных машин зависит от их характеристик, где N — номинальная мощность машины.

Характеристика машины

$N \leq 1$ кВт $U_n < 100$ В

$N > 1$ кВт $U_n < 100$ В

$N = 1 \dots 1000$ кВт $U_n \geq 100$ В

Обмотки фазных роторов

Испытательное напряжение, В

$2U_n + 500$

$2U_n + 1000$

$2U_n + 1000$, но не < 1500 В

$2U + 1000$

После текущего ремонта машин электрическую прочность изоляции испытывают при напряжении, равном 80 % приведенного выше.

Испытание начинают с напряжения, не превышающего 35 % испытательного, и плавно за 10...15 с повышают его до заданного значения, которое выдерживают в течение 1 мин. Затем напряжение постепенно снижают до 35 % и отключают трансформатор. Результаты испытания считают удовлетворительными, если не произошло пробоя изоляции, признаками которого служат толчки тока и напряжения (пробой — короткое замыкание для трансформатора), треск, повышенный нагрев и др.

Электрическую прочность межвитковой изоляции и испытывают на холостом ходу повышенным на 30 % сверх номинального значения напряжением. Новые и капитально отремонтированные машины испытывают в течение 3 мин, а отремонтированные без смены обмоток — 1 мин. У двигателей с фазным ротором испытывают одновременно межвитковую изоляцию обмоток статора и ротора, для чего обмотку ротора не закорачивают, а оставляют разомкнутой.

5.1.3. ДЕФЕКТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В зависимости от конструкции у электрооборудования встречаются дефекты обмоток, токособирательной системы (коллекторов, щеток, контактных колец), механической части (подшипников, валов, корпусов и др.) и активной стали.

Основные причины повреждений электрооборудования:

неправильное проектирование электроустановки (несоответ-

ствии конструкции машины условиям работы, недостаточная мощность, неправильная защита машины и т. д.);

неправильный монтаж оборудования (плохие фундамент, крепление и др.);

неправильная эксплуатация, низкая культура обслуживания (нарушение условий пуска, режима работы, смазывания, несвоевременное обслуживание и ремонт и др.).

Примерно половина электродвигателей отказывает из-за несоответствия конструкции условиям сельскохозяйственного производства и работы на двух фазах. Остальные электродвигатели отказывают вследствие низкой культуры эксплуатации — перегрузки, аварии, несвоевременного обслуживания и др.

Дефекты обмоток, их причины и способы определения. Из-за повреждения обмоток происходит 85...95 % отказов асинхронных электродвигателей.

Основные дефекты обмоток: сгорание изоляции, витковое замыкание (замыкание внутри обмотки), замыкание обмотки на корпус, обрыв или плохой контакт обмотки, неправильное соединение обмоток.

Сгорание изоляции происходит из-за больших токов. Ток может увеличиваться при перегрузках, работе на пониженном напряжении, обрыве одной фазы на ходу двигателя, витковом замыкании, загрязнении обмоток и т. д.

Витковые замыкания и замыкания на корпус бывают из-за местного разрушения изоляции, которое может произойти в результате трения витков между собой и о корпус, загрязнения изоляции металлической пылью, которая при работе машины вибрирует и перетирает изоляцию, пробоя изоляции из-за перегрузки машины и увлажнения изоляции.

Обрыв обмотки встречается чаще у машин малой мощности, так как их провода имеют малое сечение. Он может произойти из-за местного повреждения провода: пережога при изготовлении, в результате чего медь становится хрупкой; наличия насечек и других дефектов, к которым медь очень чувствительна. Обрыв — это также следствие плохой пайки или сварки.

Каждый из рассмотренных дефектов может быть выявлен несколькими методами.

Сгорание изоляции можно определить внешним осмотром, измерением ее сопротивления и испытанием электрической прочности.

Замыкания обмоток на корпус определяют с помощью мегомметра, контрольной лампы и вольтметра, а также методом падения напряжения. Мегомметром поочередно проверяют сопротивление изоляции каждой фазы относительно корпуса. Если у какой-либо фазы сопротивление равно нулю, то, значит, она имеет замыкание на корпус.

Контрольную лампу или вольтметр включают последовательно с

проверяемой обмоткой и корпусом и поочередно подают напряжение на каждую фазу и корпус машины. Если лампа горит, а вольтметр показывает напряжение, то данная обмотка имеет замыкание на корпус.

Рассмотренными способами можно выявить наличие замыкания на корпус, но не установить место замыкания. Обычно в машинах малой мощности не ищут место замыкания, а перематывают всю обмотку. В машинах средней и большой мощности экономически целесообразна замена части обмотки. Для обнаружения замкнутой части (места замыкания) обмотки применяют метод падения напряжения.

Витковые замыкания обмоток определяют методами симметрии, вольтметра (трансформации), электромагнита и шарика.

Метод симметрии основан на измерении и сравнении полных сопротивлений обмоток. Если в фазах нет повреждений, то у них будут одинаковые полные сопротивления: $Z_1 = Z_2 = Z_3$. Полное сопротивление состоит из активного r и индуктивного X_L сопротивлений, т. е.

$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}. \quad (5.4)$$

Если какая-либо фаза имеет витковое замыкание, то уменьшаются ее активное и индуктивное сопротивления, а следовательно, и полное сопротивление. Измерение проводят на переменном токе. С помощью амперметра и вольтметра измеряют ток и напряжение в каждой фазе и определяют ее сопротивление $Z = U/I$. Можно не определять сопротивление, а сравнивать значения токов в фазах при постоянном напряжении ($U = \text{const}$) или, наоборот, сравнивать в них падения напряжений при пропускании одинакового тока по каждой фазе. Если нет витковых замыканий, то при $U = \text{const}$ $I_1 = I_2 = I_3$, а при $I = \text{const}$ $U_1 = U_2 = U_3$.

Методом вольтметра (трансформации) определяют витковое замыкание следующим образом: концы двух фаз соединяют вместе. Их начала присоединяют к сети, а вольтметр — к выводам оставшейся третьей фазы. Если в обмотках первой и второй фаз нет витковых замыканий, то создаваемые ими магнитные потоки равны. А так как они направлены навстречу друг к другу и взаимно уничтожаются, то в третьей обмотке не будет индуцироваться ЭДС и вольтметр покажет нуль. Если в обмотке первой или второй фазы имеются витковые замыкания, то их магнитные потоки не будут равны, так как сила тока в обмотках одинакова, а индуктивность, пропорциональная числу витков, разная. В этом случае появляется результирующий магнитный поток, который будет наводить ЭДС в третьей фазе — вольтметр покажет напряжение.

Для определения наличия витковых замыканий в обмотке третьей фазы необходимо соединить ее с первой или второй фазой.

Методы симметрии и вольтметра служат для обнаружения вит-

ковых замыканий без разборки машины, но с помощью их нельзя определить место замыкания.

Метод электромагнита (индукционный метод) основан на наведении (индуцировании) ЭДС в испытуемой обмотке с помощью вспомогательного электромагнита, который ставят на зубцы в расточку статора так, чтобы он прилегал к ним как можно плотнее (рис. 5.3). При прохождении по обмотке электромагнита переменный ток создает переменный магнитный поток, который замыкается через статор машины и сердечник электромагнита. Этот поток наводит ЭДС в витках исследуемой секции. Если секция замкнута, то в ней появится ток, а вокруг проводника с током возникнет свой магнитный поток. На паз с секцией накладывают стальную пластину. Она дребезжит, показывая замкнутую секцию.

Если на паз с замкнутой секцией поставить второй вспомогательный электромагнит, то в его обмотке будет наводиться ЭДС. Если включить в эту обмотку лампу, то она будет гореть при наличии замыкания в обмотке секции. На таком принципе основано устройство портативного дефектоскопа типа ПДО с двумя вспомогательными магнитами и неоновой лампой. Недостаток этого метода — необходимость исследовать каждую секцию (передвигать магнит и пластину по расточке).

Метод шарика применяют для обнаружения витковых замыканий обмоток статоров машин переменного тока. На обмотку статора подают симметричное трехфазное напряжение, равное 10...30 %

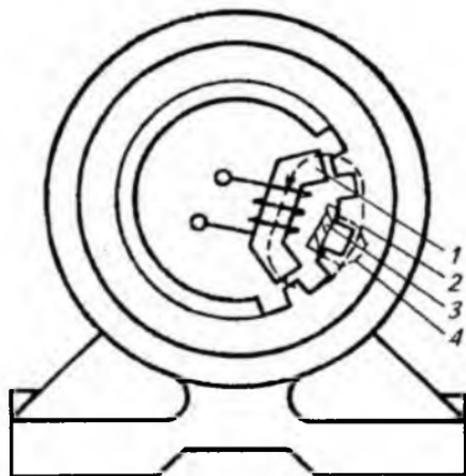


Рис. 5.3. Схема определения витковых замыканий методом вспомогательного электромагнита:

1 — электромагнит; 2 и 4 — магнитные потоки от электромагнита и замкнутой секции; 3 — стальная пластина

номинального. В результате этого возникает круговое вращающееся магнитное поле. Если внутрь статора бросить стальной шарик, то он будет вращаться по направлению магнитного поля. Нет коротких замыканий в секциях — шарик будет вращаться равномерно. Если есть витковое замыкание, то в замкнутой секции будет протекать ток короткого замыкания, который создает местный переменный поток. Последний затормаживает шарик, и он будет вращаться неравномерно (может остановиться).

Обрыв обмоток определяют с помощью мегомметра (при обрыве мегомметр покажет сопротивление $R = \infty$), контрольной лампы (при обрыве лампа не горит), вольтметра

(при обрыве он не показывает напряжение) и вспомогательного электромагнита. Последний метод используют для обнаружения обрывов в стержнях короткозамкнутых роторов электродвигателей. Разрыв стержня легко обнаруживают посредством стальной пластины. В этом случае она не притягивается, так как по разорванному стержню ток не проходит и не создается поле.

