

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерно-технологический институт

Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Учебное пособие

**для изучения дисциплин: «Технология ремонта машин»,
«Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники»
для студентов очной и заочной форм обучения,
обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия
профиль Технический сервис в АПК**

УДК 631.173.6 (07)
ББК 40.72
М 69

Михальченков, А. М. Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники: учебное пособие / А. М. Михальченков, А. А. Тюрёва, И. В. Козарез. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2018. – 249 с.

Учебное пособие разработано д.т.н., профессором Михальченковым А.М., к.т.н., доцентом Тюрёвой А.А. и к.т.н., доцентом Козарез И.В. и предназначено для студентов очной и заочной формы обучения высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия профиль Технический сервис в АПК

Рецензент: декан ИТИ, профессор, д.т.н. А.И. Купреенко.

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 5 от 8 февраля 2018 года.

© Брянский ГАУ, 2018
© Михальченков А.М., 2018
© Тюрёва А.А., 2018
© Козарез И.В., 2018

ВВЕДЕНИЕ

В деятельности агропромышленного комплекса Российской Федерации (АПК) принимает прямое или косвенное участие около восьмидесяти отраслей связанных между собой экономическими отношениями по поводу производства, распределения, обмена и потребления с.-х. продукции. В АПК входят отрасли, обеспечивающие производство с.-х. продукции, ее переработку, хранение и реализацию, а также отрасли, обеспечивающими средствами производства для сельского хозяйства и его обслуживании. Конечным результатом деятельности всех отраслей является наиболее полное удовлетворение потребностей населения в продовольствии и непродовольственных товарах, производимых из сельскохозяйственного сырья.

Центральной сферой АПК является сельское хозяйство на долю которого приходится около 70 % валовой продукции, производимой всеми отраслями аграрно-промышленного комплекса.

В процессе эксплуатации технических объектов АПК (тракторов, автомобилей, с.-х. машин, различных видов оборудования), под влиянием внешних нагрузок, внутренних технологических напряжений, коррозионного воздействия изменяется форма, геометрические размеры, механические и химические свойств поверхностных и внутренних слоев деталей. Совокупность таких изменений при достижении определенных границ может привести к возникновению повреждений и отказов, следствием которых является нарушение исправного и работоспособного состояния технического объекта.

Важным условием поддержания с.-х. техники и оборудования в работоспособном состоянии является современное и качественное проведение его ремонта. Для поддержания в работоспособности существует комплекс организационных и технических мероприятий по обслуживанию и ремонту, называемая планово-предупредительной системой ТО и ремонта.

В процессе эксплуатации в результате трения и изнашивания, механических и химико-термических воздействий, детали технических объектов АПК и их поверхности утрачивают свои первоначальные свойства, что выражается в

нарушении работоспособного состояния в следствии возникновения дефектов.

Изнашивание проявляется в нарушении линейных размеров (износе) и геометрической формы внутренней и наружной цилиндрической, конической, сферической, плоской, профильной, фасонной поверхностей; шлицев, пазов, канавок, лысок, резьбы, зубьев колес. При механическом воздействии могут возникнуть нарушения целостности (трещины, пробоины, обломы), риски, задиры, выкрашивание, а также нарушение формы (скручивание изгибы). Химико-тепловых повреждений приводят к короблению и коррозии.

Для реализации возобновления этих свойств и характеристик разработано и применяется достаточно большое количество способов восстановления, обзор которых представлен ниже

Изучение дисциплины «Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники» направлено на реализации следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-5: способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали; ПК-9: способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Восстановление детали – комплекс технологических операций по устранению дефектов детали, обеспечивающих возобновление её работоспособности, геометрических параметров или внутреннего строения и свойств материала в соответствии с нормами, установленными нормативно-технической документацией.

Газовая сварка – сварка плавлением с помощью пламени, образованного при сжигании смеси горючего газа с кислородом в сварочной горелке.

Газотермическое напыление – процесс получения покрытия с применением высокотемпературной газовой струи, используемой для напыления частиц расплавленного металла на восстанавливаемую поверхность, соединение с которой происходит путем металлургического взаимодействия и механического сцепления (ГОСТ 28076-89).

Деталь – элементарная составная часть изделия, изготовленная без применения сборочных операций.

Дефектная деталь – деталь, показатели качества которой имеют недопустимые отклонения от требований нормативно-технической документации.

Деталь, подлежащая восстановлению – дефектная деталь, устранение дефектов которой технически возможно и экономически целесообразно.

Дефект детали – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Капитальный ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Коэффициент восстановления детали – отношение числа деталей, подлежащих восстановлению, к общему числу продефектованных деталей.

Коэффициент повторяемости дефекта – отношение числа деталей с наличием дефекта определенного вида к общему числу продефектованных деталей.

Механическая обработка – обработка резанием и (или) давлением (ГОСТ 14.004 - 88).

Наплавка – нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия (ГОСТ 2601 - 88).

Неисправное состояние – состояние машины, при котором она не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Неработоспособное состояние – состояние машины, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации

Работоспособное состояние – состояние машины, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности и ресурса машины и ее составных частей.

Сварка – процесс получения неразъемного соединения деталей из металлов, керамики и других материалов или их сочетания путем установления межатомных связей при их местном нагреве, пластическом деформировании или того и другого.

Способ восстановления детали – совокупность операций, характеризующих технологический процесс (наплавка, напыление, механическая обработка и т.д.).

Текущий ремонт – комплекс операций, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособного состояния путем замены и (или) восстановления отдельных частей.

Технические требования на ремонт (на капитальный ремонт) изделия – нормативно-технический документ, устанавливающий требования к технологии разборки, очистки, дефектации, сборки, регулирования, обкатки и испытания, а также требования, показатели и нормы, которым должно удовлетворять отремонтированное изделие.

Технологическая документация – совокупность технологических документов, которые определяют технологический процесс.

Технологический процесс – часть производственного процесса ремонта, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния технического объекта. Технологические процессы подразделяют на:

- единичные, служащие для восстановления группы изделий одного наименования, типоразмера и исполнения;
- групповые, применяемые при восстановлении группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.
- типовые, предназначенные для восстановления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками;

Процесс восстановления включает операции: очистки, определения технического состояния (дефектации), принятия решения по технологии восстановления, создания ремонтных заготовок с припуском на восстанавливаемых поверхностях, термической (химико-термической) и механической обработки, поверхностного или объемного пластического деформирования, нанесения защитных покрытий, контроля, консервации. Основное содержание процесса восстановления детали заключается в создании на поверхности припуска (слоя металла), термической и механической обработки.

Технический сервис – комплекс услуг по обеспечению потребителей техническими средствами, эффективному использованию и поддержанию их в работоспособном состоянии в течении всего периода эксплуатации.

Типовая поверхность – поверхность, характеризующаяся единством условий работы и изнашивания в соединении для группы поверхностей с общими конструктивными признаками.

Удельный вес восстановления деталей в общем потреблении запасных частей – отношение стоимости восстановленных деталей к общей стоимости запасных частей (новых и восстановленных), используемых при ремонте.

Электролитическое наращивание – процесс осаждения металла из раствора (электролита) под действием электрического тока.

1 КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ

К корпусным деталям относят блок и головку блока цилиндров, корпус масляного и водяного насосов, картер сцепления, корпус КПП, корпусные детали трансмиссии (мостов, рулевого управления), корпуса с.-х. машин и т.д. Эти детали являются базовыми, так как их основное назначения – крепление в заданном положении деталей и сборочных единиц. Корпусные детали – металлоемкие, сложные по конфигурации и дорогостоящи изделия, изготавливаемые литьем из чугуна или алюминиевых сплавов. Их состояние во многом определяет безотказность и долговечность отремонтированных агрегатов. Такие детали выбраковывают, как правило, в исключительных случаях, а на протяжении всего срока службы, по мере необходимости, подвергают ремонтным воздействиям. Общим конструктивным признаком для большинства корпусных деталей является наличие плоских (базовых) поверхностей и отверстий под подшипники, которые обрабатываются с большой точностью.

В процессе эксплуатации корпусные детали подвергаются химическому, тепловому и коррозионному воздействиям, механическим, контактными и динамическим нагрузкам, вибрации, влиянию абразивной среды и могут иметь следующие дефекты: *износ посадочных отверстий; нарушение целостности (трещины, обломы, пробоины); повреждение резьбовых отверстий, коробление или деформация установочных, привалочных и стыковых плоскостей.*

1.1 Восстановление посадочных отверстий

Износ посадочных отверстий корпусных деталей (под подшипники качения, стаканы подшипников, втулки) составляет от сотых долей миллиметра до 1 мм и имеет коэффициент повторяемости около 0,8.

В зависимости от материала и конструкции детали, значения и характера износа поверхности посадочных отверстий, существующие способы их восстановления можно разделить на две группы: без нанесения покрытий и с нанесением дополнительного слоя.

К способам, не предусматривающим нанесение дополнительного слоя, то есть применение присадочного материала относят:

- слесарно-механические: обработка под ремонтный или индивидуальный размер; постановка дополнительной ремонтной детали (ДРД);
- пластическое деформирование.

Если износ компенсируется нанесением покрытия, выделяют:

- наплавочные способы;
- электроконтактную приварку ленты (напекание порошков);
- применение полимерных материалов;
- гальванические покрытия;
- газотермическое напыление.

Слесарно-механические способы восстановления являются одними из основных, ввиду их доступности и простоты. Однако они не возобновляют первоначальный ресурс соединения.

Метод ремонтных размеров основан на комплектовании соединений из деталей, отличающихся размерами соединяемых поверхностей от первоначального, но обеспечивающих первоначальную посадку. Обработку под ремонтный размер применяют при ослаблении посадки в корпусе различных втулок, штифтов. Среди недостатков способа следует отметить увеличение номенклатуры запасных деталей и усложнение организационных процессов.

При обработке *под индивидуальный размер* основную деталь обрабатывают до выведения следов износа и получения правильной геометрической формы. Сопрягаемую деталь (втулку) изготавливают заново и при обработке подгоняют к размеру первой детали до получения необходимой посадки. Способ не получил широкого распространения в ремонтном производстве, так как не обеспечивает взаимозаменяемости деталей и применяется в условиях единичного ремонта.

Одним из наиболее часто применяемым методом ремонта посадочных отверстий является *постановка дополнительной ремонтной детали*, по своей сути представляющий собой разновидность метода ремонтных размеров. Поста-

новка дополнительной ремонтной детали (ДРД) может быть реализована по различным технологическим процессам:

- запрессовкой втулок с последующей механической обработкой до номинального размера;
- вклеиванием втулок, имеющих внутренне отверстие предварительно обработанное под номинальный размер;
- постановкой тонкостенных свертных втулок с последующим раскатыванием до номинального размера.

При первом способе отверстие, в зависимости от конфигурации и габарита детали растачивают на горизонтально-расточном, вертикально-расточном или токарно-винторезном станке на глубину 3...6 мм, запрессовывают заранее изготовленное кольцо (втулку) и вновь растачивают под номинальный размер. Кольцо дополнительно стопорят винтами, сваркой, с помощью эпоксидного состава или другого клея.

Во втором случае для обеспечения необходимой точности восстановления отверстия отверстие растачивают на любом станке без строгого соблюдения требований точности. Изготавливают стальное кольцо, наружный диаметр которого несколько меньше диаметра расточенного отверстия, а внутренний обработан под номинальный размер с соблюдением требований точности и шероховатости. Поверхность отверстия и кольца обезжиривают, и вклеивают его в корпус по специальному кондуктору, обеспечивая тем самым правильное пространственное положение восстановленного отверстия.

При постановке тонкостенных свертных втулок посадочное отверстие растачивают с шероховатостью $R_z = 20 \dots 10$ мкм, снимают фаску $0,5 \times 45^\circ$, обезжиривают ацетоном и наносят 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...0,05 мм. Свертную втулку изготавливают из стальной ленты или листа (сталь 30...45)

толщиной 0,8...1,7 мм путем гибки в трехвалковом гибочном приспособлении.

Длина заготовки ленты для изготовления втулки, мм

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

где D – диаметр расточенного отверстия, мм; λ – номинальная толщина ленты, мм; δ – допуск на толщину ленты (для ленты толщиной 0,70...0,95 $\delta = 0,07$ мм; толщиной 0,95...1,3 – 0,09 мм; толщиной 1,30...1,70 мм – 0,11 мм); ΔL – допуск на длину заготовки (для диаметров 30...180 мм $\Delta L = 0,10...0,15$ мм)

Ширину ленты принимают меньше ширины посадочного отверстия на 0,5...1,0 мм, так как при раскатке длина втулки увеличивается.

Диаметр отверстия для установки втулки без последующего растачивания

$$D = D_1 + 2\lambda - \varepsilon,$$

где D_1 – номинальный диаметр восстанавливаемого отверстия, мм; ε – гарантированный натяг, $\varepsilon = 0,3$ мм.

Свертные втулки можно устанавливать в отверстие и без применения клея. В этом случае на поверхности отверстия после расточки с шероховатостью $R_a = 2,50...1,25$ мкм нарезают винтовую канавку треугольного профиля (70...80°) глубиной 0,35...0,45 мм с шагом 3...5 мм. Необходимая прочность заделки обеспечивается последующем раскатывании жестким раскатником, в результате чего металл втулки затекает в винтовую канавку. При повторном ремонте изношенную свертную втулку заменяют новой.

К преимуществам способа следует отнести: высокую производительность; применение дешевых и доступных материалов; возможность многократного восстановления.

Однако, несмотря на кажущуюся простоту, способ отличается сложностью технологического процесса, возможностью нарушения параллельности осей и межосевых расстояний отверстий, снижением прочности корпусных деталей в результате механической обработки и применения больших натягов при запрессовке втулок, нерациональным расходом металла, высокой себестоимостью восстановления. При постановке толстостенных втулок ослабляется сече-

ние стенок, перемычек; требуется большой расход материала и объема механической обработки; необходимо применять дорогие станки для обеспечения необходимой точности обработанного отверстия и его координации по отношению к базовым поверхностям. Использование дуговой сварки при закреплении втулок в небольших по геометрическим размерам и массе корпусах недопустимо в связи с возникновением внутренних напряжений и возможным последующим короблением. Для ряда деталей применение этого способа невозможно из-за малой толщины стенок корпуса. В случае использования свертных втулок требуются специальные раскатники.

Износ посадочных отверстий для ряда корпусных деталей можно устранить *пластическим деформированием* (обжатие, накатка). Реализация метода основана на пластическом деформировании материалов, т.е. способности металлов менять свою форму и размеры без разрушения. Особенность метода – перемещение металла с нерабочих поверхностей детали на изношенные, без изменения объема.

Обжатие применяется для уменьшения внутренних размеров полых деталей за счет уменьшения наружных, в основном, для деталей имеющих небольшие габаритные размеры (корпуса насосов гидросистем). Деформирование производят в нагретом состоянии ($500...510^{\circ}\text{C}$) в специальных штампах с последующей термической обработкой (закалка с низким отпуском).

Накаткой рекомендуется восстанавливать посадочные отверстия у деталей не испытывающие больших удельных нагрузок. Уменьшение диаметра при обработке поверхности рифленным цилиндрическим роликом составляет на $0,3...0,4$ мм за счет образования «гребешков» трапецеидальной формы при высоте их подъема на сторону не более $0,2$ мм и уменьшении опорной поверхности на 50% . Скорость накатки $10...15$ м/мин; продольная подача $0,4...0,6$ мм/об.

Эти способы имеют невысокую трудоемкость; низкую стоимость восстановления; хорошее качество ремонта без применения дополнительных материалов. Однако при их применении возможно: изменение структуры и механических свойств детали при нагреве; нарушение целостности.

Наплавочные способы при восстановлении посадочных отверстий в корпусных деталях применяют редко, так как они изготовлены из трудносвариваемых материалов (чугун, алюминий). Кроме того, в результате термического воздействия возникают остаточные внутренние напряжения, приводящие к возникновению трещин и короблению при последующей эксплуатации.

В ряде случаев применяют *дуговую наплавку*, которая осуществляется чугунными электродами. Этот способ восстановления используют ограниченно ввиду присущих ему существенных недостатков: наплавленный металл имеет высокую твердость, исключаящую возможность обработки резцом; в зоне термического влияния образуются трещины.

Меньшим термическим влиянием и возможностью нанесения покрытий небольших толщин отличается способ *микронаплавки*. При этом способе медный электрод, выполненный в виде дисковой щетки или ролика, обкатывается по внутренней поверхности отверстия, причем перенос металла на поверхность последнего обуславливается плавлением металла электрода и налипанием его на размягченную поверхность детали.

Способ *пайко-сварки* при газовой наплавке ацетиленкислородным пламенем посадочных мест чугунным или латунным припоем (с предварительным нагревом деталей до 570...630° С или до 820...950° С соответственно) обеспечивает получение наплавленного слоя металла со свойствами, близкими к физико-механическим свойствам основного металла и не создает дополнительных внутренних напряжений. Однако, способ обладает низкой производительностью, нетехнологичностью, длительностью цикла восстановления и необходимостью проведения последующего отпуска.

Более современным способом, позволяющим механизировать процесс наплавки, является наращивание металла на изношенные поверхности посадочных мест *газопорошковой наплавкой* (твердой напайкой) с использованием латунного порошка в качестве присадочного материала.

Наплавленные слои, полученные вышеперечисленными способами, плохо обрабатываются ввиду их высокой твердости. Латунированное или медненное

покрытия, обладая хорошей обрабатываемостью, не обеспечивают необходимую послеремонтную долговечность восстановленного соединения. Наплавленный слой значительно превышает необходимую толщину для компенсации износа и припуска на последующую обработку, что увеличивает затраты на материалы и механическую обработку наплавленного слоя.

Значительно снизить термическое воздействие на деталь можно при восстановлении посадочных мест *электроконтактной приваркой* (ЭКП) стальной ленты с последующей механической обработкой до номинального размера. Способ рекомендуется применять при износах не более 0,5 мм. Покрытие образуется при совместном деформировании дополнительного материала (ленты) и поверхности основы, нагреваемых электрическим током до пластического состояния.

При электроконтактной приварке стальной ленты к чугунным деталям в результате насыщения ленты углеродом чугуна наблюдается неравномерность твердости поверхности: 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.

Толщину привариваемой ленты в зависимости от износа принимают 0,4...0,8 мм. Поверхность восстановленного отверстия имеет твердость, близкую основному металлу, и выше в зависимости от материала ленты. При восстановлении отверстий диаметром до 80 мм, целесообразно вместо ленты использовать порошки различного состава (процесс напекания), позволяющих получить высокую износостойкость поверхностных слоев детали.

К недостаткам способа следует отнести низкую стойкость электродов и трудоемкость процесса, а также невозможность применения обычного режущего инструмента.

Весьма перспективным направлением при ремонте посадочных отверстий корпусных деталей является применение *полимерных материалов*: эпоксидных композиций, эластомеров и анаэробных герметиков.

Посадочные места подшипников качения при их износе до 0,2 мм вос-

становливают с помощью эпоксидных композиций восстанавливают в следующей последовательности. После подготовки поверхности (зачистки до металлического блеска, двух кратного обезжиривания и просушки) на нее наносят эпоксидный состав А, Г, Д на основе эпоксидной смолы ЭД-16 и выдерживают 2 часа на воздухе для увеличения вязкости. Протягивая через отверстие калибрующую стальную оправку, формируют нанесенный слой под номинальный размер. Затем проводят отверждение по ступенчатому режиму (2 часа при температуре 60° С; 1 час – 100° С; 1 час – 150° С). Зачищают от наплывов и контролируют размеры.

В случае разъемного отверстия, после подготовки поверхностей на них наносят эпоксидный состав, и укладывают калибрующую скалку, используя в качестве прокладки между ней и составом фольгу. Затягивают крышки и удаляют подтекания. После отверждения на воздухе или в термошкафу, снимают крышки, зачищают оставшиеся наплывы и контролируют размеры.

При восстановлении посадочных отверстий эпоксидными композициями сокращается трудоемкость ремонта, не требуется сложное и дорогое технологическое оборудование, а также квалифицированные кадры. Однако, применение их сопряжено с определенными технологическими трудностями. Композиции обладают недостаточной жизнеспособностью: после приготовления их необходимо использовать в течении 20...25 мин. Для ускорения процесса полимеризации требуется применение нагревательного оборудования. Кроме того эпоксидные композиции имеют малую эластичность, что снижает долговечность восстановленных посадочных отверстий.

Используя полимерные материалы в высокоэластичном состоянии (*эластомеры*), ГЭН-150(В) и герметик 6Ф. первый рекомендуется применять при восстановлении неподвижных соединений с зазором менее 0.16 мм, второй – до 0,20 мм. Эластомеры наносятся на подготовленную поверхность различными способами: кистью, окунанием, обливом, центробежным. Полимеризацию проводят при температуре 115° С в течении 3-х часов. Полученная пленка полимера обладает масло-, водо-, бензиностойкостью, выдерживает температуры до

200° С. К основным недостаткам применения эластомеров можно отнести нарушение взаимозаменяемости деталей соединения, а также сложность центрирования подшипника в корпусной детали.

Для восстановления неподвижных соединений рекомендуется использовать *анаэробные герметики* («Анатермы»: АН-6, АН-6В, АН-103, АН-104; «Унигермы»: УГ-6, УГ-8, УГ-9; «Loctite-600», «Loctite-603», «Loctite-625»). Для этих соединений характерна высокая скорость превращения при отсутствии доступа кислорода воздуха (8...9 часов при комнатной температуре).

Интервал рабочих температур анаэробных герметиков от –60 до +150° С. Эти материалы обладают хорошей адгезией к металлам, стойкостью к воздействию масел, кислот и других химических веществ. Они имеют высокую проникающую способность, хорошо заполняют зазоры в соединениях, микронеровности поверхностей деталей. Анаэробные герметики обеспечивают отсутствие микроскопических зазоров и увеличивают площадь контакта соединяемых деталей, уменьшая при этом удельные нагрузки. Их применение исключает необходимость доводочных методов чистовой обработки. Однако, в ряде случаев выпускаемые анаэробные герметики по своим свойствам (низкой прочности, теплостойкости, значительной деформационной способности и т.д.) не удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Для восстановления посадочных отверстий, при их износе до 0,3...0,4 мм на диаметр, применяют *электролитическое (гальваническое)* наращивание: железнение, хромирование, цинкование. Отсутствие термического воздействия на деталь, возможность минимизировать или вообще исключить последующую механическую обработку делают эти способы достаточно перспективными. Однако при восстановлении корпусных деталей площадь наращиваемых поверхностей мала по сравнению со всей площадью. Поэтому их восстанавливают безванными способами (проточным, струйным, электроконтактным), что требует дополнительных затрат на изготовление (приобретение) соответствующего оборудования. Кроме того, гальваническое наращивание, как правило, трудоемкий, малопроизводительный, энергоемкий и неэкологичный процесс.

Железнение характеризуется хорошим выходом металла по току (85...95 %), производительностью и достаточно высокой износостойкостью полученного слоя, не уступающей по износостойкости закаленным сталям.

Покрyтия, получаеmые *хромированием* обладают более высокими показателями: стойки к воздействию химических реагентов, обеспечивают деталям высокую износостойкость. Однако, так как процесс получения покрyтий энергоемок, малопроизводителен и дорогостоящ, то рекомендуется использовать данный способ только при восстановлении ответственных малоизношенных деталей.

Цинковые покрyтия используются для восстановления посадочных отверстий малонагруженных деталей. Получаемые слои мягкие и пластичные, что позволяет запрессовать подшипник даже при несоблюдении заданного диаметра отверстия.

Газотермическое напыление (дуговое, газовое, плазменное) также не оказывает существенного термического воздействия на деталь при восстановлении. Наилучшими свойствами обладают покрyтия, получаеmые *плазменным* напылением из-за возможности нанесения покрyтий из практически любых материалов (от полимеров до тугоплавких металлов и карбидов), обладающие достаточно высокими свойствами. Вместе с тем технологический процесс нанесения покрyтий газотермическим напылением на внутренние поверхности достаточно сложен из-за операций связанных, в частности, с подготовкой поверхности к напылению (очистка, создание определенной шероховатости, нанесения подслоя). Сами же покрyтия имеют ряд недостатков: невысокую прочность сцепления покрyтия с металлом подложки, неоднородность структуры металлизационного слоя (пористость), большая потеря металла при распылении.

В последние десятилетия, для устранения этого дефекта разработаны способы, которые можно отнести к прогрессивным: электроискровое наращивание и упрочнение легированием (ЭИУЛ); электроискровое наращивание с применением полимерных материалов; микродуговое оксидирование; поверхностное пластическое деформирование (ППД)

При *электроискровом способе наращивания и упрочнении легированием* (ЭИУЛ) используется явление электрической эрозии и переноса металла инструмента (анода) на деталь (катод) при прохождении электрических разрядов в газовой среде. В качестве электродного материала могут быть использованы любые токопроводящие материалы: твердые сплавы, легированные конструкционные стали с особыми свойствами, цветные металлы и их сплавы. Способ позволяет компенсировать износ до 0,2 мм, повышая при этом износостойкость покрытия, не требует применения дорогостоящего оборудования (гальванического, наплавочного). К основным недостаткам следует отнести низкую производительность (до 4 см² в мин) и ограниченную толщину наращивания.

Предложен комбинированный метод, сочетающий *электроискровое наращивание с применением полимерных материалов*. На поверхность отверстия, которое предварительно растачивают до диаметра, превышающего номинальный на 0,1...0,2 мм, наносят покрытие электроискровым методом с применением медного электрода. После чего наносят полимерную композицию при следующем соотношении ее компонентов, мас. ч.: анаэробный герметик «Анатерм» АН-6В – 99...101, бронзовый порошок – 2...3, тальк – 20...30. Затем формируют отверстие оправкой, установленной на опоры, привязанные к заводским технологическим базам. По сравнению с известными решениями предлагаемый способ позволяет снизить величину деформации полимерной прослойки в среднем в 1,5 раза, обеспечить равномерность полимерного покрытия, а соответственно, размерную и геометрическую точность восстановленных посадочных отверстий. В то же время способ отличается достаточной технологической сложностью.

При *микродуговом оксидировании* происходит окисление поверхностного слоя деталей из алюминиевых сплавов в сочетании с электроразрядными явлениями на границе анод-электролит, благодаря чему на поверхности образуется прочный и твердый керамический слой оксида алюминия толщиной 0,05...0,3 мм. Покрытие представляет собой композиционный материал с участками высокотвердой фазы в матрице менее твердых составляющих. В результате достигается повышение долговечности не менее чем в 6 раз по сравнению с извест-

ными применяемыми материалами и диффузионными покрытиями за счет использования нового класса материалов и реализации режима избирательного переноса в паре как с одноименным материалом, так и другими.

Методом, позволяющим повысить долговечность детали, служит *поверхностное пластическое деформирование* (ППД). При поверхностном пластическом деформировании (раскатка отверстий шариками и роликами; алмазное выглаживание) деформирующий инструмент, воздействуя на металл, пластически деформирует микронеровности поверхности, сглаживая выступы и заполняя впадины. Исходная высота микронеровностей уменьшается, образуя поверхность с новым профилем и высотой неровностей. Исходный диаметр детали уменьшается. В результате обработки ППД достигается: повышение твердости поверхностных слоев детали в результате создания в них благоприятных сжимающих напряжений и как следствие увеличение износостойкости в 1,5...2 раза. Способ имеет ограниченное применение при восстановлении, в силу того, что не позволяет устранить износ, а лишь изменяет механические свойства поверхности в лучшую сторону, тем самым, позволяя увеличить ее долговечность (рекомендуется применять после постановки ДРД, металлизации).

1.2 Устранение нарушения целостности (трещины, обломы, пробоины)

Нарушение целостности (трещины, обломы, пробоины) встречаются примерно у 25 % корпусных деталей.

Для заделки *трещин* применяют следующие способы:

- слесарно-механические: постановка фигурных вставок; штифтование; постановка накладок;
- сварочные;
- пайко-сварка;
- полимерными материалами;
- клеесварной.

При ремонте *фигурными вставками* трещина стягивается в результате запрессовки вставки в паз за счет разности шага (0,2 мм) между отверстиями паза

и цилиндрами вставки (рисунок 1). Заделывают трещины с помощью уплотняющих и стягивающих фигурных вставок. Первые применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей. Стягивающие вставки используют для стягивания боковых кромок трещин длиной до 50 мм. Серийно выпускают комплекты ОР-11362-ГОСНИТИ, которые содержат фигурные вставки, технологическую оснастку и режущий инструмент.