Обрыв стержней в короткозамкнутом роторе определяют также в режиме короткого замыкания двигателя методом симметрии токов. Затормаживают ротор, к статору подводят напряжение, пониженное в 5...6 раз по сравнению с номинальным. В каждую фазу включают амперметр. Проворачивают ротор. При исправных обмотках статора и ротора показания всех амперметров одинаковы и не зависят от положения ротора. При обрыве стержней в роторе показания приборов различны и изменяются с его поворотом. Различные показания амперметров, не зависящие от положения ротора, указывают на повреждение обмотки статора (витковое замыкание, неправильное соединение и др.).

Плохой контакт, обусловленный некачественной пайкой, приводит к местному повышению сопротивления, что можно обнаружить по более сильному местному нагреву или измерением омического сопротивления обмоток. При хорошем качестве паек сопротивление обмоток различных фаз не должно отличаться более чем на 2 %.

Неправильное соединение обмоток определяют методом шарика или симметрии.

Если в соединении обмотки статора допущены ошибки, то вращающееся магнитное поле вообще не будет создаваться (при грубых ошибках) или будет возникать не круговое, а эллиптическое вращающееся магнитное поле. В первом случае шарик в статоре не будет вращаться, а во втором — будет вращаться, но неравномерно.

Ошибки в соединении обмотки фазы приводят к несимметрии фаз, т. е. их полные сопротивления будут не равны.

Дефекты токособирательной системы, их причины и способы определения. В токособирательной системе (коллекторах, контактных кольцах, щетках с щеткодержателями и др.) могут быть следующие повреждения: искрение щеток; перегрев коллектора; подгорание отдельных пластин или всей поверхности коллектора; деформация и биение коллектора и контактных колец; износ коллектора и контактных колец; замыкание колец и пластин на корпус и между собой; неисправности щеточного механизма.

Искрение щеток возможно из-за плохой их шлифовки и загрязнения трущихся поверхностей щеток и коллектора, неравномерного износа и биения коллектора или контактных колец, выпутания из коллектора миканитовой изоляции или отдельных пластин коллектора, несоответствия размеров щеток размерам обойм щеткодержателя, заниженного или завышенного давления пружин

на щетки, неправильной установки и несоответствия марки щеток режиму работы и типу электрической машины и др.

Искрение обнаруживают внешним осмотром. Оно отрицательно сказывается на работе машины. При этом быстро разрушаются щетки и поверхность коллектора или колец.

Перегрев и подгорание коллектора вызывает повышенное искрение щеток. Перегрев также может быть от слишком большого давления щеток, плохой обработки поверхности коллектора — она должна быть ровной, гладкой. Подгорание отдельных пластин коллектора связано с обрывом или внутренним замыканием обмотки, плохой пайкой или выплавлением припоя из петушков.

Перегрев и подгорание коллектора обнаруживают внешним осмотром.

Деформация и биение коллектора или колец — следствие неравномерного износа, несоосности вала и коллектора или колец. Кроме того, биение может быть при чрезмерном износе коллектора, ослаблении его прессовки. Деформацию и биение обнаруживают с помощью микрометра и индикатора часового типа.

Износ коллектора и контактных колец — наиболее распространенный дефект. Износ имеет неравномерный характер, сопровождается появлением кольцевых дорожек, биения и т. д. Износ — следствие трения щеток. Он зависит от правильной установки щеток, усилия их прижатия, искрения и т. д.

Износ определяют микрометром. Износ колец не должен превышать 50 % их первоначальной толщины. Допустимый износ коллектора составляет 28...30 % первоначальной высоты пластин.

Замыкание пластин и колец на корпус и между собой — следствие потери изоляционных свойств миканитовых прокладок и их механических повреждений из-за повышенного нагрева коллектора. Замыкание между пластинами последнего может произойти вследствие загрязнения его медно-угольной пылью.

Неисправности щеточного механизма: износ и выкрашивание щеток; износ и оплавление обоймы щеткодержателя; ослабление пружин; повреждение изоляции пальцев, крепящих щеткодержатели к траверсе; повреждение траверс.

Дефекты щеточного механизма определяют осмотром, измерением размеров и т. д. Давление пружин на щетки (прижатие щеток) проверяют с помощью динамометра.

Дефекты активной стали, их причины и методы определения. Сердечники статоров и роторов электрических машин и магнитопроводы трансформаторов изготавливают из листовой электротехнической стали толщиной 0,35...0,50 мм. Листы изолируют с двух сторон и собирают в пакеты нужной формы и размера в соответствии с конструкцией машины. Неисправности сердечников и магнитопроводов: повреждение межлистовой изоляции; замыкание листов стали между собой; ослабление прессовки пакетов стали и посадки сердечников на валу; изгиб и поломка зубцов машин.

Повреждение межлистовой изоляции происходит в результате ее старения, механического воздействия, длительного и неправильного хранения. Состояние межлистовой изоляции определяют внешним осмотром, а также по потерям в стали, которые устанавливают испытанием машины на холостом ходу.

Замыкание листов стали между собой чаще всего происходит из-за наличия заусенцев, вмятин и других механических повреждений, наличия между листами каких-либо посторонних металлических или токопроводящих частиц, пробоя изоляции обмотки на корпус.

У электродвигателей замыкание листов часто бывает из-за трения ротора (якоря) о статор, что служит следствием износа подшипников или изгиба вала.

Ослабление прессовки и посадки стали обычно происходит из-за перекоса и выпадения отдельных распорок в вентиляционных каналах, ослабления стяжных болтов, отлома и выпадения отдельных зубцов стали. В результате ослабления прессовки часто наблюдается распушение зубцов, появление так называемого веера. Работа электрических машин и трансформаторов с этими дефектами сопровождается гудением, треском, дребезжанием и т. д. Эти дефекты обнаруживают внешним осмотром.

5.1.4. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Технологический процесс (рис. 5.4) ремонта электрооборудования примерно такой же, что и при ремонте дуговой техники. Главное отличие — обязательные предремонтные испытания и наличие специфических изоляционно-обмоточных работ.

Предремонтные работы. Эти работы включают в себя внешний осмотр и испытание электрооборудования с целью определения его состояния (выявления дефектов) и предварительного установления объема и характера ремонтных работ.

При внешнем осмотре проверяют состояние основных частей машины. Ротор (якорь) проворачивают от руки для проверки его задевания за статор, заедания подшипников и др. О состоянии подшипников судят по радиальному и осевому зазорам в них, которые измеряют при осмотре. Обязательно измеряют воздушный зазор между статором и ротором (якорем). При его увеличении более чем на 15 % по сравнению с конструктивным ремонт машины нецелесообразен или ее можно ремонтировать при условии пересчета обмоточных данных на меньшую мощность.

Если наружным осмотром не обнаружено серьезных повреждений, то машину испытывают. В программу предремонтных испытаний входят: проверка наличия обрывов и распайки в обмотках и на выводах; измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой; испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между собой; испыта-



Рис. 5.4. Схема технологического процесса ремонта электрооборудования

ние электрической прочности межвитковой изоляции; испытание машины в режиме холостого хода.

Методы проведения испытаний были рассмотрены ранее. Испытание на холостом ходу проводят только в том случае, если машина может быть отремонтирована без замены обмоток. Испытание в режиме холостого хода проводят при номинальном напряжении в течение 30 мин. Измеряют ток холостого хода в каждой фазе и определяют его среднее арифметическое значение, которое принимают за действительный ток холостого хода. Неравномерность тока холостого хода по фазам не должна превышать 5 %.

Разборочно-дефектовочные работы. По результатам предремонтных испытаний машину разбирают, одновременно уточняя характер неисправностей и объем ремонтных работ. Последовательность разборки электрооборудования определяется его конструкцией. Разбирают так, чтобы не повредить отдельных деталей, а также изоляции обмоток. Перед снятием подшипникового щита необходимо

положить картонную прокладку в воздушный зазор. При выводе ротора из статора нельзя допускать задевания ротора за сердечник или обмотку.

Перед удалением обмотки осматривают и записывают данные, которые могут потребоваться при изготовлении новых обмоток: тип обмотки; число пазов и проводников в пазу; марку провода и его размеры; шаг обмотки по пазам; схему соединения обмотки и т. д.

Чтобы облегчить удаление обмоток, нужно разрушить сцепление между витками катушки, а также между обмоткой и стенками паза. Для этого применяют выжигание в электропечах, расплавах солей, а также пропусканием тока, химическое разрушение. Выжигают изоляцию в электропечах при температуре 350...360 °С в течение 4...6 ч.

При отсутствии электропечи изоляцию выжигают пропусканием по обмотке тока (до 150 А) от низковольтного (сварочного) трансформатора. В расплавах солей изоляцию выжигают при температуре 300 °С (алюминиевый корпус) или 480 °С (чугунный корпус). При химическом разрушении изоляции используют ванну с 10%-м раствором едкого натра, нагретым до температуры 80...100 °С, с последующей промывкой проточной водой. Машины с алюминиевыми корпусами погружать в эти растворы нельзя.

После выжигания изоляции расклинивают пазы статора. Удаляют бандажи и металлические кольца с лобовых частей обмотки якоря и ротора. Затем удаляют обмотки по частям через шлицы пазов. Если не предполагается повторное использование обмоточного провода, то лобовые части катушек обрезают с одной стороны на токарном станке или обрубают зубилом.

После разборки машины все детали и сборочные единицы очищают в специальных машинах или ванне, оборудованной подогревом. Детали дефектуют путем осмотра, измерений и испытаний, сравнивая полученные данные с техническими требованиями. Возможные дефекты и методы их обнаружения были рассмотрены ранее. От качества дефектации зависят качество ремонта машин и его себестоимость.