Данный способ отличается низкой трудоемкостью, простотой и доступностью в условиях любого ремонтного предприятия и мастерской хозяйства. Основными достоинствами способа является создание прочного соединения.

При заделке трещин *штифтованием* (рисунок 2) концы трещины засверливают сверлом диаметром 4...5 мм. Вдоль трещины тем же сверлом сверлят отверстия на расстоянии 6...7 мм друг от друга и нарезают в них резьбу. В отверстия ввинчивают штифты из мягкой стали или меди, так чтобы они выступали над

поверхностью на 1...2 мм, после этого сверлят отверстия между штифтами, так чтобы они перекрывали ввинченные штифты не менее чем на $\frac{1}{4}$ диаметра. В отверстия нарезают резьбу и ввинчивают штифты. Концы выступающих штифтов расчеканивают и опиливают. Способ достаточно трудоемок, и, несмотря на

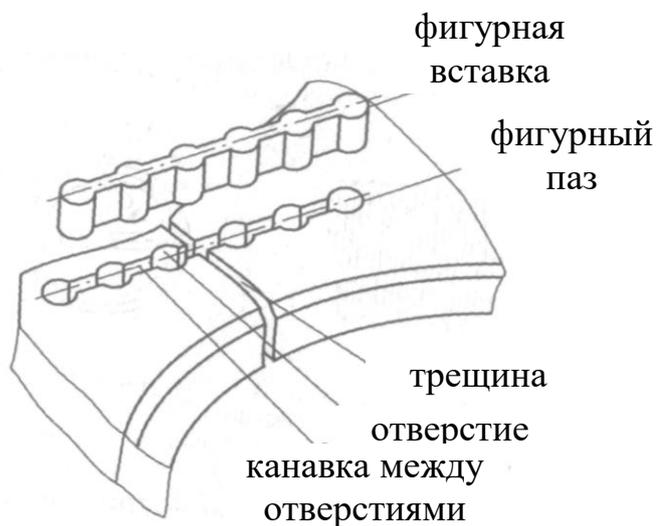


Рисунок 1 – Устранение трещины фигурными вставками

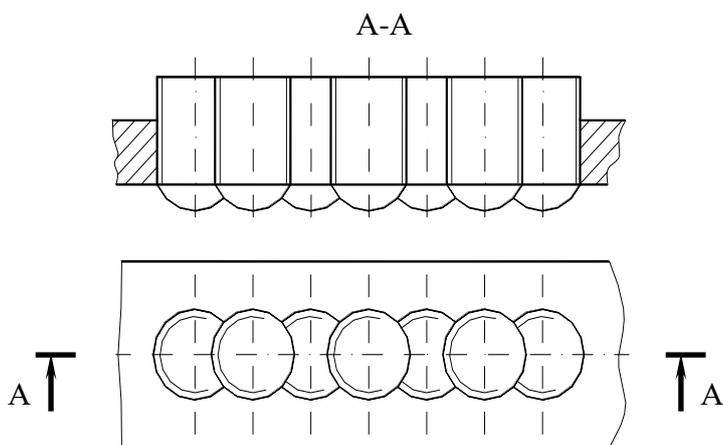


Рисунок 2 – Заделка трещин штифтованием

кажущуюся простоту, требует достаточно высокой квалификации слесаря. Рекомендуется применять при заделке трещин длиной до 50 мм.

При ремонте с помощью *накладок* концы трещины засверливают. Из стали 20 вырезают накладку, а из листового свинца или картона – прокладку, размеры которых не менее чем на 15 мм перекрывают размеры трещины. На расстоянии 10 мм от края и 10...15 мм друг от друга в них сверлят отверстия под винты М5 или М6 с потайной головкой. В корпусе сверлят аналогичные отверстия и нарезают в них резьбу. Накладку и прокладку смазывают клеем и прикрепляют винтами к корпусу. Края расчеканивают и опиляют.

Данный способ отличается значительной трудоемкостью и сложностью. Не всегда удается достаточно точно подогнать накладку в связи с имеющимися на поверхности детали неровностями и изменениях толщин стенок. Так как прочность соединения невелика, способ пригоден лишь для восстановления герметичности.

Наиболее часто при заделке трещин применяют *сварочные способы*. Однако чугун, используемый при изготовлении корпусных деталей, относится к трудносвариваемым материалам. Разработано множество технологических приемов, позволяющих снизить отбел чугуна, образование трещин после заварки, снизить твердость наплавленного металла.

При электродуговой *горячей сварке* (с предварительным подогревом до температуры 600...650° С) заварку трещин проводят в специальных термосах чугунными прутками марки А того же химического состава, что и детали. К моменту окончания сварки температура деталей не должна быть ниже 400° С. В данном случае при медленном охлаждении после сварки не происходит отбеливания чугуна и образования закалочных структур.

Высокая трудоемкость, большие энергозатраты и тяжелые условия работы сварщика, требующие соответствующих практических навыков, ограничивают применение этого способа.

Наибольшее распространение получила *холодная сварка* без предварительного подогрева детали. В данном случае качественного устранения дефекта

добиваются, используя особые технологические приемы (метод отжигающих валиков; заварка поперек трещины; сварка косвенной дугой, пайко-сварка), либо применяя специальный электродный материал.

Для избежания образования трещин при сварке стальными электродами в середине прошлого века Л.И. Витливым был предложен способ сварки стальными электродами УОНИ-13/45 или ОММ-5 *методом отжигающих валиков*, позволяющий снизить твердость наплавленного металла и получить шов, поддающийся обработке.

Трещину предварительно разделяют. Наносят короткими участками (15...25 мм) вразброс вначале на одну кромку разделанной трещины подготовительные и отжигающие валики, а затем на другую, не соединяя их (рисунок 3).

Валики наплавливают высотой 4...5 мм снизу, покрывая предыдущий на 60...70 %. После того как они будут наложены по всей длине трещины, деталь охлаждают до температуры 70...80 °С, а затем заваривают также вразброс промежутки между ними соединительными валиками.

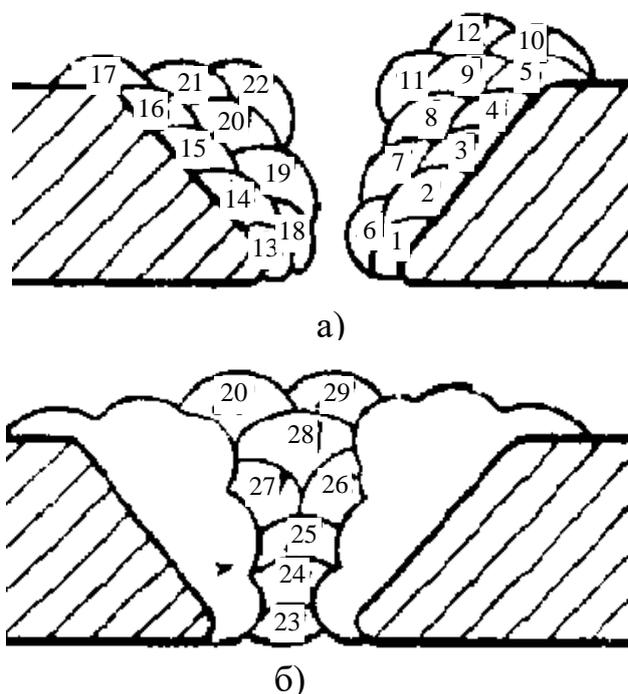


Рисунок 3 – Метод отжигающих валиков: а-б последовательность наложения валиков

Способ заварки *поперек трещины*, разработанной профессором А.М. Михальченковым, заключается в следующем. Поверхность трещины зачищают до металлического блеска. Рядом с трещиной по обе стороны от нее на расстоянии 7...10 мм шлифовальным кругом разделяют канавку по всей длине трещины, которая служит упором при усадке шва и стягивает трещину. Глубина разделки 1,5...3 мм, ширина 3...5 мм. Заваривают короткими участками (20...50 мм) проволокой ПАНЧ-11 диаметром 1,4 мм на обратной полярности поперек тре-

щины с заполнением металлом подготовленной разделки. Валики накладывают поочередно от краев трещины к середине. Каждый из них охлаждают до температуры 40...60° С. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 ширины. Режим сварки: сила тока 100...140 А; напряжение 14...18 В, скорость сварки 0,15...0,25 см/с.

Заварка трещин *косвенной дугой* заключается в том, что между двумя стальными электродами возбуждается дуга. Тепловой поток расплавляет поверхность чугуновых деталей. Выдуваемая большая часть расплавленного чугуна образует своеобразную разделку необходимой глубины. Сваривают сразу после разделки, пока деталь нагрета.

Канавку глубиной 6...8 мм, полученную после разделки, заваривают в один слой. Более глубокую канавку заваривают в два слоя и более, удаляя шлаковую корку после каждого из них. Оптимальный режим разделки и сварки: $I = 250...330$ А; $U = 44...48$ В; скорость разделки и сварки соответственно 0,3...0,8 и 0,5...0,8 см/с.

При сварке чугуна применяют *электроды* на основе медно-железных, медно-никелевых, никелево-железных и никелевых сплавов. Следует отметить, что холодную сварку чугуна стальными электродами следует применять лишь в крайних случаях, когда отсутствуют специальные сварочные материалы, приведенные ниже.

Медно-железные электроды (ОЗЧ-2) используют для заварки небольших трещин. Обрабатываемость сварного шва зависит от соотношения меди и железа в электроде. С увеличением содержания железа возрастает и количество углерода, диффундирующего из расплавленного чугуна, в результате чего увеличивается твердость металла шва. Электроды, состоящие из 80...95 % меди и имеющие фторсто-калиевое покрытие, обеспечивает хорошую обрабатываемость металла шва и достаточную прочность сварного соединения (70...80 % от прочности основного металла). Применяют электроды диаметром 3, 4 и 5 мм. Силу тока регулируют из расчета 30...40 А на 1 мм диаметра. Чугун сваривают постоянным током (при обратной полярности) короткими участками сваривания (длина участка 30...50 мм), в несколько слоев с проковкой каждого слоя. Однако при применении таких электродов в около-

шовной зоне наблюдается четко выраженный отбел. Медно-железистые электроды не рекомендуются для проведения массовых сварочных работ, так как пары металла токсичны.

Медно-никелевые электроды (МНЧ-2) изготавливают из монель-металла (26 % меди, 70 % никеля, остальное железо и марганец). Наплавку ведут короткими валиками длиной 40...50 мм и сразу же после этого проковывают молотком. Сварку проводят при обратной полярности тока, величину которого устанавливают из расчета 40...50 А на 1 мм диаметра электрода, а при заварке тонких стенок детали (толщина 4...7 мм) – 35 А на 1 мм диаметра электрода. При сварке медно-никелевыми электродами получают легкообрабатываемый слой, так как медь и никель не растворяют углерод и не образуют с ним соединений. Высокая стоимость монель-металла и низкая прочность и плотность сварного шва ограничивают его применение при восстановлении деталей.

Стержнем электрода АНЧ-1 является аустенитная хромоникелевая проволока Св-07Х18Н9ТЮ, которую покрывают оболочкой толщиной до 0,75 мм. Сварку проводят постоянным током обратной полярности. Длина наплавки 30...40 мм. Рекомендуется тщательная проковка шва. Эти электроды применяются для сварки толстостенных деталей.

При сварке электродами марок ЦЛ-11, НЖ-13 и ЭНТУ-3Б со стержнем из нержавеющей стали возможны поперечные растрескивания металла шва. Эти электроды пригодны для заварки так же ответственных деталей, если не требуется механическая обработка шва.

Самозащитная проволока на никелевой основе ПАНЧ-11, специально создана Институтом электросварки им. Б.Е. Патона, для холодной сварки чугуна, содержит в своем составе большое количество никеля (50...90 %). В сварном шве отсутствуют трещины, что обеспечивают соединению высокую прочность, плотность и хорошо обрабатываются режущим инструментом.

Полуавтоматический способ сварки чугуна *порошковой проволокой* ППЧ-1, ППЧ-2, ППЧ-3 разработан Институтом электросварки им. Патона. Проволоку изготавливают непрерывным скатыванием в трубку низкоуглеродистой, стальной

ленты толщиной 0,6 мм с одновременным наполнением трубки порошком (смесь размолотых компонентов) и последующим волочением. Сварку ведут в защитной среде углекислого газа, постоянным током обратной полярности. Для проволоки диаметром 3 мм рекомендуются следующие режимы сварки: сила тока 250...280А, напряжение дуги 28...32В, скорость подачи проволоки 2,1...2,7 м/мин, скорость сварки не более 0,08 м/мин.

Основными методами устранения повреждений деталей из *алюминиевых сплавов* являются: газовая, электродуговая и аргодуговая сварка.

Самым прогрессивным, надежным, обеспечивающим высокое качество сварного соединения, по сравнению с другими способами ремонта алюминиевых деталей, является аргодуговая сварка неплавящимся электродом.

При аргодуговой сварке дуга горит между деталью и вольфрамовым электродом (ВЛ-10, ВА-1А, ВП-1, ВТ-15 диаметром 3...6 мм). В зону горения дуги под давлением подается аргон. Дуга разрушает поверхностную окисную пленку, а аргон предохраняет расплавленный и присадочный металлы от окисления. В качестве присадочного материала при ремонте алюминиевых деталей используется проволока Св-АК5 или Св-АК10. При заварке стенок толщиной более 10...25 мм в качестве присадочного материала следует использовать прутки, отлитые из алюминиевых сплавов.

К недостаткам способа следует отнести дефицитность аргона и высокую стоимость процесса – в 3 раза дороже, чем при газовой сварке.

Сущность способа *пайко-сварки* заключается в подогреве пламенем кромок, подлежащих сварке, не до расплавления, а до температуры 700...860° С. Невысокая температура нагрева исключает возникновение отбеливания и снижает склонность к образованию трещин после заварки.

Трещину разделяют обычным способом. Следы жиров удаляют ацетоном, бензином или другими растворителями. Процесс пайко-сварки ведут нормальным пламенем газовой горелки. Флюс наносят на подготовленную поверхность основного металла после нагрева его до 300...400° С.

В качестве припоя используют чугунные присадочные стержни марки

(ГОСТ 2671-70) НЧ-1 – при сварке тонкостенных отливок и НЧ-2 при сварке толстостенных, кремнистую латунь марки ЛОК-59-1-03 или припой ЛОМНА состава, %: олово – 0,9...1,0; марганец – 9,5...10,5; никель – 3,5...4,5; алюминий – 0,2...0,6; остальное медь.

При пайке чугунами прутками на поверхность наносят флюс ФСЧ-1 или МАФ-1 состава в частях по массе: 33 – бура плавляная, 12 – сода кальцинированная, 27 – селитра натриевая, 7 – окись кобальта. 12,5 – фтористый натрий, 8,5 – фторцирконистый калий. Прутки обмазывают флюсом, расплавляют и вводят в сварочную ванну. Вследствие шероховатости поверхности, получаемой от выгорания (окисления) графита и в результате диффузии, происходит соединение наплавленного металла с основным.

При низкотемпературной пайко-сварке латунными припоями используют поверхностно-активные флюсы ФПСН-1 и ФПСН-2 состава в частях по массе: 25 – углекислый литий, 25 – сода кальцинированная, 50 – борная кислота, имеющих температуру плавления 600...650° С. Активное флюсование обеспечивает хорошее смачивание и обслуживание кромок чугуна припоем без выжигания графита.

По окончании пайко-сварки рекомендуется проковка медным молотком массой около 0,5 кг.

Детали, имеющие трещины и пробоины, могут быть отремонтированы с использованием полимерных композиций на основе *эпоксидной смолы*. При ремонте чугунных деталей применяют эпоксидный состав Б, состава в частях по массе: смола (ЭД-16) – 100; пластификатор (дибутилфталат) – 15; отвердитель (полиэтиленполиамин) – 10; наполнитель (железный порошок) – 160). Для алюминиевых – эпоксидную композицию В, состава в частях по массе: смола (ЭД-16) – 100; пластификатор (дибутилфталат) – 15; отвердитель (полиэтиленполиамин) – 10; наполнитель (алюминиевая пудра) – 25) .

Вначале определяют границы трещины, накернивают и просверливают на её концах отверстия диаметром 2,5...3 мм. Снимают фаску под углом 60...70° вдоль трещины на глубину 2...3 мм (при толщине стенок детали свыше 5 мм).

При толщине стенок детали менее 5 мм снимать фаску не рекомендуется. Зачищают поверхность на расстоянии 40...50 мм по обе стороны трещины.

Дальнейший технологический процесс зависит от размеров трещины.

При трещине длиной до 20 мм производят обезжиривание защищённых участков протиранием тампоном, смоченным ацетоном, и просушиванием в течение 8...10 минут. При горизонтальном расположении поверхности детали наносят на зачищенный участок состав. В трещине состав уплотняют шпателем. Производят отверждение состава вначале при комнатной температуре в течение 12 часов, затем при нагревании в термошкафу: при 40° С – 48 ч., при 60° С – 24 ч., при 80° С – 5 ч., при 100° С – 3 ч. Зачищают подтёки и наплавы состава и проверяют качество заделки трещины осмотром через лупу 8 ...10-кратного увеличения. Покрытие не должно иметь трещин, пор, отставаний от поверхности детали.

Трещину длиной 120...150 мм заделывают так же, но после нанесения первого слоя эпоксидного состава на нее дополнительно накладывают стеклоткань с перекрытием трещины на 20...25 мм и прикатывают роликом. Затем вновь наносят слой эпоксидного состава, накладывают стеклоткань и прикатывают роликом, после чего опять наносят композицию и отверждают.

Трещину длиной более 150 мм разделяют и подготавливают так же. Изготавливают стальную накладку толщиной 1,5...2,0 мм с перекрытием трещины на 40...50 мм, сверлят в ней отверстие диаметром 10 мм на расстоянии 50...70 мм друг от друга. По этим отверстиям накернивают и сверлят отверстия в ремонтируемой детали, нарезают в них резьбу М8. Затем наносят на деталь и пластину эпоксидный состав, закрепляют накладку винтами и отверждают.

В последние годы для ремонта трещин в корпусных применяются *металлополимеры («холодная сварка»)*, представляющие систему высококачественных двухосновных синтетических полимеров (эпоксидный клей-шпаклевку или силикон с упрочняющей добавкой стального порошка). Эти материалы устойчивы к агрессивным средам, сохраняет свои свойства до температуры 260° С, безотходны и просты в применении. После затвердевания допускается обработ-

ка на токарном станке, шлифование, сверление, нарезка резьбы, а также покраска. Возможно придание необходимой формы.

Получила распространение холодная сварка ABRO, ALTECO, Thortex, Metal-Tech EG, «Реком–Б», «Реком–супер», «Титан» отечественного производства и металлополимеры (композитные материалы), производства корпорации E. Wood (Англия), фирм: Belzona, Devcon, Diamant, Chester Molecular, Лео.

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 зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном и наносят тонкий слой эпоксидной композиции. После отверждения проверяют герметичность заделки трещин.

Во втором случае используют два разнородных технологических процесса: контактную точечную сварку и склеивание.

Поверхность вокруг трещин на 40...45 мм зачищают 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 (рисунок 4). Существующие клеевые композиции, применяемые для заделки трещин, непригодны

для приварки накладки к чугуну, поэтому применяют следующую композицию: смола ЭД-20 – 100 частей; полиэтиленполиамин – 12; растворитель тиокол – 20; пластификатор винилокс – 20; чугунный порошок – 50 частей. Затем на клеевой слой накладывают заранее изготовленную и обезжиренную

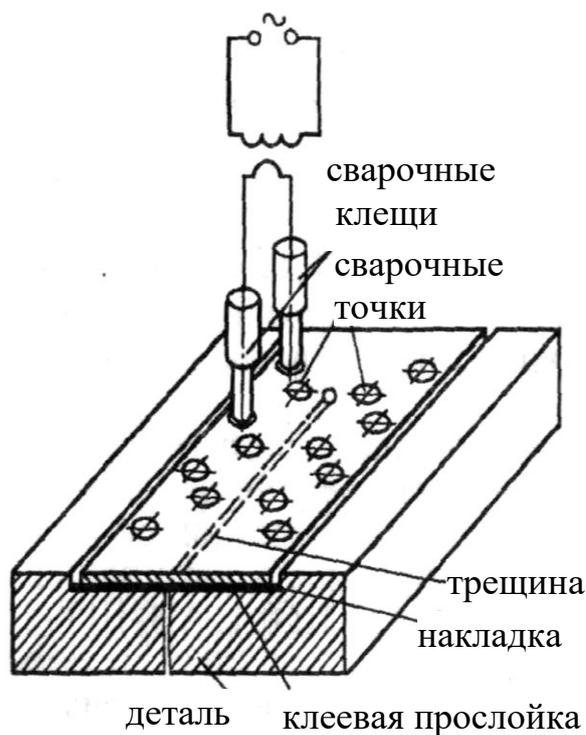


Рисунок 4 – Заделка трещины клеесварным способом

стальную накладку из малоуглеродистой стали 10 или 20 толщиной 0,6...2 мм при толщине стенки 5...20 мм. Она должна перекрывать трещину на 15...20 мм по длине и на 30...40 мм по ширине.

Накладку приваривают контактным точечным способом, причем сварной шов делают не сплошным, а сварочными точками, расположенными в шахматном порядке по два ряда по обе стороны трещины в результате чего образуется клеесварное соединение. 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 5...6 мм.

По сравнению с дуговой сваркой способ повышает производительность и условия труда, а также дает возможность заделки трещин без ее предварительной разделки.

Пробоины и сколы в корпусных деталях можно удалять несколькими способами:

- установкой свертыша, пробки, вставки.
- заваркой пробоин и наплавкой сколов с последующей механической обработкой.
- с помощью эпоксидного состава с наложением металлических накладок заподлицо или внахлестку.

При *установке свертыша* поврежденное место рассверливают, нарезают в нем резьбу. В отверстие ввертывают и стопорят кернением резьбовую пробку, смазанную суриком или эпоксидным составом.

Установкой пробки устраняют небольшие облоны, которые предварительно рассверливают и развертывают. В отверстие запрессовывают пробку, опиленную по форме ремонтируемой поверхности.

При ремонте *установкой накладки* вокруг пробоины профрезеруют

на расстоянии 10...20 мм паз. По форме паза изготавливают вставку из стали 10 или 20, которую запрессовывают в паз, дополнительно закрепив ее винтами.

При *заварке* изготавливают металлическую накладку, которую приваривают с соблюдением рекомендаций предложенных для заварки трещин.

При заделке пробоины с помощью *эпоксидной композиции заподлицо* (рисунки 5, а)

притупляют острые кромки пробоины, зачищают поверхность детали вокруг пробоины до металлического блеска на расстоянии 10...20 мм. Кромки пробоины и зачищенный участок поверхности вокруг пробоины обезжиривают и просушивают в течение 8...10 мин. Из листовой стали толщиной 0,5...0,8 мм изготавливают накладку, которая должна перекрывать пробоину на 10...20 мм.

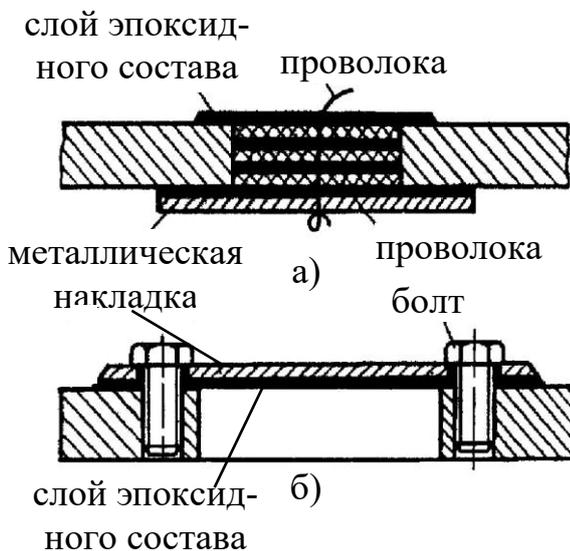


Рисунок 5 – Заделка пробоин наложением накладок: а – заподлицо; б – внахлестку

К центру наклейки прикрепляют проволоку диаметром 0,3...0,5 мм и длиной 130... 150 мм. Из стеклохолста изготавливают наклейки по контуру пробоины. После вторичного обезжиривания кромок пробоины и зачищенного участка и просушивания на поверхность металлической наклейки наносят тонкий слой эпоксидного состава. Металлическую накладку устанавливают под пробоину и закрепляют проволокой. Сверху помещают накладку из стеклохолста, прикатывают ее роликом, наносят эпоксидный состав, затем вторую накладку из стеклохолста и прикатывают ее роликом. Операции с эпоксидным составом и наклейками из стеклохолста повторяют до тех пор, пока пробоина не будет заполнена по всей толщине стенки. На верхнюю накладку наносят слой эпоксидного состава и оставляют до отверждения.

В процессе заделки пробоины *эпоксидным составом с наложением наклейки внахлестку* (рисунок 5, б) готовят место заделки, как и в

предыдущем способе. Изготавливают из стали толщиной 1,5...2 мм накладку, перекрывающую пробоину на 40...50 мм. В накладке сверлят отверстия диаметром 10 мм. Центры отверстий должны находиться на расстоянии 50...70 мм по периметру пробоины и 10 мм от краев накладки. В детали сверлят отверстие диаметром 6,8 мм и нарезают в них резьбу М8х1. Поверхность накладки, соприкасающуюся с деталью, зачищают до металлического блеска. Зачищенные поверхности детали и накладки обезжиривают и затем на них наносят тонкий слой эпоксидного состава. Установив накладку на пробоину, заворачивают болты, предварительно смазав их резьбовые поверхности тонким слоем эпоксидного состава.

После отверждения зачищают подтеки и наплывы эпоксидной композиции и проверяют качество ремонта.

Способ позволяет снизить себестоимость ремонта, по сравнению с применением дуговой сварки, однако достаточно трудоемок.

1.3 Восстановление резьбовых отверстий

Износ резьбовых отверстий встречается у 30...35 % деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов и у 10...15 % чугунных корпусов, прошедших дефектацию. Характер износа резьбовых отверстий, независимо от материала детали, примерно одинаков: наибольший износ имеют первые два-три витка резьбы, остальные изнашиваются значительно меньше. Это объясняется различной нагрузкой на витки резьбового соединения: первый виток нагружен в пять-шесть раз больше последнего.

Внутреннюю резьбу восстанавливают:

- слесарно-механическими способами: нарезанием резьбы ремонтного размера; нарезанием резьбы нормального размера на новом месте;
- заваркой отверстия и последующим сверлением и нарезанием резьбы нормального размера;
- полимерными материалами;
- установкой: ввертыша (резьбовой пробки); переходной втулки; резьбовой спиральной вставки; тонкостенной резьбовой втулки.

При *восстановлении резьбы до ремонтного размера* изношенную резьбу срезают и нарезают новую увеличенного размера (вместо М14 – М16). Способ отличается простотой и доступностью. Однако в тоже время уменьшается прочность соединения, нарушается взаимозаменяемость, кроме того, часто приходится изготавливать ступенчатую шпильку с уступом и резьбой двух диаметров: большего – для завинчивания шпильки в одну из соединяемых деталей, меньшего – для соединения со второй и стягивания их гайкой (рисунок 6).

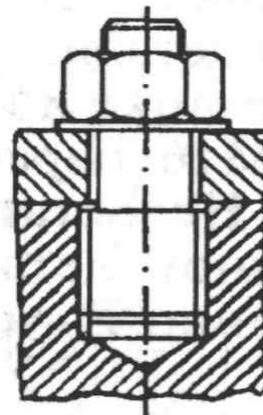


Рисунок 6 – Установка ступенчатой шпильки

Если конструкция деталей соединения позволяет изменить расположение резьбового отверстия без нарушения взаимозаменяемости, то в новом месте просверливают отверстие и *нарезают резьбу нормального размера*.

При *заварке* резьбовых отверстий в алюминиевых и чугунных деталях необходимо помнить о трудностях и особенностях сварки этих материалов, которые приводят к резкому снижению прочности резьбы. Перед заваркой обязательно удаляют старую резьбу. Иногда отверстие в детали заваривают, сверлят рядом другое отверстие и нарезают в нем резьбу заданного диаметра. Новое отверстие просверливают и во второй соединяемой детали.

При восстановлении резьбового отверстия с использованием *полимерных материалов* применяют композиции на базе эпоксидной смолы ЭД-16 и анаэробные герметики «Анатерм» или «Унигерм». При зазоре в резьбовом соединении до 0,3 мм применяют состав на базе эпоксидной смолы ЭД-16 или герметики, при большем зазоре в композицию вводят наполнители.