После очистки и дефектации детали машин, требующие ремонта, поступают в отделение электрического и механического ремонтов, а не требующие ремонта — на комплектацию. На комплектацию поступают также запасные части взамен выбракованных деталей и восстановленные детали.

Изоляционно-обмоточные работы. Ремонт обмоток с их заменой состоит из следующих основных операций: заготовка и укладка пазовой изоляции; восстановление обмоточного провода; заготовка секций (намотка катушек); укладка обмоток, пайка и изоляция соединений; сушка и пропитка обмоток.

Провода обмоток должны быть защищены от механических повреждений и надежно изолированы один относительно другого и от

активной стали машины. Изоляция проводов, находящихся в пазах машины, от активной стали называется пазовой изоляцией.

Заготовка изоляци и. Изоляционные детали пазовой изоляции заготавливают заранее. Листы электрокартона и лакоткани нарезают рычажными ножницами в виде полос необходимой длины и ширины. Электрокартон режут таким образом, чтобы направление волокон в уложенных в паз коробках совпадало с продольной осью машины.

До начала обмоточных работ изготавливают другие детали пазовой изоляции: прокладки под клин, прокладки между слоями обмоток (сторонами катушек), междуфазные прокладки, пазовые клинья, полихлорвиниловые трубки для изолирования мест соединения проводов и др. Перед укладкой пазовой изоляции пазы осматривают, зачищают и продувают сжатым воздухом.

Восстановление обмоточных проводов. Извлеченный из пазов машины старый обмоточный провод после дефектации восстанавливают или сдают в металлолом. Не подлежат восстановлению алюминиевые обмоточные провода и медные провода диаметром менее 0,8 мм.

Технологический процесс восстановления включает в себя следующие основные операции: сортировку, удаление изоляции, правку и сварку, калибровку, отжиг, изоляцию и испытание. При сортировке выбраковывают провода диаметром менее 0,8 мм, длиной менее 2 м, с сильно поврежденной поверхностью. Старую изоляцию удаляют обжигом при температуре 250...600 °С в зависимости от диаметра провода, травлением в растворе серной кислоты с последующей промывкой и нейтрализацией. Провод правят на специальном станке, а затем отдельные куски сваривают между собой встык специальными электросварочными аппаратами. Калибруют провод волочением. Для снятия наклепа и восстановления пластичности провод отжигают при температуре 400...600 °С в течение 30...50 мин (в зависимости от диаметра). Затем его изолируют и испытывают в соответствии с техническими требованиями. После отжига проверяют прочность провода на разрыв и его электрическое сопротивление в омах. После изоляции провода осматривают и проверяют изоляцию на электрическую прочность, сползание и изгиб.

Заготовка катушек и укладка обмоток в пазы. Рассмотрим некоторые понятия.

Виток — два провода, расположенные в двух пазах и соединенные по торцу статора или ротора.

Катушка (секция) — группа изолированных один относительно другого витков, уложенных соответствующими сторонами в два паза и соединенных последовательно.

Катушечная группа — совокупность последовательно соединенных катушек, образующих одну пару полюсов одной фазы обмотки. Стороны катушек расположены в соседних пазах статора или рото-

ра. Число катушек в катушечной группе равно числу пазов, приходящихся на полюс и фазу, т. е.

$$q_1 = z/(2pm), \quad (5.5)$$

где z — число пазов; p — число пар полюсов; m — число фаз.

Фазы обмотки — часть обмотки с определенным числом катушечных групп, которые могут быть соединены последовательно, параллельно или смешанным способом.

Шаг катушки по пазам — расстояние между осями пазов, в которые закладывают стороны катушки, выраженное разностью между номерами этих пазов.

По способу заполнения пазов обмотки делят на *однослойные*, когда сторона катушки занимает весь паз, и *двухслойные*, когда сторона катушки занимает половину паза по высоте, а другую половину занимает сторона другой катушки, т. е. в каждый паз закладывают две стороны разных катушек.

Методы изготовления обмоток зависят в основном от формы паза. Существует несколько форм паза, которые можно разделить на следующие основные виды (рис. 5.5): закрытый, полузакрытый, полуоткрытый, открытый. Обмотки машин с закрытыми пазами называются протяжными, с полузакрытыми — всыпными, с открытыми и полуоткрытыми — шаблонными или жесткими.

Закрытые пазы чаще всего применяют на фазных роторах асинхронных двигателей. Протяжные обмотки изготавливают вручную путем протягивания проводов обмотки с торцов статора, поэтому и обмотка называется протяжной. В пазы вставляют гильзы пазовой изоляции. Нарезают куски проводов длиной, равной длине всех витков одной катушки. Двое рабочих протягивают обмотки с обоих торцов статора. При этом выдерживают необходимый шаг обмотки, форму лобовых частей и т. д. Далее соединяют отдельные катушки в соответствии со схемой. Места соединений изолируют. Для предупреждения перекрещивания проводов в паз закладывают спицы диа-

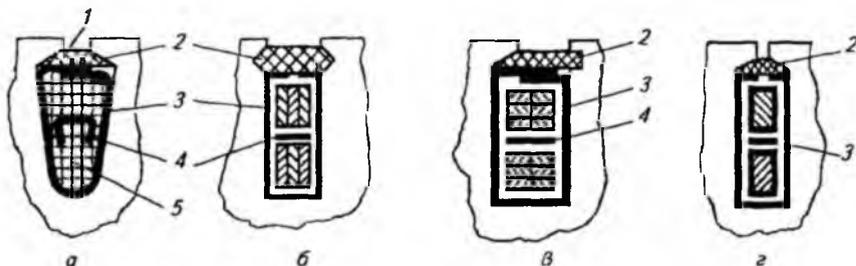


Рис. 5.5. Основные формы пазов электрических машин:

а — полузакрытый; *б* — открытый; *в* — полуоткрытый; *г* — закрытый; 1 — шпиль; 2 — пазовый клин; 3 — пазовая изоляция; 4 — межслойная изоляция (прокладка); 5 — обмотка

метром, равным диаметру провода. Число спиц равно числу проводов в пазу (секции).

При укладке обмотки вынимают спицу, а на ее место протягивают провод. Для облегчения протягивания и уменьшения повреждения изоляции провод натирают парафином.

Полузакрытые пазы широко распространены у машин мощностью до 100 кВт. Изготовление обмоток в этом случае значительно облегчается и ускоряется. Секции обмотки заранее заготавливают на шаблонах, а затем укладывают (всыпают) по одному витку в пазы машины (ширина паза больше диаметра провода). Такая обмотка называется всыпной или полушаблонной, так как катушки заданной формы заготавливают на шаблоне.

Шаблонные обмотки применяют при открытых пазах. В этом случае в пазы машины укладывают полностью готовые катушки заданной формы: намотанные по шаблону, изолированные, высушенные, пропитанные и опрессованные. Поэтому их называют жесткими. Достоинство таких обмоток — очень высокая надежность изоляции. Чаще всего шаблонные обмотки применяют в средних, крупных и высоковольтных машинах.

Соединение и пайка схем. После укладки катушек в пазы и расклинивания обмотки собирают схему, в которой проверяют отсутствие замыканий обмоток на корпус и между собой, витковых замыканий, а также правильность соединения схемы. Окончательно провода обмотки соединяют пайкой или контактной сваркой. Далее места соединений тщательно изолируют лакотканью и изоляционными трубками, надетыми на один из проводов до соединения.

Пропитка и сушка обмоток. Пропитывают обмотки изоляционными лаками с целью повышения диэлектрических и механических свойств изоляции. Сушат обмотки непосредственно перед пропиткой, а также после нее. При сушке до пропитки из пор изоляции удаляется влага, а после пропитки — растворители и остатки влаги. В результате пропитки и сушки витки обмотки прочно склеиваются (цементируются) между собой и корпусной изоляцией. Это предотвращает возможность их относительного перемещения и истирания изоляции.

Марку пропиточного лака, число пропиток (обмотки пропитывают 1...3 раза), режимы сушки и пропитки выбирают в зависимости от вида и класса изоляции обмоточного провода, конструкции машины, условий ее работы, характера окружающей среды и т. п.

Сушат и пропитывают обмотки не только при ремонте электрических машин, но и во время эксплуатации в случае уменьшения сопротивления изоляции ниже допустимого значения.

Основные методы сушки обмоток: в сушильном шкафу (конвективный), инфракрасными лучами (терморadiационный), токовая, индукционная.