При установке *ввертыша* (резьбовой пробки) резьбовое отверстие просверливают или растачивают, нарезают в нем резьбу и ввертывают пробку, изготовленную из мало- или среднеуглеродистой сталей независимо от материала ремонтируемой детали. Наружный диаметр ввертыша определяют по формуле

$$d = d_1 \sqrt{\frac{\sigma_B}{\sigma_K}},$$

где d – наружный диаметр свертыша, мм; d_1 – наружный диаметр резьбы болта, мм; σ_B – предел прочности материала болта, МПа; σ_K – предел прочности материала корпуса (ремонтируемой детали), МПа

Затем в пробке сверлят отверстие и нарезают резьбу нормального размера. Часто свертыши закрепляют постановкой их на клеевые композиции или стопорными шпильками, ввернутыми на границе пробки с деталью.

При восстановлении номинальной резьбы целесообразно использовать толстостенную *переходную втулку* (рисунок 7). Изношенное резьбовое отверстие рассверливают, нарезают новую резьбу. Изготавливают переходную втулку с наружной и внутренней резьбой, рассчитанной на нормальный винт. Резьбу в корпусе, а также на переходной втулке обезжиривают, наносят на сопряженные поверхности эпоксидный состав и ввинчивают втулку в деталь заподлицо с плоскостью детали и стопорят винтом. После затвердевания эпоксидного состава образуется надежное соединение.

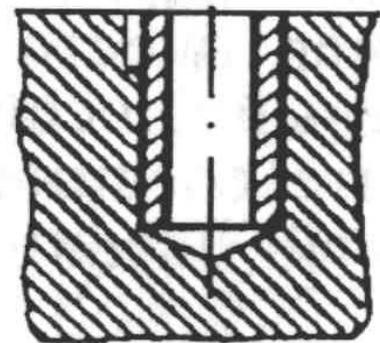


Рисунок 7 – Переходная втулка

Эти способы малопроизводительны и неприменимы для ремонта резьбовых соединений в тонкостенных деталях.

Для ремонта резьбовых отверстий применяется способ установки *резьбовых спиральных вставок* (рисунок 8). Изготавливают вставку в виде пружинящей спирали из нержавеющей проволоки X18M10T ромбического сечения с острым углом 60° . Наружная и внутренняя поверхности вставки представляют собой метрическую резьбу разных размеров (M10 и M8, M12 и M10 и т.д.). На одном конце вставки имеется технологический поводок, с помощью которого специальным ключом ее свертывают в отверстие и затем удаляют специальным бородком. Технология заключается в рассверливании изношенного отверстия и нарезании в нем с тем же шагом резьбы размером, в завертывании спиральной

вставки и удалении технологического поводка. Для ремонта резьбовых отверстий спиральными вставками разработан комплект инструмента и оснастки ОР-5526 ГОСНИТИ.

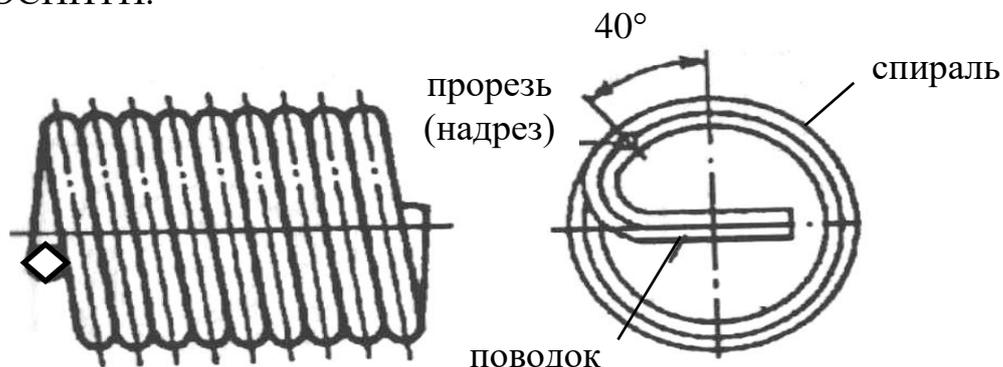


Рисунок 8 – Спиральная вставка

Так как наружный диаметр спиральной вставки больше наружного диаметра резьбы отверстия, это обеспечивает плотное сопряжение вставки с витками восстанавливаемой резьбы после заворачивания вставки в резьбовое отверстие и, следовательно, необходимую прочность восстановленной резьбы. Высокая износостойкость вставки и значительное улучшение за счет нее равномерности распределения нагрузки по виткам резьбы повышают срок службы восстановленных отверстий в 2 раза и более по сравнению с новыми отверстиями.

Для восстановления внутренней резьбы диаметром М4...М18 и длиной от 6 до 27 мм используют специальную *тонкостенную резьбовую вставку*, предложенную фирмой «Вюрт». Втулка имеет наружную и внутреннюю резьбу, причем внутренняя резьба в нижней части имеет недорезанный на 2...3 витка резьбовой участок. В верхней части имеется специальный буртик, диаметр которого на 0,5...1 мм больше диаметра наружной резьбы. Втулки устанавливают с помощью специального комплекта инструментов.

Технология восстановления заключается в следующем. После очистки детали резьбовое соединение высверливают сверлом соосно отверстию. Затем фрезой нарезают опорное гнездо под буртик на глубину 0,8...1 мм. Метчиком в отверстии нарезают резьбу под наружный диаметр резьбовой вставки. При этом метчик устанавливают строго соосно восстанавливаемому резьбовому отверстию. Резьбовую вставку с помощью резьбонакатчика вворачивают в резьбовое

отверстие до тех пор, пока буртик вставки не вошел в опорное гнездо. Обратным ходом резьбонакатчика завершается обработка резьбы.

Эти способы высокопроизводительны и относительно дешевы. Главным их достоинством следует считать возможность восстанавливать резьбовые отверстия до нормального размера в любых деталях, в том числе тонкостенных.

1.4 Устранение коробления или деформаций установочных, привалочных и стыковых плоскостей

Коробление плоскостей устраняют механической обработкой: *шлифованием, фрезерованием* или *шабрением*. Шабрение используют в случае если отклонение от плоскостности более 0,02 мм на длине 100 мм, фрезерование и шлифование при отклонении более 0,2 мм.

Один из наиболее распространенных дефектов блока цилиндров – деформация плоскости стыка с головкой (привалочной), возникающая, как правило, вследствие перегрева двигателя или перетяжки болтов крепления головки. Часто после длительной эксплуатации плоскость деформируется на 0,03...0,05 мм. Восстановление привалочной плоскости при короблении выше указанного обязательно. С этой целью проводят притирку абразивной пастой на плите, фрезерование или шлифование. При этом нежелательно снимать с верхней плоскости более 0,1...0,2 мм, так как в противном случае придется дополнительно углублять гнезда под гильзы и шлифовать днище поршня. Деформацию плоскости менее 0,02...0,03 мм может быть оставлена без исправления, однако в этом случае проблематично получить идеальный стык с головкой блока.

Ремонт привалочных плоскостей головок блоков цилиндров осуществляется *фрезерованием и установкой или приклеиванием прокладок*, изготовленных из листового алюминия или его сплавов. Однако срок службы таких двигателей невысок, так как в процессе работы двигателя в связи с его вибрацией происходит отвертывание крепежных гаек, что приводит к течи охлаждающей жидкости. При приклеивании прокладок вследствие действия высоких температур наблюдается выгорание клея в области камер сгорания.

Дефекты привалочной плоскости коррозионного характера устраняют способом аргонодуговой наплавки, однако такой способ нежелателен в связи со значительной деформацией детали.

Более перспективным является способ *электродуговой металлизации* алюминиевой проволокой. Технологический процесс включает в себя следующие операции: очистка детали в растворе «Лабомид-203» при температуре 80...100°C; дефектация; предварительная механическая обработка на вертикально фрезерном станке 6М12П; подготовка поверхности к металлизации; металлизация и фрезерование. Нанесение покрытия проводят с помощью электрометаллизатора ЭМ-12 проволокой СвАк-5 диаметром 2 мм при следующем режиме: ток дуги 300 А; напряжение 28...32 В; давление сжатого воздуха 0,4...0,6 МПа; дистанция металлизации 80...100 мм.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты характерны для корпусных деталей и как они проявляются?
2. Какие способы восстановления могут быть использованы при восстановлении посадочных отверстий корпусных деталей?
3. В чем заключается восстановление посадочных отверстий постановкой дополнительной ремонтной детали?
4. Посадочные отверстия каких корпусных деталей могут быть восстановлены пластическим деформированием?
5. В чем специфика электроконтактной приварки ленты при восстановлении корпусных деталей, изготовленных из чугуна?
6. Какие дефекты корпусных деталей могут быть устранены с помощью полимерных материалов?
7. Какие методы применяются при устранении нарушении целостности?
8. В чем особенность применения сварочных методов при заделке трещин в корпусных деталях?
9. В каких случаях целесообразно использовать полимерные материалы при заделке трещин и пробоин?
10. Какие методы используют в ремонтном производстве при восстановлении резьбовых отверстий в корпусных деталях?
11. Что такое резьбовая спиральная вставка?
12. Как и когда необходимо устранять коробление привалочной плоскости блока цилиндров?

2 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВАЛ»

Гладкие, шлицевые валы и другие детали типа «вал» составляют большую номенклатуру восстанавливаемых деталей. К таким деталям относят колеччатые и распределительные валы, валы коробок передач, карданные валы, валы и полуоси задних мостов, валики водяного насоса и т.д. Валы изготавливают из среднеуглеродистых, низколегированных сталей и подвергают термической обработке: улучшению, закалке ТВЧ, химико-термической обработке, нормализации. В процессе эксплуатации они подвергаются знакопеременным и динамическим нагрузкам, изгибу, скручиванию, трению при высоких удельных нагрузках и нагрузках при наличии абразива.

Характерный дефект деталей этого типа – *износ: посадочных поверхностей, шпоночных пазов, резьбы, шлицев, кулачков*, а также *нарушение формы (изгиб, скручивание)*. Валы с трещинами, как правило, выбраковываются.

Независимо от конструкции и назначения валов, можно выделить общие принципы их восстановления. Вначале валы очищают и проводят правку. После этого восстанавливают технологические базы (центровые отверстия), затем правят окончательно. После восстановления проводят черновую и чистовую механическую обработку. Основными требованиями, которые необходимо выполнить при восстановлении валов, являются обеспечение: размеров, шероховатости, допусков формы; параллельности боковых поверхностей зубьев шлицевой поверхности и шпоночных пазов оси вала; требуемых механических свойств восстанавливаемых поверхностей; получения качественного покрытия.

2.1 Восстановление посадочных поверхностей

Шейки под неподвижные соединения (подшипники качения, шкивы и др.) изнашиваются равномерно и незначительно (до 0,10...0,15 на диаметр). Износ посадочных поверхностей подвижных соединений (сальники, шестерни и др.) может достигать нескольких миллиметров и имеет неравномерный по диаметру, иногда даже односторонний характер. Даже при незначительных износах (0,05...0,08 мм) на шейках наблюдаются многочисленные риски, царапи-

ны, канавки. В зависимости от значения и характера износа и возможностей ремонтной базы, шейки деталей типа «вал» восстанавливают:

- слесарно-механическими способами: обработкой под ремонтный размер; постановкой дополнительной ремонтной детали;
- гальваническими покрытиями;
- наплавкой;
- электроконтактной приваркой металлического слоя;
- газотермическим напылением (металлизацией);
- полимерными материалами;
- пластическим деформированием.

При *обработке под ремонтный размер* допускается уменьшение диаметрального размера шеек на 5...10 % в зависимости от характера воспринимаемых валом нагрузок. Если требуется восстановление до нормального размера, то применяют *постановку ДРД* (втулок, колец), поверхность которой после напрессовки доводят механической обработкой для заданного размера. Размер проточки под дополнительную деталь должен обеспечить толщину ее стенки не менее 3...6 мм. Если эти детали воспринимают осевые нагрузки, то кроме напрессовки с натягом, необходимо их закреплять штифтами толщиной 6...8 мм или приваривать. Постановка ДРД возможна лишь тогда, когда это позволяет конструкция вала, а восстановить шейку до номинального размера невозможно или затруднительно.

При восстановлении малоизношенных шеек (до 0,15 мм) наносят *гальванические покрытия*. *Железнение* рекомендуется использовать при износе до 0,5...0,8 мм на диаметр, *хромирование* – до 0,3 мм. Шейки крупных валов восстанавливают *электроконтактным размерным железнением* (электронатира-нием). Эти способы позволяют получить покрытия хорошего качества, минимизировать объем механической обработки или вовсе ее исключить, однако их целесообразно применять только при массовом восстановлении деталей в условиях специализированных предприятий.

Наиболее часто при восстановлении шеек с износом более 0,3 мм на сто-

рону применяют дуговые способы *наплавки*: вибродуговую, в среде углекислого газа, плазменную, под слоем флюса. Выбор способа наплавки зависит от материала и геометрических параметров детали. Требуемые физико-механические свойства наплавленного слоя обеспечиваются соответствующим подбором электродного материала.

Так *вибродуговая наплавка*, хотя и позволяет восстанавливать детали малого диаметра (от 8 мм), приводит к снижению усталостной прочности до 60 % вследствие образования закалочных структур, пор и микротрещин в покрытии при его высокой скорости охлаждения. Это необходимо учитывать при выборе номенклатуры деталей. Повысить усталостную прочность можно последующим применением современных упрочняющих технологий (термомеханическое или ультразвуковое упрочнение), что усложняет технологический процесс и повышает себестоимость восстановления. Для наплавки применяют углеродистую проволоку (Св-08, Нп-65Г, Нп-30, Нп-50) диаметром 1...3 мм, обеспечивающую твердость покрытия 25...60 HRC.

Наиболее часто в ремонтном производстве используют *наплавку в среде углекислого газа*, вследствие его доступности и низкой стоимости. Способ также позволяет восстанавливать детали малого диаметра (начиная с 10 мм). Однако, вследствие диссоциации диоксида углерода (CO_2) происходит интенсивное выгорание углерода, легирующих компонентов, что ухудшает качество наплавленного металла. Поэтому для устранения этого явления рекомендуется применять электродный материал, содержащий 1...2 % раскисляющих элементов (марганец и кремний) – Св-08Г2С, Св-30ХГСМА, Св-15Х12НМВФБ диаметром 0,5...2,5 мм, а также порошковыми проволоками. Твердость наплавленного слоя составляет 220...290 НВ.

Хорошая производительность (4...5,5 кг/ч), возможность получать покрытия толщиной 0,2...6,5 мм и шириной 1,2...4,5 мм с твердостью 20...60 HRC, малая глубина проплавления основного металла (0,3...3,5 мм) позволяют рекомендовать *плазменную наплавку* для восстановления деталей диаметром от 12...15 мм, при

снижении предела выносливости на 10...15 %. Недостатком считают высокую стоимость применяемых материалов: аргона и порошковых твердых сплавов.

Область применения *наплавки под слоем флюса* распространяется на детали, имеющие диаметр более 50 мм, так как высокие плотности тока (до 150...200 А/мм²), хотя и позволяют на порядок увеличить производительность процесса, по сравнению с ручной дуговой наплавкой, оказывают существенное термическое влияние на деталь, что увеличивает зону термического влияния, может привести к деформациям и прожогам. Кроме того, после наплавки обычно требуется последующая термическая обработка. Наплавка проволоками СВ-80А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Нп-30ХГСА под слоем плавленных флюсов (АН-348А, ОСЦ-45) обеспечивает твердость 187...300 НВ. Использование керамических флюсов (АНК-18, АНК-30, ЖСН-1) с указанными проволоками позволяет повысить твердость до 40...55 HRC.

Электроконтактной приваркой металлического слоя (ленты, проволоки), имеющей ряд положительных моментов, рассмотренных ранее (см. п.1.1), восстанавливают поверхности неподвижных сопряжений при износе до 1,5 мм на диаметр. Перед приваркой шейку шлифуют до диаметра на 0,3 меньше номинального. Длина заготовки ленты равна длине окружности шейки, зазор в стыке ленты – не более 0,5 мм. Ширина ленты должна быть равна ширине восстанавливаемой шейки. Материал ленты зависит от требуемой твердости поверхности шейки, например лента из стали 40 обеспечивает твердость 40...45 HRC, а из стали 40Х – 55...60 HRC. Режим приварки ленты к шейке диаметром 20...100 мм: скорость сварки 0,75...1,3 м/мин; подача сварочных электродов 5...6 м/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. После приварки деталь шлифуют.

С целью повышения производительности процесса восстановления валов, имеющих высокую степень износа, электроконтактную приварку рекомендует-

ся выполнять двумя проволоками из стали 15ГСТЮЦА диаметром 1,6 мм с дополнительной подачей порошка ПГ-СР2 с размером гранул 200...400 мкм. Твердость получаемого покрытия составляет 44...46 НРС. Восстанавливать и упрочнять поверхность также можно и с применением только одного порошка (*напекание*).

При восстановлении поверхностей неподвижных соединений *электродуговой металлизацией* (газотермическим напылением) используют малоуглеродистую проволоку из стали 08, 10, 15, 20. Для получения износостойких покрытий на шейках подвижных соединений рекомендуется проволока из высокоуглеродистых (У7, У7А, У8, У10) и легированных сталей. При *плазменном напылении* – порошковые композиции на основе никеля и титана (ПН85Ю15, ПН55Т45) и хромборникелевые (ПР-Н80Х13С2Р, ПГ-ХН80СР4), обеспечивающие твердость слоя 35...50 НРС. Перспективным способом, позволяющим получить высокие свойства покрытия, считают *детонационные напыление* порошков бронзы, карбидов тугоплавких металлов, оксидов. Однако, помимо того, что для улучшения сцепляемости покрытия с основным металлом требуются специальная предварительная подготовка поверхности, прочность покрытия снижается с увеличением его толщины, поэтому напыление целесообразно применять при компенсации износа до 0,4...0,6 мм.

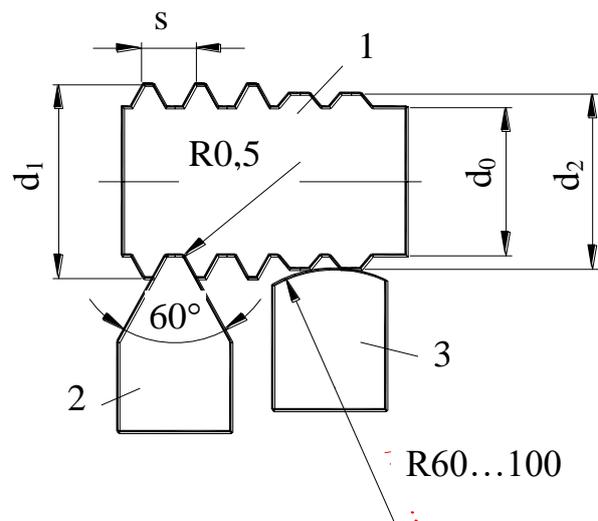
Полимерные материалы (эпоксидные композиции, анаэробные материалы), обеспечивающие хорошее качество ремонта при низкой себестоимости, также применяют при восстановлении шеек под подшипники. Технологический процесс заключается в подготовке поверхности, нанесении полимерного материала, отверждение и механической обработке до номинального размера. Наличие полимерной пленки между стальными поверхностями предотвращает фреттинг-коррозию – основной вид изнашивания неподвижных соединений.

При малых износах, в основном шеек под подшипники качения, применяют способы, основанные на *пластическом деформировании* (раздачу, высадку, накатку, электромеханическую обработку).

Шейки пустотелых валов можно восстанавливать *раздачей*, перед кото-

рой закаленные или цементированные валы подвергают отжигу или высокому отпуску. *Высадкой* (разновидность осадки) в специальных штампах восстанавливают шейки, расположенные на концах стальных валов. Слабонагруженные шейки под подшипники качения восстанавливают *накаткой* зубчатым роликом. Накатка деталей твердостью менее 32 HRC проводится без предварительной термической обработки при обильном охлаждении маслом. Скорость накатки 10...15 м/мин; продольная подача 0,4...0,6 мм/об. При большей твердости деталь подвергают отпуску.

При восстановлении посадочных мест под подшипниками на валах с износом до 0,15 мм эффективна *электромеханическая обработка*: высадка и сглаживание. Вал устанавливают в центрах токарновинторезного станка. При вращении детали к ней прижимается высаживающая пластина, имеющая продольную подачу. Через зону контакта детали и инструмента пропускается ток большой силы и низкого напряжения, который мгновенно нагревает металл до 800...900° С. Нагретый металл выдавливается, образуя выступы, аналогичные резьбе, увеличивая диаметр детали с d_0 до d_1 . Вторым проходом сглаживающего инструмента высаженную поверхность сглаживают до диаметра d_2 , который больше d_0 (рисунок 9).



1 – деталь, 2 – высаживающая пластинка
3 – сглаживающая пластинка,

Рисунок 9 – Схема электромеханической обработки

Режимы обработки при высадке: скорость вращения детали 1,5...8

м/мин; подача 1...2 мм/об; число проходов 2...4; сила тока 400...500 А; напряжение 1...2 В; давление на инструмент при обработке закаленных деталей 900...1200 Н; незакаленных – 600...800 Н. При сглаживании: скорость вращения детали 5...8 м/мин; подача 0,3...1,5 мм/об; число проходов 1...2; сила тока 250...400 А; давление на инструмент и 300...400 Н. Получаемая шероховатость

поверхности соответствует классу частоты, получаемом при шлифовании. Одновременно значительно улучшаются механические свойства поверхностных слоев обрабатываемой детали за счет его закалки на глубину до 0,1 мм.

При большом износе в высаженную канавку вводят дополнительный материал – стальную проволоку диаметром 1,4 мм. При прохождении тока силой 1300...1500 А проволока нагревается до температуры 1000...1200° С, а под давлением ролика 400...500 Н деформируется и заполняет винтовую канавку. Сцепляемость проволоки с основным материалом достигается благодаря частичной сварки и диффузии. Возможен и другой вариант: после навивки проволоки диаметром 0,5 мм выполняют обычное сглаживание в 4...6 проходов.

При высокой производительности, отсутствии коробления деталей и низкой себестоимости восстановления, при использовании ЭМО возникают трудности в получении в процессе обработки сплошного контакта инструмента с поверхностью, кроме того, применяемые инструменты обладают недостаточной стойкостью.

Высокую частоту поверхности восстановленных валов и прочной поверхностный слой можно получить после *поверхностного пластического деформирования* (обкатка шариками или роликами, алмазное выглаживание, ультразвуковое упрочнение и т.д.)

Определенный интерес представляет разработанный в последнее время *безразборный метод* ремонта соединения. В ремонтном производстве известны специальные составы, предназначенные для уменьшения коэффициента трения и износа. Например модификаторы трения (тифлон, дисульфид молибдена и др.), формируют на поверхности трущихся деталей защитные пленки, обладающие легким сдвигом в плоскости скольжения, что снижает трение, но практически не защищает от изнашивания трущиеся пары. Кондиционеры металла типа ER (США) или ФЕНОМ (Россия), воздействуя непосредственно на металл трущихся поверхностей, создают защитный слой, снижающий трение и износ, защищающий от задиров. Однако эти препараты не восстанавливают изношенные поверхности пар трения, а формируют на поверхностях самовосстанавливающуюся пленку из чистого железа толщиной 250 мкм.

Компенсировать увеличение зазоров в результате изнашивания позволяют *ремонтно-восстановительные составы* (РВС) или *ревитализанты*. Препараты этого класса позволяют восстанавливать размеры изношенных деталей без разборки агрегата в режиме штатной эксплуатации. Известны композиции типа: медь–олово–серебро, медь–свинец–серебро (РиМет, ХАДО) и один из перспективных – металлокерамический защитный слой по РВС-технологии.

Ремонтно-восстановительный состав представляет собой добавляемую в смазочный материал смесь минералов и специальных добавок-катализаторов, которые в смазочном материале не растворяются, в химические реакции с ним не вступают и из-за малой концентрации не меняют его вязкость. РВС, попадая со смазочным материалом в зоны контакта, наращивает на поверхностях, подверженных износу, металлокерамический защитный слой. Основные показатели металлокерамического защитного слоя следующие: температура разрушения 1600°C; коэффициент трения до 0,003; твердость до 65 HRC; диэлектрик; химически нейтрален. При этом на поверхности детали сглаживается микрорельеф, уменьшаются зазоры в подвижных соединениях. Толщина металлокерамического защитного слоя зависит от энергии, выделяемой при трении: после выравнивания микрорельефа поверхностей оптимизируются зазоры, уменьшается коэффициент трения, соответственно уменьшается тепловыделение и реакция образования защитного слоя останавливается.

2.1.1 Восстановление коренных и шатунных шеек коленчатых валов автотракторных двигателей

Коленчатый вал является высоконагруженной деталью двигателя. В процессе эксплуатации двигатель машины подвержен различным нагрузкам, в том числе и неблагоприятным, это пуск двигателя в холодных условиях, не качественное смазочное масло, работа в запыленных условиях и т. д.

При эксплуатации двигателя в результате действия высоких и непостоянных динамических нагрузок от давления газов и сил инерции возвратно-поступательно движущихся и вращающихся частей вал подвергается кручению и изгибу, отдельные поверхности (шатунные и коренные шейки и др.) – изна-

шиванию, появляются микротрещины которые могут привести к поломке коленчатого вала и выходу из строя всего двигателя.

Износ коренных и шатунных шеек – основной дефект коленчатых валов. Коренные и шатунные шейки коленчатого вала изнашиваются неравномерно и неодинаково. Шатунные шейки по длине изнашиваются на конус, а по диаметру на овал, то есть приобретают эллипсность, причем наибольший износ по диаметру наблюдается в плоскости кривошипа по поверхности, обращенной к оси коренных подшипников. Коренные шейки, как правило, по длине изнашиваются равномерно, а по диаметру – на эллипс. Больше изнашиваются поверхности, обращенные к оси шатунных шеек в плоскости кривошипа. Параллельно с естественным, довольно часто распространен аварийный износ шеек из-за задиров и заклиниваний валов в шатунных и коренных шейках.

Износ шеек устраняют шлифованием их под ремонтный размер. Все одноименные шейки (коренные и 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

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

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 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, предварительно устанавливаемых с помощью штангенреймуса на нуж-

ный радиус кривошипа. Вал выставляют в горизонтальной плоскости с помощью специального приспособления. конструкция некоторых центросмесителей предусматривает крепление валов за поверхность фланца под маховик и за шейку вала 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 валов шлифуют электрокорундовыми кругами на керамической связке зернистостью 16...60 мкм, твердостью СМ2, С1, С2, СТ1 и СТ2. Шлифовальные круги рекомендуется править после шлифования одного-двух коленчатых 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 течении 10...20 с, что обеспечивает требуемую шероховатость поверхности. При шлифовании врезанием ширина круга должна 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 % раствором кальцинированной соды. Овальность и конусность перешлифованных шеек не должны быть выше 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 % 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 т.д.

После восстановления коленчатые валы подвергают балансировке на машине БМ-У4. технология и последовательность балансировки зависит от типа двигателя и конкретной конструкции коленчатого вала и шатунов.

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

Наиболее часто (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 несложен, однако 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 HRC 62), а также усталостной и контактной прочности. 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 прогревают в печи шахтного типа до температуры 150...180° С. Непосредственно перед наплавкой и в процессе ее каждая шатунная шейка прогревается 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 то-

ка 150...160 А; 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 закаливают ТВЧ. Перед наплавкой, после нее и перед окончательным шлифованием валы правят наклепом. Затем их балансируют и полируют.

Шейки коленчатых валов восстанавливают многократной термической обработкой (технология предложена Алтайским моторным заводом для двигателя А-41). В данном случае проводят: шлифование шеек, подогрев ТВЧ, наплавку, высокотемпературный отпуск нагревом ТВЧ, правку, токарную обработку шеек, черновое шлифование, закалку, 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 шейки вала, исключая галтель (рисунок 10). 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.

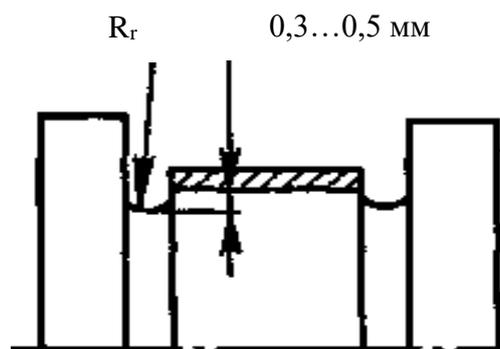


Рисунок 10 – Наплавка шеек с углублением и упрочнением галтелей

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 течении 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.