Сушку в сушильном шкафу применяют главным образом при ре-

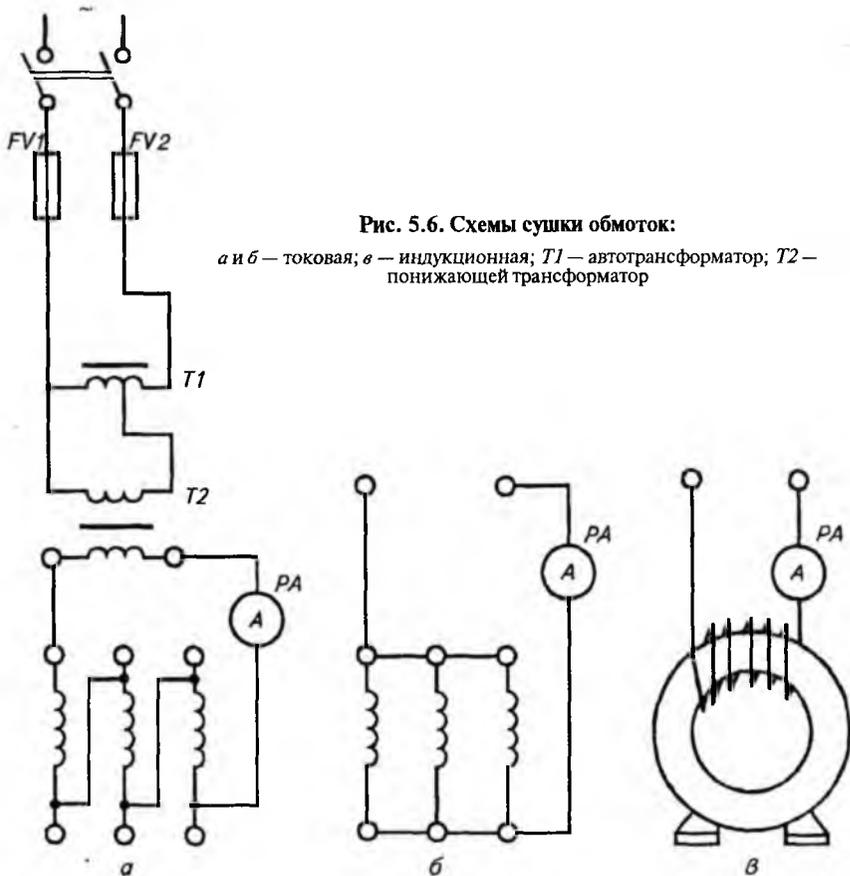


Рис. 5.6. Схемы сушки обмоток:

a и б — токовая; *в* — индукционная; *T1* — автотрансформатор; *T2* — понижающей трансформатор

монте машин. Наиболее распространены сушильные шкафы с принудительной циркуляцией воздуха и электрическими нагревателями. В этом случае направление теплового потока противоположно направлению движения влаги или растворителя. Поэтому сушка в шкафах — весьма длительная операция (8 ч и более) и требует большого расхода энергии.

Сушка инфракрасными лучами заключается в передаче теплоты обмоткам с помощью облучения их инфракрасными лучами от специальных ламп. В этом случае внутренние слои изоляции сильно нагреваются и тепловой поток направлен изнутри наружу, т. е. совпадает с направлением движения влаги. Это значительно ускоряет сушку.

Токовая сушка заключается в пропускании тока (постоянного или переменного) по обмоткам машины и их сушке за счет нагрева

проводов выделяющейся теплотой. Корпус машины заземляют, обмотки статора соединяют последовательно (рис. 5.6, а) или параллельно (рис. 5.6, б) и подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора (осветительного, сварочного и др.). Напряжение должно быть таким, чтобы в обмотках машины протекал ток, не превышающий номинальный. Обычно напряжение составляет 10...30 % номинального.

При токовом методе теплота подается непосредственно в центр изоляционной конструкции, т. е. имеет место внутренний подвод теплоты, который обеспечивает наибольшую скорость сушки. По сравнению с сушкой в шкафах продолжительность токовой сушки сокращается в 5...6 раз, а расход электроэнергии — в 4 раза. Кроме того, нет необходимости в установке дорогостоящего печного оборудования.

При индукционном методе обмотки сушат за счет теплоты, выделяющейся в активной стали и корпусе машины под действием вихревых токов, индуцируемых вспомогательной обмоткой-индуктором (рис. 5.6, в). Магнитный поток создает в стали вихревые токи, а также потери в стали на перемагничивание, за счет чего нагревается сталь, а от нее и обмотки. В результате происходит сушка обмоток.

Последние два метода используют для сушки обмотки на месте установки машин. При этом контролируют температуру и сопротивление изоляции. Температура не должна быть выше допустимой для данного класса нагревостойкости изоляции. Сушка считается законченной, если сопротивление изоляции остается неизменным в течение 0,5...1,0 ч.

После предварительной сушки пропитывают обмотки методом погружения подогретых до температуры 60...70 °С обмоток (или узлов с обмотками) в ванну с лаком при той же температуре. Время выдержки в лаке зависит от его вида и вязкости и составляет при первой пропитке 15...30 мин, а при последней — 12...15 мин. В любом случае обмотки должны оставаться в лаке до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха.

После пропитки обмотки вынимают из ванны и выдерживают над ней, чтобы стекла излишки лака. Пропитанные обмотки сушат с целью удаления растворителя, ускорения полимеризации лака и запечки лаковой пленки. При сушке постепенно поднимают температуру до необходимого значения. Контролируют температуру и сопротивление изоляции обмоток. Определяют коэффициент абсорбции.

Слесарно-механические работы. На слесарно-механическом участке выполняют работы по ремонту токособирательной системы, активной стали и деталей механической части электрических машин.

Ремонт токособирательной системы. Если пластины коллектора или контактные кольца замкнуты на корпус или между собой, то их частично разбирают и заменяют соответствующи-

щую изоляцию новой. При износе коллектора или контактных колец, наличии биений или обгорания их поверхности, а также в случае их частичной или полной разборки и сборки при ремонте применяют механическую обработку. Ее вид зависит от степени износа коллектора. При износе и биении до 0,2 мм используют полирование, от 0,2 до 0,5 мм — шлифование и полирование, более 0,5 мм и в случае замены пластин и изоляции — обточку с последующим шлифованием и полированием.

После обработки фрезеруют миканитовые пластины (рис. 5.7, а) на глубину, равную 1,2...1,5 их толщины, т. е. 0,5...1,5 мм. Фрезеруют коллектор вручную с помощью резака из ножовочного полотна или специальным переносным или стационарным устройством. Далее снимают с медных пластин фаски $0,5 \times 45^\circ$.

Проточенный и профрезерованный коллектор шлифуют, а затем полируют. Шлифуют на шлифовальных станках мелкозернистым карборундовым кругом или на приспособлениях мелкозернистой стеклянной наждачной бумагой, наложенной на деревянную оправку (рис. 5.7, б). Полируют на этом же приспособлении, но более мелкой наждачной бумагой, чтобы получить зеркальную поверхность. После полирования коллектор тщательно очищают сжатым воздухом. Обработанный коллектор не должен иметь биение более 0,05 мм.

Изношенные щетки притирают к коллектору с помощью стеклянной наждачной бумаги. Ее подкладывают под щетку и проворачивают коллектор вместе с бумагой. При ослаблении пружин и износе других деталей щеточного механизма их заменяют на новые.

Ремонт активной стали. Для устранения «веера» надо подпрессовать крайние листы молотком, усилить их или скрепить дуговой сваркой. В зубцах пропиливают наклонные пазы ножовкой

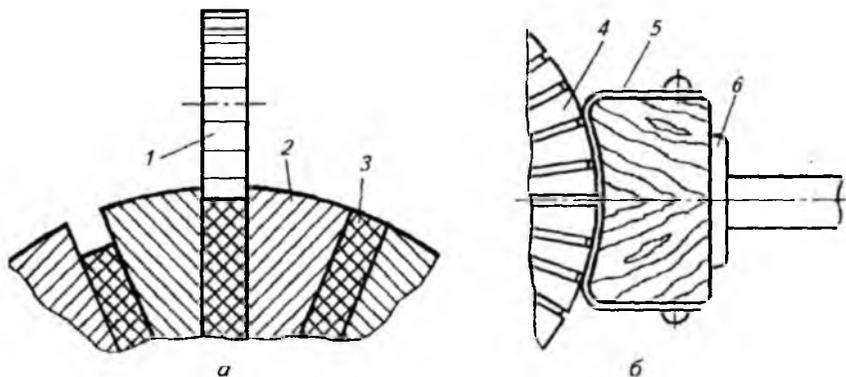


Рис. 5.7. Схема фрезерования миканитовых пластин (а) и шлифования (б) коллектора:

1 — фреза; 2 — пластина коллектора; 3 — миканитовая пластина; 4 — коллектор; 5 — стеклянная наждачная бумага; 6 — державка

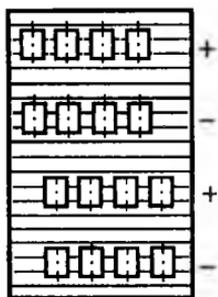


Рис. 5.8. Схема расстановки щеток на коллекторе

или фрезой и заваривают их стальным электродом диаметром 2,5...3,0 мм. Заваренную поверхность обрабатывают заподлицо с сердечником. В случае ослабления прессовки пакета стали подтягивают стяжные болты. Если это невозможно, то забивают текстолитовые или фибровые клинья между пакетом и нажимной шайбой или между отдельными листами пакета. Изгиб зубцов устраняют правкой. Для этого через пазы стали прогоняют оправку, форма сечения которой соответствует сечению пара. Отремонтированные роторы и якоря балансируют.

Сборочные работы. Сборку электрооборудования проводят в последовательности, обратной разборке. Предварительно все части должны

быть отремонтированы и испытаны. При сборке машины необходимо проявлять особую осторожность, чтобы не повредить обмотки, активную сталь, коллектор, щетки и др. При креплении подшипниковых щитов следят за тем, чтобы воздушный зазор между статором и ротором был равномерным.

При сборке машин постоянного тока необходимо следить, чтобы щетки располагались строго по образующим коллектора на равном расстоянии по окружности. Для равномерного износа коллектора щетки нужно расставляливать в шахматном порядке (со смещением) с учетом их полярности, чтобы по одному следу скользили щетки разной полярности (рис. 5.8).

Испытания отремонтированного электрооборудования. Испытания оборудования при ремонте можно условно разделить на две группы:

пооперационные (промежуточные) испытания, проводимые при ремонте в целях своевременного выявления дефектов ремонта;

окончательные, или приемные, испытания, проводимые после окончания ремонта в соответствии с техническими требованиями.

При промежуточных испытаниях, которые описаны ранее, основное внимание обращают на состояние изоляции обмоток и правильность их соединения.

Программа окончательных испытаний определена техническими требованиями в зависимости от вида оборудования. Для асинхронных электродвигателей она предусматривает:

внешний осмотр, проверку схемы и правильности маркировки выводных концов; измерение воздушного зазора;

измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой;

измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии;

испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между собой; электрической прочности вит-

ковой изоляции; на холостом ходу; в режиме короткого замыкания.