К перспективным и эффективным способам восстановления относится плазменная наплавка. Рекомендуется комбинированный способ наплавки, предусматривающий одновременную подачу проволоки и порошка. Для коленчатых валов, изготовленных из стали 50Г (двигатель Д-240) рекомендуется применять проволоку Св-15ГСТЮЦА (75...80 %) и порошок ПГ-СР4 или ПГ-СР3 (20...25 %). 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 (ГЗ %), а галтели – той же композицией, но в соотношении 75 и 11 %.

Представляют определенный интерес технология восстановления изношенных шеек коленчатого вала приваркой стальных полуколец (рисунок 11), включающая в себя: шлифование шеек; нанесение разгружающих выточек на

галтелях в плоскости, перпендикулярной плоскости кривошипа; постановку и приварку на шейки вала в зоне их стыка специальных полуколец.

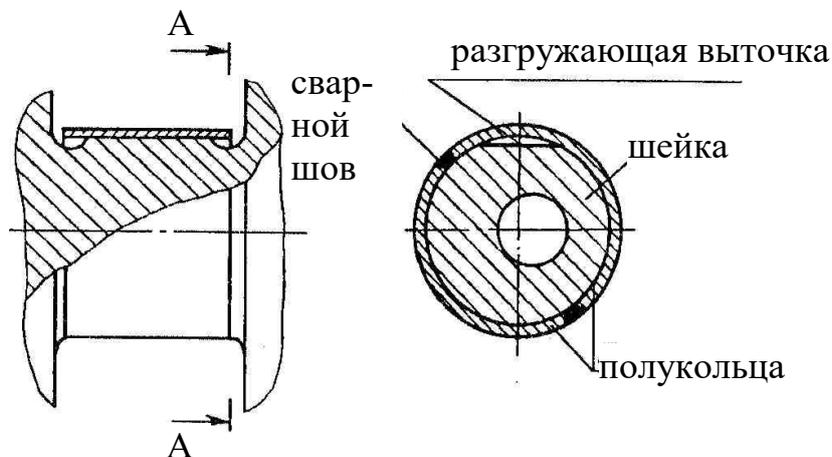


Рисунок 11– Схема восстановления шеек коленчатого вала двигателя приваркой стальных полуколец

Полукольца изготавливают в следующей последовательности: на вырубленных из листовой стали 45 толщиной 3 мм заготовках пробивают отверстия под масляные каналы, нагревают до температуры 820...880° С и изгибают в приспособлении. Затем подвергают закалке с охлаждением в масле и низкому отпуску. Термообработанные полукольца растачивают до необходимого диаметра и шероховатости.

Метод восстановления шеек чугунных коленчатых валов заключается в установке с последующим механическим креплением на шейках валов стальной холоднокатанной термообработанной полированной ленты, изготовленной из стали 65Г. Шейки предварительно шлифуют до требуемого размера, после этого на них фрезеруют два зеркально расположенных сегментных паза, оставляя перемычку между ними. На ленте, толщиной 0,4 мм, выполняют отверстия для масляных каналов и с помощью специального приспособления сворачивают в кольцо диаметром, меньшим диаметра перешлифованного вала. Затем свернутую заготовку надевают на подготовленную поверхность шейки вала и фиксируют торцами выступов относительно боковых поверхностей перемычки на валу. При очередном ремонте вала накладную ленту заменяют, причем сам вал не перешлифовывают.

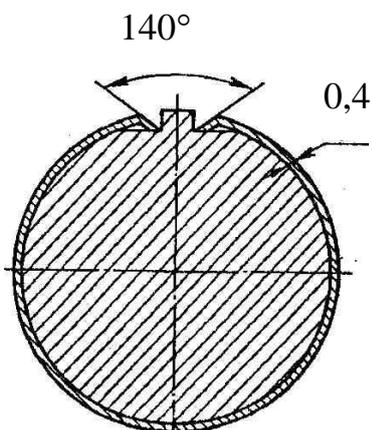


Рисунок 12 – Восстановление шеек коленчатого вала пластинированием

Оба способа позволяют получить предел выносливости восстановленного вала таким же, как у нового. Кроме того, при пластинировании существенно упрощается технологический процесс (полностью исключаются сварочно-термические воздействия на вал, шлифование и полирование шеек). Однако методы апробированы лишь для восстановления чугунных валов (двигатель ЗМЗ).

2.2 Восстановление наружной резьбы

Незначительные смятия, деформации отдельных витков резьбы устраняются калибровкой. При срыве более двух ниток резьбы применяют:

- нарезание резьбы ремонтного размера;
- наплавку и нарезание резьбы нормального размера;
- электроконтактную приварку сварочной проволоки, с последующей механической обработкой и нарезанием резьбы нормального размера;
- замену изношенной резьбовой части.

При *нарезании резьбы ремонтного размера* старую резьбу срезают и нарезают новую меньшего размера, например, вместо М16 нарезают М14. Это простой, доступный и дешевый способ. Однако он имеет серьезные недостатки: потребность в замене или ремонте сопряженной детали, нарушение взаимозаменяемости деталей соединения и уменьшение его прочности.

Для восстановления резьбы до нормального размера широко применяется *механизированная наплавка* (чаще вибродуговая; в среде CO_2 , реже – под флюсом). Перед наплавкой старую резьбу срезают. После наплавки деталь протачи-

вают и нарезают резьбу нормального размера. Припуск на обтачивание должен составлять 2...3 мм на сторону. Наплавка резьбы, как правило, оказывает нежелательное термическое воздействие на соседние закаленные участки детали (шейка под подшипник, шлицы и др.), затруднена на валах малых диаметров.

Этих недостатков лишен способ восстановления резьбы *электроконтактной приваркой проволоки*. Сущность его заключается в том, что сварочную проволоку (типа Св-08) диаметром, равным шагу резьбы, укладывают между витками очищенной резьбы, зажимают проволоку и деталь между роликами сварочной машины 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 ($I_{СВ}$) и усилием сжатия роликов ($P_{СЖ}$) находится в зависимости

$$P_{СЖ} = 0,64\sqrt{I_{СВ}} .$$

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

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

2.3 Восстановление нарушения формы (изгиба)

Потеря валом своей первоначальной формы выражается в виде изгиба или скручивания. Изгиб устраняют правкой статическим или динамическим нагружением, с последующей (при необходимости) механической обработкой. Скрученные валы, как правило, выбраковывают.

Правку статическим нагружением (в холодном или нагретом состоянии) проводят с помощью прессы или различных приспособлений, прикладывая нагрузку, совпадающую по направлению с направлением требуемой деформации. В верхних слоях металла детали образуются напряжения сжатия, а в нижних – растяжения. Для осуществления правки необходимо, чтобы возникающие напряжения были больше предела текучести материала детали.

В холодном состоянии правку проводят у валов диаметром до 200 мм в том случае, если стрела прогиба не превышает 1 мм на 1 м длины вала. Для получения устойчивых результатов рекомендуется изгибать деталь под прессом на размер несколько больший, чем ее прогиб, прикладывая ее несколько раз и выдерживать в данном состоянии 1,5...2 мин. Прикладываемое усилие (P_d) должно в 10...15 раз превышать остаточную деформацию.

$$P_d = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot I \cdot l}{l_1^2 \cdot l_2^2}, \text{ Н}$$

где f – стрела прогиба, мм ($f = 10 \cdot \delta$, где δ – деформация вала до прогиба, мм); E – модуль упругости материала детали, Н/мм²; I – осевой момент инерции, мм⁴; l – длина вала, мм; l_1 и l_2 – расстояние соответственно от точки приложения нагрузки до опор, мм

Однако в процессе холодной правки в деталях возникают внутренние напряжения, постепенно релаксирующие в процессе работы, что приводит к деформации восстановленных деталей. Кроме того, в результате холодной правки наблюдается снижение усталостной прочности на 15...20 %, зачастую имеет место поломка вала.

Для повышения качества холодной правки применяют:

- выдерживание детали под прессом в течении длительного времени;
- двойную правку детали, заключающуюся в первоначальном перегибе детали с последующей правкой в обратную сторону;
- стабилизацию правки последующей термообработкой.

Последний способ (нагрев до температуры $400...500^{\circ}\text{C}$ и выдержка в течение $0,5...1$ часа) считается наиболее эффективным. Однако такая операция неприемлема для деталей, подвергнутых в процессе изготовления закалке ТВЧ. В этом случае рекомендуется нагревать детали до температуры $180...200^{\circ}\text{C}$ при выдержке $5...6$ ч.

Статическая правка в нагретом состоянии ($600...800^{\circ}\text{C}$) проводится при необходимости устранения больших деформаций и характеризуется снижением усилий деформирования и равномерностью деформаций по сечению. Нагреву подвергают как всю деталь, так и ее отдельную часть. Так как в результате правки с подогревом изменяется структура и механические свойства металла, то после правки проводят термическую обработку.

Правка динамическим нагружением (чеканкой, наклепом) целесообразно проводить для незначительно изогнутых ответственных деталей.

Правка заключается в частых и несильных ударах по вогнутой стороне детали пневматическим молотком с закругленным бойком или ручным молотком со сферическим бойком в результате чего в поверхностных слоях создаются напряжения сжатия, устраняющие деформацию детали.

В месте максимального прогиба под вал ставят металлическую опору с прокладкой из твердого дерева или меди (рисунок 13, а).

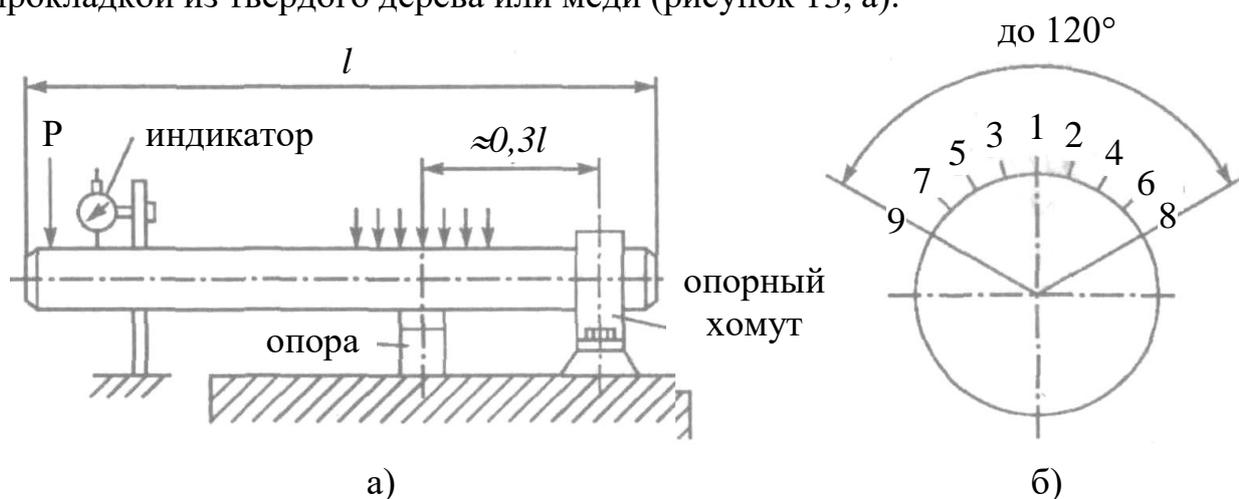


Рисунок 13 – Схема правки вала

Конец вала, ближайший к месту изгиба, закрепляют в хомуте, так чтобы масса консоли способствовала удлинению вогнутой части вала. Затем участок

вала над опорой подвергают чеканке по дуге окружности около 120° (рисунок 13, б). При этом сжатые элементы удлиняются. Значение, на которое опускается конец вала, контролируют индикатором.

При правильной обработке достигаются: высокое качество правки, определяемое ее стабильностью во времени; высокая точность правки (до 0,02 мм); отсутствие снижения усталостной прочности; возможность правки за счет ненагруженных участков детали. Однако правка динамическим нагружением требует высокой квалификации исполнителя.

2.4 Восстановление шпоночных пазов

Шпоночные соединения служат для передачи крутящего момента от вала к ступице зубчатого колеса, шкива, втулки и, наоборот, от этих деталей – к валу и отличаются простотой, удобством сборки, разборки и ремонта. Главные их недостатки – ослабление из-за наличия шпоночных пазов сечения деталей и уменьшение жесткости при кручении, часто приводящее к разрушению деталей соединения. Соединительной деталью является стандартная шпонка, фиксирующая сопрягаемую деталь в осевом положении на валу.

В процессе эксплуатации детали шпоночных соединений под действием динамических нагрузок изнашиваются. Одна из основных причин, вызывающих нарушение правильности распределения нагрузки и смятие шпонки, – увеличение зазора в соединении. К смятию приводит также неправильное расположение шпоночного паза на валу. Перекос осей пазов вызывает перекас охватываемой детали на валу и изнашивание деталей соединения.

При износе шпоночного паза по ширине более 0,065...0,095 мм его восстанавливают следующими способами:

- слесарно-механическими: установкой шпонки ремонтного размера; установкой ступенчатой шпонки; фрезерованием паза номинального размера на новом месте;
- наплавкой с последующим фрезерованием;

Шпонку ремонтного размера устанавливают при небольшом износе, предварительно фрезеруя шпоночный паз до выведения следов износа. Ширину шпоночной канавки в сопрягаемой детали также увеличивают и при сборке устанавливают шпонку ремонтного размера. Увеличение ширины паза допускается не более чем на 15 %.

При установке специально изготовленной ступенчатой шпонки (рисунок 14), изношенный паз вала фрезерованием углубляют и расширяют, а шпоночный паз сопряженной детали не обрабатывают. Однако такой способ не обеспечивает высокой точности и качества ремонта, и пользоваться им следует в исключительных случаях.

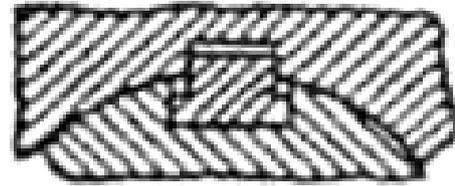


Рисунок 14 – Установка ступенчатой шпонки

Если на чертеже детали отсутствуют указания о фиксированном положении шпоночного паза, то допускается его *фрезерование заново на новом месте* (не более одного на поперечном сечении) без заделки изношенного паза (или с заваркой изношенного паза). Новый паз выполняют параллельно изношенному пазу в диаметральной плоскости под углом к старому пазу 90, 135 или 180°. Однако менять положение паза на валу нельзя, если шпонка служит одновременно и для фиксации сопрягаемой детали в строго заданном положении.