Методы проведения большинства этих испытаний были рассмотрены ранее.

Электрическое сопротивление обмоток постоянному току измеряют при холодном состоянии машины. Значение сопротивления обмоток не должно превышать расчетное более чем на 4 %. Сопротивления обмоток отдельных фаз машин и аппаратов не должны отличаться более чем на 2 %.

Опыт холостого хода асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором проводят при номинальном напряжении и вращающемся роторе. При холостом ходе измеряют силу тока и мощность. Сила тока по фазам не должна отличаться одна от другой более чем на 5 %. За действительное значение силы тока холостого хода принимают среднее значение силы тока по трем фазам. Полученное значение силы тока холостого хода не должно быть больше допустимого значения более чем на 10 %. Увеличенный ток указывает на большой воздушный зазор между статором и ротором или на уменьшенное число витков обмотки статора. При испытании на холостом ходу ваттметром, включенным в цепь статора, измеряют потери в стали статора, обмотках и механические потери на трение в подшипниках.

Испытание коротким замыканием проводят при замкнутом и заторможенном роторе. Определяют силу тока и потери (мощность) короткого замыкания. Опыт короткого замыкания электродвигателей мощностью до 10 кВт допускается проводить при номинальном напряжении. В этом случае определяют и значение пускового тока. Электродвигатели большей мощности испытывают при пониженном напряжении (в 5...7 раз меньше номинального), при котором ток, протекающий по обмоткам, не превышает номинального значения. Ток короткого замыкания нормирован. Допускается его отклонение до 5 %. Повышенные потери короткого замыкания (более 10 %) указывают прежде всего на неисправность обмоток.

5.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Технологическое оборудование — активная часть основных фондов ремонтных предприятий, которая в значительной степени определяет качество ремонта, производительность труда и себестоимость продукции. Металлорежущие станки, в том числе станки токарной группы, — самый распространенный вид данного технологического оборудования. Между тем износ деталей и сборочных единиц станков, обусловленный в основном трением, возникающим при относительном перемещении находящихся под большим давлением поверхностей, приводит к уменьшению их точности и жесткости и снижению качества восстанавливаемых деталей.

5.2.1. СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Точность и жесткость проверяют в объеме, предусмотренном стандартами для каждого типа станков, путем последовательно выполняемых контрольных операций.

При проверке точности определяют геометрическую точность станка и деталей, обрабатываемых на станке (технологическую точность).

Для контроля геометрической точности токарно-винторезных и токарных станков измеряют некоторые параметры (табл. 5.1).

Конкретное значение допустимого отклонения зависит от наибольшего диаметра изделия, обрабатываемого на станке, длины перемещения суппорта и дано в нормативно-технологической документации.

Для оценки геометрической точности изделий, обрабатываемых на станке, проверяют: точность геометрической формы цилиндрической поверхности образца, обрабатываемого на станке, с установлением постоянства диаметра в поперечном сечении; прямолинейность торцевой поверхности образца, обрабатываемого на станке.

Первую проверку проводят на образце-изделии с тремя поясками, расположенными по его концам и в середине, диаметром $D \geq \frac{1}{8} D_n$ (здесь D_n — наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия) и длиной L . Ширина поясков 20 мм.

Рассмотрим длину образца-изделия, мм, для проверки точности геометрической формы.

D_n	100	125	160	200	250	320	400	500	630	800	Свыше 16 000
L	100	100	100	120	120	220	320	320	320	320	500

Отклонение определяют по разности диаметров обработанных поверхностей. Для станков с D_n , равным до 400 мм, допустимое отклонение диаметров поясков в любом поперечном сечении составляет 8 мкм, а в любых двух или более сечениях, расположенных на длине 200 мм, — 20 мкм.

Прямолинейность торцевой поверхности образца проверяют на дисковом образце — изделии диаметром $D_1 = \frac{1}{2} D_n$, но не более 600 мм и длиной $L_1 = \frac{1}{8} D_n$.

Предварительно изготовленный образец закрепляют на станке и обрабатывают торцевую поверхность.

Прямолинейность обработанной поверхности контролируют индикатором часового типа, закрепленным на суппорте, без снятия образца со станка. Допуск непрямолинейности в сторону вогнутости при $D_n = 250...400$ мм на диаметре 200 мм равен 16 мкм. Выпуклость не допускается.

Станок перед началом испытаний выверяют в вертикальной и

5.1. Параметры, проверяемые при контроле геометрической точности (на примере токарно-винторезных и токарных станков класса точности Н)

Последовательность проверки по ГОСТ 18097	Контролируемый параметр	Допустимое отклонение, мкм	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия D_n — длина перемещения суппорта L_n допустимое отклонение δ
1	Прямолинейность продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости, мм, на длине свыше: 630...1000 1000...1650 1650...2500	25 30 40	— — —
2	Прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости, мм, на длине свыше: 630...1000 1000...1650 1650...2500	16 20 25	— — —
3	Одновысотность оси шпинделя передней бабки и оси пиноли задней бабки относительно направляющих станины	30...80	D_n до 500 мм — $\delta = 30$ мкм; $D_n = 1600...2500$ мм — $\delta = 80$ мкм
4	Радиальное биение наружной поверхности шпинделя передней бабки под патрон	8...25	D_n до 250 мм — $\delta = 8$ мкм; $D_n = 1600...2500$ мм — $\delta = 25$ мкм
5	Осевое биение шпинделя	8...25	D_n до 400 мм — $\delta = 8$ мкм; $D_n = 1600...2500$ мм — $\delta = 25$ мкм
6	Торцовое биение опорного буртика шпинделя передней бабки	16...40	D_n до 400 мм — $\delta = 16$ мкм; $D_n = 1600...2500$ мм — $\delta = 40$ мкм
7	Радиальное биение внутренней центрирующей поверхности отверстия шпинделя, проверяемое: у торца шпинделя на длине 300 мм	10 20	D_n свыше 400 до 800 мм

Последовательность проверки по ГОСТ 18097	Контролируемый параметр	Допустимое отклонение, мкм	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия D_n , длина перемещения суппорта l и допустимое отклонение δ
8	Параллельность оси шпинделя траектории продольного перемещения суппорта на длине 300 мм в плоскости: горизонтальной вертикальной	12 20	D_n свыше 400 до 800 мм; $l = 100 \dots 160$ мм
9	Параллельность продольного перемещения салазок суппорта оси шпинделя в вертикальной плоскости	25	
10	Параллельность перемещения пиноли направлению продольного перемещения суппорта в плоскости: горизонтальной вертикальной	8 10	D_n свыше 250 мм до 400 мм; $l = 50$ мм
11	Параллельность оси конического отверстия пиноли траектории перемещения суппорта в плоскости: горизонтальной вертикальной	20 20	D_n свыше 250 мм до 400 мм; $l = 200$ мм
12	Точность кинематической цепи шпиндель — ходовой винт, мм: на длине 50 мм на длине 300 мм	16 40	D_n до 250 мм — $\delta = 16$ мкм; D_n свыше 250 до 800 мм — $\delta = 40$ мкм

горизонтальных плоскостях с помощью клиньев, башмаков и др. В процессе испытаний не допускается регулировка станка.

Жесткость станка характеризует способность его агрегатов сопротивляться изменению их формы и взаиморасположения под действием нагрузки. Последняя приложена к сборочным единицам станка, несущим инструмент и заготовку.

Условия испытаний жесткости станка регламентированы соответствующими стандартами, в которых представлены схемы расположения сборочных единиц и деталей в процессе испытаний, направление, величина нагружающих сил и точки их приложения, направление измерения перемещений, способы создания нагружающих сил и средства их измерения, способы и средства измерения перемещений.

Для станков токарной группы это испытание позволяет определить относительное перемещение под действием плавно прилагаемой нагрузки резцедержателя и оправки, установленной в шпинделе или пиноли.

При проверке суммарной жесткости (относительного перемещения деталей) системы шпиндельный агрегат — резцедержатель в отверстие шпинделя вставляют оправку, а в резцедержатель закрепляют кронштейн 6 (рис. 5.9). Устройство для нагружающей силы включает в себя нагружающее приспособление 1, закрепленное на кронштейне 6, динамометр 3, размещенный на стержне винта нагружающего приспособления, индикатор 4 динамометра, с помощью которого измеряют нагрузку, индикатор 8, регистрирующий значение относительного перемещения деталей под нагрузкой.

Вращая маховичок 7, соединенный через систему тяг и червячный механизм с индикатором 4 и упором 2 динамометра, между шпинделем (оправкой) и резцедержателем под углом 60° к направлению поперечной подачи прикладывают плавно возрастающее до заданного предела усилие, измеряемое индикатором 4. Одновременно с помощью индикатора 8, стержень 5 которого упирается в оправку, в плоскости действия силы измеряют относительное перемещение резцедержателя и оправки в радиальном направлении. За величину перемещений принимают среднюю арифметическую результатов двух измерений.

Проверяют суммарную жесткость системы агрегат задней бабки — резцедержатель аналогично. При этом оправку вставляют в отверстие пиноли.

Величину прикладываемой

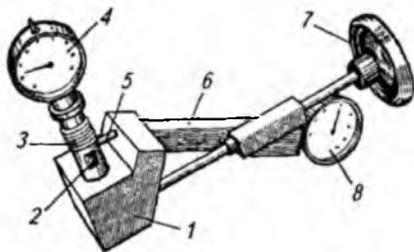


Рис. 5.9. Устройство для нагружающей силы при испытании станков на жесткость:

1 — нагружающее приспособление; 2 — упор; 3 — динамометр; 4 и 8 — индикаторы; 5 — стержень; 6 — кронштейн; 7 — маховичок

силы устанавливаются в зависимости от класса точности станка и наибольшего диаметра обрабатываемой на нем заготовки. Для станков класса точности Н при диаметре $D_n = 400$ мм сила равна 5,6 кН. Допустимое относительное перемещение резцедержателя и оправки, установленной в шпинделе передней бабки, равно 0,20 мм, в пиноли задней бабки — 0,27 мм.

Превышение допустимых отклонений параметров (см. табл. 5.1) и снижение геометрической точности изделий, обрабатываемых на станке, и его жесткости свидетельствуют об износе деталей станка. Установлено, что определяющим считают износ направляющих станины, суппорта, задней бабки и шпиндельного агрегата.

5.2.2. ВИДЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ И ТОКАРНЫХ СТАНКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ СТАНКОВ

Надежность станка — его способность сохранять точность обработки и качество обрабатываемой поверхности в течение заданного периода эксплуатации. Основные дефекты, влияющие на надежность станков:

износ направляющих станины, суппорта, задней бабки (непрямолинейность, непараллельность);

спиральная изогнутость (извернутость) станин;

износ посадочных отверстий корпуса передней бабки под подшипники качения шпинделя;

износ шпинделя, вала фрикциона, зубчатых колес, подшипников, ходовых валов, винтов и др.

При износе направляющих станины нарушается первоначальная траектория движения резца, что приводит к отклонениям формы детали вследствие радиального смещения резца и, следовательно, снижения точности обработки.

Износы направляющих суппорта — каретки, нижней, средней (направляющие типа «ласточкин хвост») и верхней (верхних салазок) частей суппорта в меньшей степени влияют на точность обработки, так как возникающие опускание и смещение суппорта можно компенсировать установкой резца. Установлено, что при износе нижних направляющих кареток они прирабатываются к направляющим станины и форма их направляющих приобретает выпуклые очертания с наибольшим износом в передней части. Отклонение резца от первоначальной траектории будет определяться износом направляющих станины при различных положениях суппорта.

В результате износа направляющих задней бабки (отверстий под пиноль) изменяются высота центра задней бабки и его взаимное положение относительно центра передней бабки.

Основная причина износа — трение, возникающее при перемещении суппорта. При смазывании направляющих значительно уменьшается коэффициент трения. Однако на покрытых маслом поверхностях лучше удерживаются абразивные частицы или мелкая

стружка. На износ направляющих влияют также усилия, возникающие при снятии слоев металла значительной толщины. В связи с этим к основным видам изнашивания направляющих относятся абразивный, усталостный и контактное схватывание.

Предельный износ направляющих токарных станков (для участка с наибольшим износом), мм, определяют по зависимости, предложенной профессором А. С. Прониковым, т. е.

$$I_{\max} = 320 \frac{\Delta}{L},$$

где Δ — предельное отклонение диаметра обрабатываемой детали, обусловленное износом направляющих, мм; L — длина обтачивания, мм.

Анализ зависимости показывает, что предельный износ направляющих может быть различным и зависит от требуемой точности обработки и размеров обрабатываемых поверхностей. При больших допусках на обработку деталей и малой длине обрабатываемой поверхности он может быть значительным. Однако с целью сохранения виброустойчивости суппорта и снижения трудоемкости ремонта не рекомендуется эксплуатировать станок с износом направляющих более 0,2 мм.

Основная причина спиральной изогнутости (извернутости), особенно для высокоточных станков, — неплоскостность поверхностей подошв ножек станины и соединяемых с ними поверхностей тумб, что требует тщательной сборки и установки этих деталей.

Спиральная изогнутость влияет на точность обработки изделий в продольном направлении, особенно при обтачивании деталей большой длины.

При износе посадочных отверстий и посадочных мест под подшипники шпинделя и непосредственно подшипников изменяется высота переднего центра, нарушается взаимное положение центров станка.

Износ зубчатых колес, фрикционов, ходовых валов, винтов и других деталей не влияет на точность обработки, однако повышенный шум, вибрация и другие дефекты требуют их восстановления или замены.

Поскольку способам восстановления валов, зубчатых колес, подшипников и других деталей уделено достаточное внимание в других разделах учебника, остановимся на восстановлении направляющих.

5.2.3. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСА НАПРАВЛЯЮЩИХ

При определении отклонения направляющих от прямолинейности используют следующие основные способы контроля:

механический (с помощью поверочной линейки и щупа);

шаговый (с помощью слесарного уровня, размещаемого вдоль направляющих);

гидростатический (по принципу сообщающихся сосудов);
оптико-механические (коллимационные, автоколлимационные).

Отклонение от параллельности направляющих измеряют индикатором, закрепленным в стойке или приспособлении, которое перемещают по одной из направляющих. Измерительный штифт индикатора подводят к другой направляющей. Кроме этого способа измеряют уровнем, последовательно накладываемым на обе направляющие с определением разности показаний. Непараллельность контролируемых направляющих базовым для большинства токарно-винторезных станков не более 0,06 мм на длине направляющих или 0,02 мм на длине 1000 мм.

Наиболее распространенный способ определения спиральной изогнутости — использование слесарного уровня, располагаемого на каретке (мостике) перпендикулярно к направляющим. При перемещении каретки вдоль направляющих по смещению пузырька основной ампулы уровня с учетом цены деления находят извернутость.

Контроль направляющих, при которых устанавливают отклонения формы и расположения поверхностей на любых стадиях ремонта, служит неотъемлемой частью технологического процесса. При этом применяют различные контрольно-измерительные поверочные приспособления, которые подразделяют на универсальные и специальные.

Универсальные контрольно-измерительные приспособления для контроля прямолинейности и параллельности собирают из от-

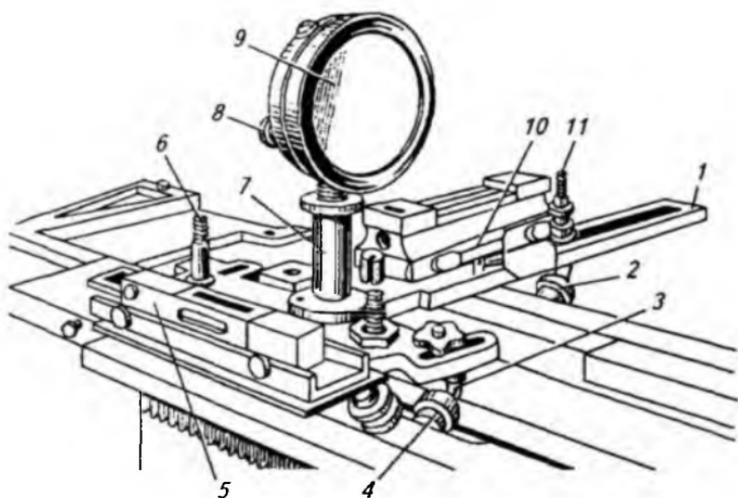


Рис. 5.10. Универсальный мостик для контроля направляющих:

1 — основание; 2 и 4 — подпятники; 3 — опора; 5 и 10 — регулируемые площадки; 6 и 11 — колонки; 7 — стойка; 8 — установочный винт; 9 — зеркало

дельных элементов, входящих в комплект универсально-сборочных контрольно-измерительных приспособлений (УСКИП), в том числе стержней, валиков и их элементов крепления, базовых опор (скольжения или качения), элементов крепления средств измерения и т. д. Для проверки используют также различные специальные приспособления, не требующие переналадки. К наиболее известным относятся следующие универсальные и специальные контрольно-измерительные приспособления.

Универсальный мостик. Устройство состоит из основания *1Т*-образной формы (рис. 5.10) с регулируемыми площадками *5* и *10* и стойки *7* со специальным зеркалом *9*.

Мостик базируется на пяти шаровых опорах с двумя подпятниками *2* и *4*. Его можно устанавливать на направляющих различных размеров с помощью двух колонок *6*, колонки *11* и горизонтальных

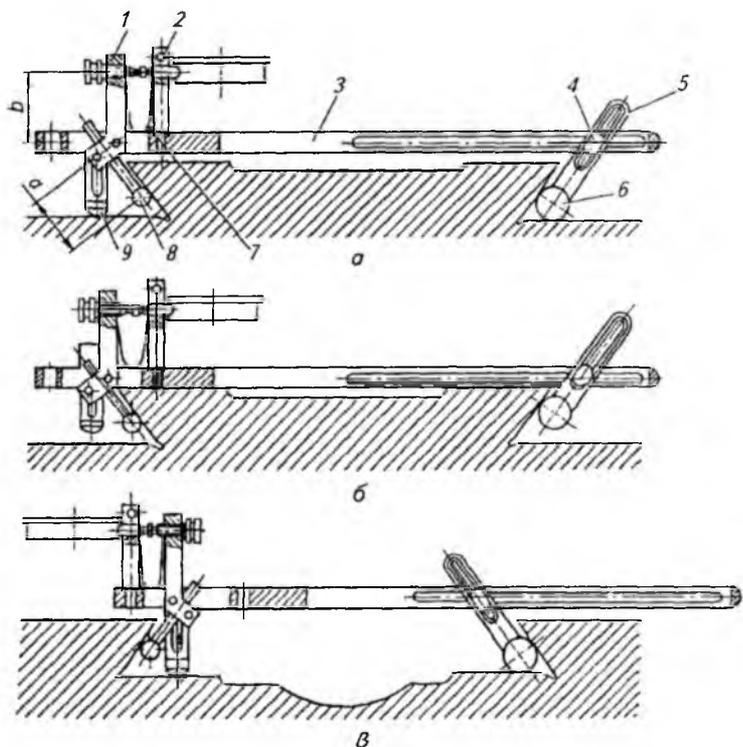


Рис. 5.11. Схемы приспособлений для контроля направляющих формы типа «ласточкин хвост»:

а...в — различные варианты контроля;
1 — рычаг; *2* — стойка; *3* — балка; *4* — болт; *5* и *9* — опоры; *6* — валик; *7* — пружина; *8* — стержень

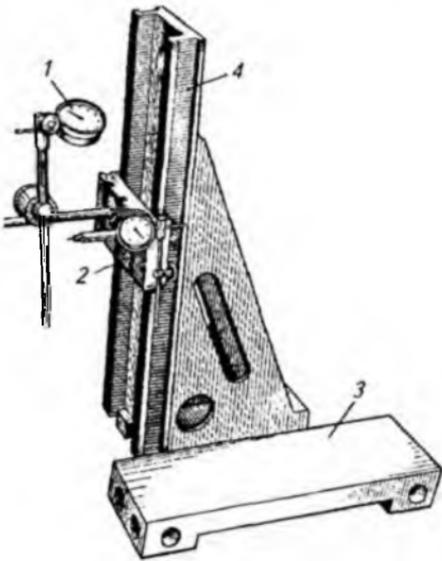


Рис. 5.12. Контрольный угольник с индикаторами:

1 — индикатор; 2 — ползун; 3 — подставка;
4 — основание

пазов, имеющих в основании. Подпятник 2 с колонкой 11 можно перемещать как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

Посредством двух уровней, устанавливаемых на площадках 5 и 10, одновременно контролируют прямолинейность и извернутость направляющих. Стойку 7 с зеркалом 9 и установочным винтом 8 используют при проверке прямолинейности автоколлиматором.

Приспособление для проверки параллельности направляющих. Такое приспособление используют для контроля направляющих типа «ласточкин хвост». Оно состоит из закаленной балки 3 (рис. 5.11) и шарнирно соединенного с ней рычага 1, связанного с измерительным стержнем 8. В верхней части рычага 1 ввернут винт. Он служит упором

для наконечника измерительного стержня индикатора, закрепляемого в стойке. Последняя установлена в отверстии балки 3. Сменную шарнирную опору 5 с контрольным валиком 6 устанавливают под различными углами и на любом участке балки 3 вдоль ее паза с фиксацией болтом 4. Другой конец балки 3 устанавливают на регулируемую опору 9.

На цилиндрической поверхности измерительного стержня 8 имеется шкала. По ней определяют цену деления индикатора, зависящую от разности расстояний a и b (см. рис. 5.11, a). Цена деления индикатора может изменяться от 0,005 до 0,015 мм.

При контроле охватываемых направляющих (см. рис. 5.11, a и b) в зависимости от вида измеряемых поверхностей приспособление может базироваться на валике 6 и опоре 9 или же на нижней поверхности балки 3 и валике 6.

При контроле охватывающих направляющих стойку 2 с индикатором устанавливают в крайнее левое отверстие балки, переустанавливают рычаг 1 так, как показано на рисунке 5.11, b , располагая пружину 7 между рычагом 1 и стойкой 2. Переустановке подлежит сменная опора 5 с валиком 6.

Проверку проводят перемещением приспособления вдоль направляющих. Непараллельность определяют индикатором.

Контрольный угольник с индикаторами. Это устройство служит

для проверки взаимной перпендикулярности направляющих каретки, станины и др. Ползун 2 (рис. 5.12) с помощью двух прижимов регулируют так, чтобы его перемещение по направляющим угольника было легким и плавным. Он имеет Т-образные пазы для крепления державки с индикатором, который может быть установлен под любым углом.

5.2.4. СПОСОБЫ РЕМОНТА НАПРАВЛЯЮЩИХ

Получили наибольшее распространение три способа: механическая обработка резанием; использование компенсаторов износа; применение полимерных материалов.

Механическая обработка резанием. Используют шабрение, шлифование, чистовое строгание и фрезерование. При выборе способа восстановления руководствуются значением износа, а также твердостью направляющих и наличием на ремонтном предприятии оборудования и необходимых приспособлений.

При износе более 0,5 мм применяют строгание или фрезерование на продольно-строгальных или продольно-фрезерных станках в несколько проходов — сначала черновых, затем чистовых.

При износе 0,3...0,5 мм направляющие ремонтируют путем тонкого строгания с последующим шлифованием или шабрением. При износе 0,1...0,3 мм используют шлифование, а при износе менее 0,1 мм — только шабрение.

Шабрение — одна из самых трудоемких операций, но имеет большое преимущество: не требует сложного оборудования. Применяют ручные или механические шаберы. Шабрение контролируют с помощью поверочных линеек на краску (берлинову лазурь, ламповую сажу, синьку с добавлением моторного масла). Достигают высокой геометрической точности направляющих, а также высокой точности контакта соединяемых поверхностей. На площади 25 × 25 мм для станков нормальной точности в зависимости от вида поверхности требуется 10...16 пятен.

Шлифование — наиболее распространенный вид окончательной обработки направляющих, а также единственный способ обработки закаленных направляющих. Направляющие станин шлифуют на специальных шлифовальных, продольно-строгальных или продольно-фрезерных станках, оснащенных специальными приспособлениями. Приспособления разделяют на стационарные и переносные. К стационарным относят не только шлифовальные, но и фрезерные головки, установленные на продольно-строгальных, продольно-фрезерных и других станках, обычно на суппорте. Переносные приспособления служат для шлифования или фрезерования станин металлорежущих станков без снятия их с фундамента при длине обрабатываемых станин более 2,5 м.

Шлифуют чашечным кругом диаметром 100...175 мм со скоростью 30...40 м/с. Наименьший нагрев станины и лучший отвод

стружки возможно при шлифовании торцом круга и наклоне оси шпинделя на $1...3^\circ$. Однако в этом случае качество поверхности снижается. Вот почему шлифование проводят в два прохода: черновое, при наклоне оси шпинделя на $1...3^\circ$; чистовое, при перпендикулярном расположении оси шпинделя относительно обрабатываемой поверхности. В связи с нагревом станины чистовое шлифование ведут при небольшой глубине резания — не более $0,01$ мм.

Шпиндель устанавливают перпендикулярно к обрабатываемой поверхности по узору, образуемому на ней в результате перекрещивания штрихов. Неперекрещивающиеся штрихи получаются, когда круг размещен с наклоном к обрабатываемой поверхности.

Технологический процесс восстановления геометрических параметров направляющих станины под каретку и заднюю бабку шлифованием на специальном продольно-шлифовальном станке включает в себя следующие операции (на примере станины токарно-винторезного станка 16К20).

1. Выверку станины по неизношенным участкам поверхностей 7 и 8 (рис. 5.13) на параллельность продольному ходу стола станка с допуском $0,015$ мм на длине 1000 мм и на перпендикулярность поверхности крепления коробки подач поверхности стола с допуском $0,03$ мм на длине 250 мм. Выверку выполняют с помощью слесарного и рамного уровней, а также клиньев, домкратов или башмаков, устанавливаемых под основанием станины.

2. Закрепление станины и проверку ее установки в соответствии с пунктом 1.

3. Последовательное шлифование (предварительное и окончательное) поверхностей 1, 4, 7, 9, 2, 5, 3 и 6. Шероховатость поверхности по окончании шлифования делают три-четыре прохода без подачи на врезание.

4. Открепление станины и, не снимая со стола станка, контроль геометрических параметров.

При этом проверяют:

непрямолинейность направляющих поверхностей 1, 5 и 6 в вертикальной плоскости на длине 1000 мм. Допускается выпуклость $0,015$ мм. Контролируют с помощью уровня, уложенного на мостике;

изогнутость направляющих поверхностей 1, 5 и 6 на длине 1000 мм. Допустимое отклонение $0,02$ мм (мостик и уровень);

непараллельность поверхностей 7 и 9 относительно по-

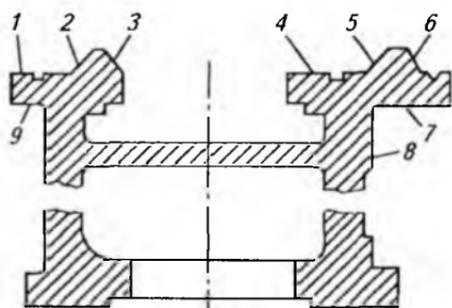


Рис. 5.13. Профиль направляющих станины токарно-винторезного станка 16К20:

1...9 — изнашивающиеся и базовые поверхности

верхностей 1, 5 и 6 на длине 1000 мм. Допустимое отклонение 0,015 мм. Контролируют посредством каретки и индикатора;

непараллельность поверхностей 2, 3 и 4 относительно поверхностей 1, 5 и 6 на длине 1000 мм в вертикальной плоскости. Допустимое отклонение 0,015 мм. Проверяют с помощью призмы (мостика) и индикатора.

Строгание — способ ремонта направляющих при условии, что габариты станины не выходят за размеры стола продольно-строгального станка. Станину устанавливают на столе станка. Рассмотрим основные операции при строгании.

1. Ремонтируемую станину закрепляют в средней части стола хорошо выверенного строгального станка. Проверяют параллельность базовой поверхности (плоскости под рейку) движению стола по всей длине, причем отклонение от параллельности не должно превышать 0,04 мм на длине 1000 мм. Проверяют индикатором, закрепленным в суппорте станка.

2. Выполняют пробное строгание любой из горизонтальных поверхностей, например направляющей 4 (см. рис. 5.13), до устранения износа и затем проверяют ее непрямолинейность, вызванную неточностью хода стола или другими причинами.

3. Деформируют станину в вертикальной плоскости на величину отклонения от прямолинейности, найденную пробным строганием. Требуемый прогиб или выгиб получают подтягиванием болтов прихватов и перемещением клиньев легкими ударами молотка.

4. Обрабатывают поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 до границы их максимального износа. Скорость движения стола 8...10 м/мин и глубина резания 0,03...0,05 мм. Для получения шероховатости $R_a = 1,25...0,63$ мкм обрабатываемую поверхность смачивают керосином. Поверхность обрабатывают за два-три прохода.

Точность обработки контролируют так же, как и при шлифовании.

Использование компенсаторов износа. Поверхности, на которые крепят компенсаторы износа (накладки), предварительно обрабатывают шлифованием, строганием или фрезерованием таким образом, чтобы толщина устанавливаемых накладок была не менее 3 мм.

Компенсаторы износа в зависимости от принятого технологического процесса ремонта изготавливают из текстолита марки ПТ, капрона марки 5, стиракрила ТШ, а также чугуна.

Компенсаторы износа крепят к предварительно подготовленным поверхностям с помощью эпоксидных композиций. После отверждения плотность приклеивания определяют легким простукиванием. Звук должен быть однотонным по всей длине накладки.

После приклеивания на накладках выполняют смазочные канавки и затем шабрят поверхности каретки по направляющим станины.

Применение полимерных материалов. Такие материалы служат для восстановления отверстия корпуса задней бабки. В данном слу-

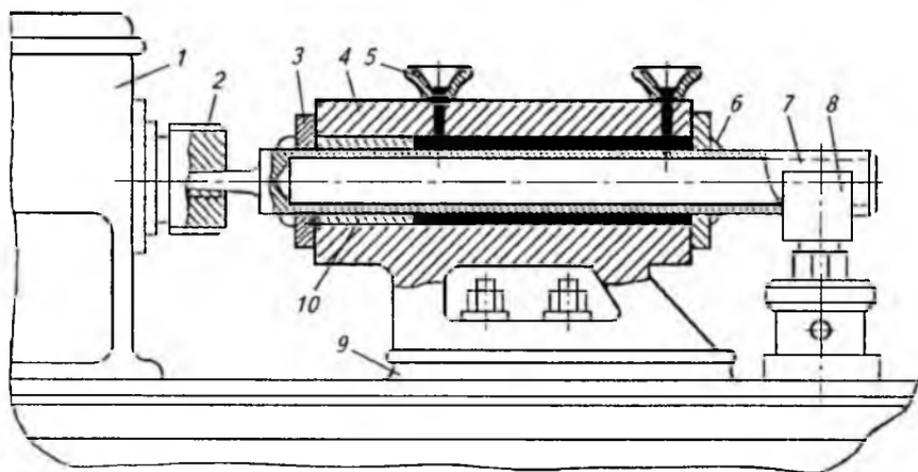


Рис. 5.14. Схема восстановления отверстия под пиноль в корпусе задней бабки:

1 — передняя бабка; 2 — шпindelь; 3 — герметизирующее кольцо; 4 — корпус; 5 — заливочная воронка; 6 — пластилин; 7 — пустотелая оправка; 8 — подставка; 9 — направляющая мостика; 10 — втулка

чае отпадает операция доводки отверстия для пиноли в корпусе задней бабки и создается возможность сохранения старой пиноли.

При восстановлении отверстия корпуса задней бабки используют бутакрил — смесь, состоящую из 100 массовых частей порошкообразного и 75 массовых частей жидкого бутакрила, смешиваемых перед применением.

Предварительно отверстие под пиноль в корпусе задней бабки растачивают на расточном станке до увеличения его диаметра до 2...3 мм на сторону. В шпинделе 2 (рис. 5.14) передней бабки станка, выверенного на параллельность направляющим станины, устанавливают пустотелую оправку 7, наружный диаметр которой на 0,01 мм больше, чем у пиноли. Затем в корпусе задней бабки над отверстием для пиноли сверлят два-три отверстия диаметром 6...8 мм. Пустотелую оправку покрывают равномерным слоем мыла, устанавливают корпус задней бабки, закрепляют его на станине болтами, вводят оправку в отверстие пиноли и герметизируют ее кольцами 3 и пластилином 6. Над просверленными отверстиями устанавливают из пластилина воронки 5.

Заливают бутакрил в одну из воронок до тех пор, пока он не заполнит другие воронки, после чего выдерживают данный состав не менее 2 ч при температуре 18...20 °С. После отверждения бутакрила сдвигают заднюю бабку, зачищают корпус от пластилина и наплывов бутакрила, изготавливают шпоночный паз и собирают заднюю бабку.

5.2.5. ИСПЫТАНИЕ СТАНКОВ ПОСЛЕ РЕМОНТА

В соответствии с ГОСТ 7599 отремонтированные станки испытывают на холостом ходу и под нагрузкой.

Испытание проводят после выверки станка в горизонтальной плоскости по уровню с точностью 0,02 мм на 1000 мм длины.

Испытание на холостом ходу проводят в течение 45 мин и начинают на самых малых частотах вращения шпинделя, а затем при последовательном включении всех его рабочих скоростей от минимальной до максимальной. При максимальной частоте вращения шпинделя станок должен работать не менее 30 мин.

Испытание под нагрузкой выполняют путем обработки деталей при различной частоте вращения шпинделя в соответствии с техническими данными паспорта станка. Испытывают с нагружением станка до максимальной мощности привода, снимая стружку все большего сечения. Допускается кратковременная перегрузка до 25 % сверх номинальной мощности в течение 30 мин.

Все механизмы станка при его испытании под нагрузкой должны работать плавно. Допускается лишь незначительное повышение шума в зубчатых передачах. Возникновение вибраций, приводящих к выкрашиванию режущей кромки инструмента и появлению волнистости на обработанных поверхностях деталей, не допускается. После испытания станка на холостом ходу и под нагрузкой проверяют соответствие нормам точности (см. п. 5.2.1), установленным по действующим стандартам.

При этом геометрическую точность станка контролировать не рекомендуется, так как она не обеспечивается на всех этапах технологического процесса ремонта. Проверяют лишь геометрическую точность изделий, обрабатываемых на станке, — точность геометрической формы образца после его чистовой обработки.

5.2.6. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При работе кузнечно-прессового оборудования, особенно оборудования ударного действия, все его основные составные элементы испытывают значительные нагрузки, что требует постоянного контроля технического состояния. Ремонтная служба предприятия осматривает кузнечно-прессовое оборудование в течение рабочей смены. Обеденный перерыв используют для регулировки зазоров направляющих, подтяжки креплений, проверки средств обеспечения безопасности и др.

Ремонт выполняют на месте установки оборудования. Предварительно проверяют наклон шабота каждого молота, который устраняют при ремонте. Допустимый наклон в продольном направлении не более 3 мм, в поперечном — не более 4 мм на 1000 мм длины.

Допускается наплавка плоскостей шабота с целью обеспечения горизонтальности плоскостей. Наплавленный слой не должен превышать 20 мм.

У шаботов изнашиваются поверхности, соединяющиеся с нижним бойком. Их восстанавливают строганием или шлифованием. Используют переносные приспособления. Плоскостность и прямолинейность обрабатываемых поверхностей проверяют с помощью контрольной линейки на краску или шупом.

Значительному износу подвергаются направляющие ползунов кривошипных прессов. При ремонте восстанавливают их прямолинейность и взаимопараллельность с точностью 0,03 мм.

Ремонт начинают с шабрения наименее изношенных плоскостей, принимаемых в качестве базовых. Затем фрезеруют и шабруют изношенные поверхности. Направляющие считают отремонтированными, когда точность координат ползуна соответствует техническим требованиям на ремонт.

У изношенных станин прессов восстанавливают прямолинейность и перпендикулярность направляющих поверхностей относительно поверхности стола. При ремонте используют шабрение, фрезерование, установку компенсаторов износа из стали, текстолита, латуни и акрилопластов.

В качестве базы принимают поверхность стола, которую предварительно шабруют, добиваясь 6...8 пятен на площади 25 × 25 мм. Затем шабруют направляющие станины по отремонтированным направляющим ползуна или в зависимости от формы поверхностей по плите.

В процессе ремонта периодически проверяют перпендикулярность восстанавливаемых поверхностей базовым контрольным угольником. Отклонение от перпендикулярности до 0,08 мм на длине 500 мм.

Подъемно-транспортное оборудование, предназначенное для механизированного перемещения грузов в пределах цеха, завода, склада, обменного пункта, требует постоянного контроля его технического состояния, так как от него зависит безопасность труда.

К наиболее изношенным относятся детали редукторов и тележек (зубчатые колеса, валы, ходовые колеса), а также отдельные элементы металлических конструкций. Особенность работы этих деталей — большие динамические нагрузки, возникающие в период пуска и торможения соответствующих механизмов подъемно-транспортного оборудования.

Подъемно-транспортные механизмы, особенно краны, ремонтируют с разрешения предприятий Госгортехнадзора. На все виды ремонта трещин, разрывов металлоконструкций разрабатывают и утверждают соответствующую документацию.

Допускается правка погнутых элементов (полок, уголков нижних и верхних поясов ферм, стоек и раскосов), если прогиб не превышает 3 % их свободной длины в холодном состоянии. При боль-

шом изгибе разрешается править с нагревом до температуры 900...1100 °С. Правку надо выполнять при температуре не менее 700 °С.

Сварочные работы при ремонте металлоконструкций выполняют квалифицированные специалисты, прошедшие аттестацию по правилам, утвержденным Госгортехнадзором. Изношенные детали кранов и другого подъемно-транспортного оборудования восстанавливают способами, описанными в соответствующих разделах данного учебника.

Контрольные вопросы и задания. 1. Перечислите методы контроля изоляции электрооборудования. 2. Какие дефекты обмоток наиболее часто встречаются у электрооборудования? 3. Нарисуйте схему технологического процесса ремонта электрооборудования. 4. Перечислите операции окончательных испытаний электрооборудования. 5. Какие параметры оценивают при контроле геометрической точности токарно-винторезных станков? 6. Какие способы контроля применяют при определении отклонения направляющих станка от прямолинейности? 7. Перечислите способы ремонта и восстановления направляющих станка.