При значительном износе шпоночный паз ремонтируют посредством *наплавки* грани (рисунок 15) с последующим фрезерованием. При обработке необходимо выдерживать размеры паза, регламентируемые стандартом. Для восстановления шпоночного паза этим способом может быть использована

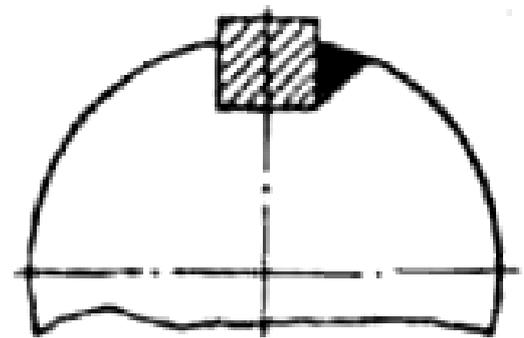


Рисунок 15 – Наплавка граней

вибродуговая наплавка или наплавка в среде углекислого газа, не вызывающие термических деформаций и снижения твердости соседних закаленных участков ремонтируемой детали.

2.5 Восстановление шлицевых поверхностей

Основное назначение шлицевого соединения – передача крутящего момента. Преимущественно шлицы изнашиваются по боковой поверхности. Их износ по ширине составляет от 0,4...0,6 мм до 3...4 мм. У шлицевых валов, центрируемых по наружному диаметру, износ по этой поверхности составляет 0,1...0,2 мм, но может достигать 0,6...0,7 мм.

Изношенные шлицевые валы восстанавливают (в зависимости от величины износа) следующим способом:

- пластическим деформированием (раздачей);
- комбинированным способом: электроконтактной наплавкой с одновременной осадкой;
- наплавкой;
- заменой шлицевой части детали.

Раздачу выполняют проталкиванием вала через вращающиеся ролики специальной многороликовой головки, установленной на столе прессы. Ролики диаметром 60...80 мм имеют деформирующий выступ (клин) с углом 86...90°, который, внедряясь в шлиц, раздает его по ширине. При износе более 0,6 мм проводят предварительную нормализацию детали при нагреве до температуры 800...850° С, а после деформирования шлицы калибруют или подвергают механической обработке. При меньшем износе раздачу шлицев выполняют в холодном состоянии роликами, снабженными ребордами для одновременного калибрования.

При износе шлицев по толщине более 2-х мм применяют *комбинированный способ*. Вдоль шлицев к их вершинам электроконтактным способом приваривают стальную проволоку или ленту. В процессе приварки шлиц разогревается и деформируется под действием усилий сварочных роликов, в результате чего уменьшается его высота и увеличивается ширина. Этим обеспечивается получение припуска под последующую механическую обработку шлицевых поверхностей. Одновременно восстанавливают два противоположных

шлица со скоростью 0,5...0,8 м/мин. Способ характеризуется высокой производительностью.

При восстановлении шлицев наиболее часто применяют различные способы механизированной дуговой *наплавки*: вибродуговую, плазменную, в среде углекислого газа или под слоем флюса. Наплавочные материалы и режимы выбирают исходя из технических требований и размеров детали. Наплавку выполняют продольными валиками или по винтовой линии (при восстановлении мелких шлицев). Первый способ считается более экономичным. У шлицевых валов (диаметром до 45...50 мм), имеющих ширину шлицев до 5...6 мм, канавки обычно заправляют полностью. У крупных шлицев наплавляют только изношенную часть. Для уменьшения деформации вала при продольной наплавке шлицы наплавляют поочередно с диаметрально противоположных сторон (рисунки 16).

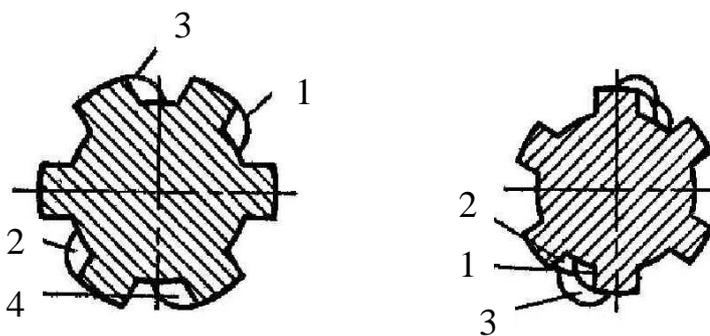


Рисунок 16 – Последовательность наплавки

Наложение валиков в 3-4 слоя предупреждает образование закалочных структур в переходной зоне. Затем наплавленные поверхности фрезеруют до нормальной толщины шлицев, проводят термообработку

(при необходимости), шлифованием снимают наплывы металла по наружному диаметру шлицев. Главным недостатком следует считать возможную деформацию вала в результате термического воздействия при наплавке шлицев.

При замене *шлицевой части* стачивают внутренние шлицы в отверстие сопрягаемой детали и растачивают его на диаметр больше высоты шлицев на 0,5...1,5 мм. Затем, по размерам вала изготавливают шлицевую втулку, нагревают и осаживают ее по валу. Втулку запрессовывают в расточенное отверстие, используя в качестве оправки шлицевый вал. Втулку дополнительно крепят штифтами или приваривают в нескольких местах. Данный способ применяют крайне редко ввиду его нетехнологичности и высокой стоимости.

2.6 Восстановление кулачков (на примере распределительного вала)

Кулачки распределительных валов автотракторных двигателей изнашиваются по высоте на рабочем участке профиля. В результате изменяются высота подъема клапанов, что приводит к снижению коэффициента наполнения цилиндра свежим воздухом, увеличению количества остаточных газов, что вызывает падение мощности и экономичности двигателя. Кроме того, нарушается кинематика движения клапана, растут динамические нагрузки на клапаны и детали механизма привода, что ускоряет их изнашивание. Выбраковочный параметр кулачков – их высота от затылка до вершины.

Для устранения этого дефекта используют:

- механическую обработку (шлифование на эквидистантный профиль);
- наплавку с последующей обработкой до нормального размера;
- электроконтактную пайку пастообразным припоем

При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их *шлифуют на эквидистантный профиль* по копиру. Методом шлифования кулачки распределительного вала рекомендуется восстанавливать только один раз, так как при дальнейшем шлифовании значительно уменьшается радиус вершины кулачка. В результате заострения кулачка заметно нарушаются фазы газораспределения и резко возрастает изнашивание кулачка.

Кулачки *наплавляют* ручной дуговой сваркой, наплавкой в среде углекислого газа или вибродуговым способом с использованием копировального приспособления, с охлаждением вала в процессе наплавки. При ручной электродуговой наплавке на боковые стороны кулачков устанавливают защитные экраны из меди или графита. Распределительный вал помещают в ванну с водой на призмы или подставки так, чтобы половина диаметра вала была в воде. Наплавляют кулачки в такой последовательности 1, 7, 2, 5, 3, 6, 4, 8. На вершину кулачка наплавляют слой большей толщины, чем на остальную поверхность. Применяют порошковую проволоку, электроды Т-590 и Т-620. Твердость наплавленных кулачков не ниже HRC 45. После наплавки их шлифуют в два приема на копировально-шлифовальных станках типа 3А438. При черновой об-

работке 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 более $R_a = 0,63$ мкм.

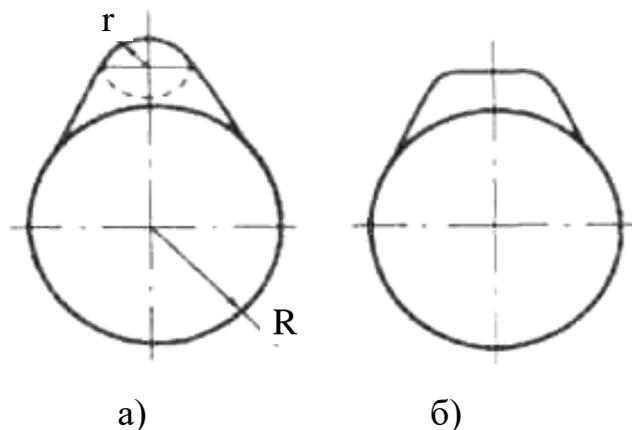
Перспективный способ восстановления кулачков – электроконтактная пайка пастообразным припоем. Метод заключается в нанесении припоя на изношенную поверхность кулачка с целью восстановления его профиля до номинального. Для этого используют припои марок ПГ-СР. при этом ПГ-СР2 применяют для получения поверхностных слоев с твердостью <45 НРС_Э, ПГ-СР3 – для поверхностей с большей твердостью.

Состав пастообразного припоя формируется на 90 % (по объему) из порошкообразного припоя марки ПГ-СР с размерами частиц 40...60 мкм и 10 % консистентного связующего, состоящего из солидола и вазелина (60 и 40 % по объему). Размер частиц 40...60 мкм является оптимальным для получения качественного паяного слоя. При размере частиц порошкообразного припоя менее 40 мкм образуется пылевидная смесь, которая при добавлении связующего неравномерно перемешивается с ним, что снижает качество паяного слоя. При размере частиц более 60 мкм поверхностный слой получается прерывистым и неравномерным.

Перед восстановлением кулачков распределительный вал тщательно очищают от загрязнений. Затем сопоставляют размеры чертежного и изношенного кулачков (рисунок 17) с целью определения количества пастообразного припоя, необходимого для восстановления исходного профиля.

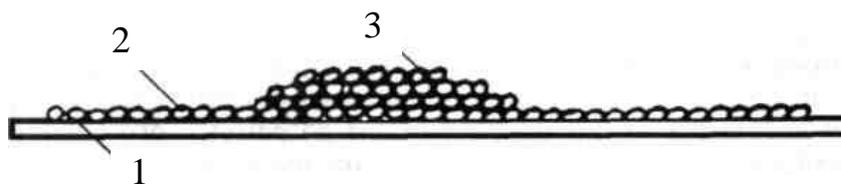
После этого изготавливают формирующую стальную ленту 1 (рисунок 18), ширина которой равна ширине кулачка. Опытным путем установлено, что для обеспечения формирования качественного паяного слоя на восстанавливаемой поверхности толщина стальной ленты должна быть 0,5...0,7 мм. На поверхность наносят пастообразный припой. Смесь располагают в средней части

ленты выступающим массивом 2, а на участках ленты между ее средней частью и концами – тонким слоем 3 толщиной 30...50 мкм.



r и R – радиусы профиля и окружности кулачка

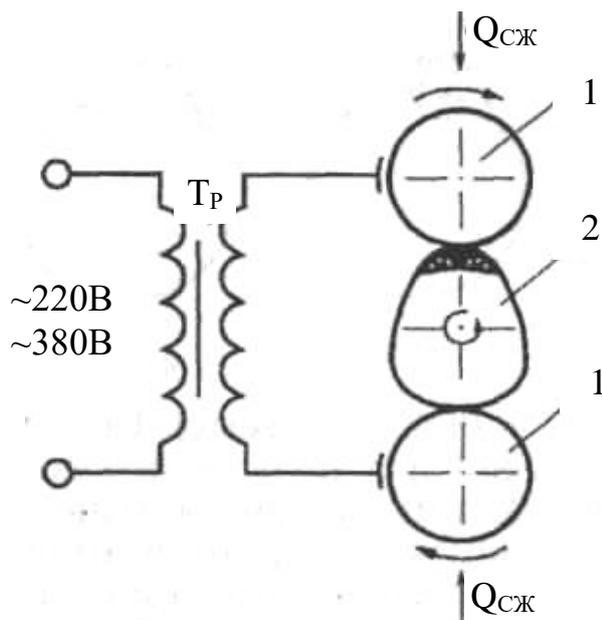
Рисунок 17 – Профиль кулачка: а) исходный; б) изношенный



1 – стальная лента; 2 – выступающий массив смеси;
3 – тонкий слой смеси

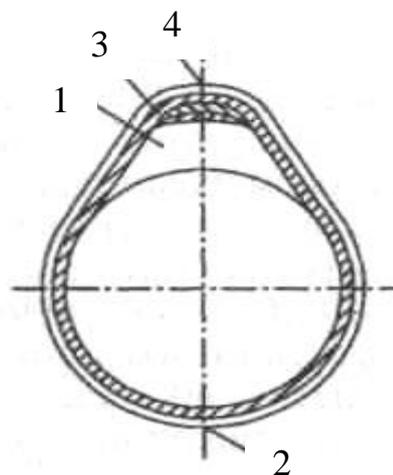
Рисунок 18 – Схема расположения пастообразного припоя на поверхности ленты

При толщине слоя смеси менее 30 мкм в паяном слое могут возникать «лыски» при приложении давления от дисковых электродов 1 (рисунок 19) вследствие выдавливания припоя из пространства между кулачком 2 и лентой. При толщине слоя более 50 мкм увеличивается расход смеси, а качество паяного шва ухудшается из-за неполного расплавления припоя.



1 – электрод; 2 – кулачок
Рисунок 19 – Схема приварки

Ленту 3 (рисунок 20) с нанесенным припоем устанавливают на изношенный кулачок 2 таким образом, чтобы массив смеси 4 заполнил изношенную зону кулачка. Концы ленты сваривают с образованием шва. К наружной поверхности ленты подводят дисковые электроды и прижимают (см. рисунок 16) с усилием сжатия $Q_{сж} = 800 \text{ Н}$. На дисковые электроды от трансформатора T_r подают напряжение $3,5...4,5 \text{ В}$, обеспечивающее силу тока $5000...6000 \text{ А}$. Кулачок приво-



1 – электрод; 2 – кулачок;
3 – лента; 4 – массив смеси

Рисунок 20 – Поперечное сечение восстанавливаемого кулачка

дят, во вращение с переменной скоростью, пропорциональной отношению r/R (см. рисунок 17). Широкие поверхности восстанавливают по винтовой линии с продольным перемещением кулачка. Скорость вращения и перемещения кулачка выбирают, исходя из условия перекрытия паяных швов на $30...40 \%$. Обкатывание кулачка 2 (см. рисунок 19) дисковыми электродами 1 производят до полного затвердевания припоя при одновременном жидкостном охлаждении зоны контакта между электродами и лентой. После восстановления кулачок шлифуют до полного удаления формирующей стальной ленты.

Профильную часть кулачков восстанавливают электрошлаковой приваркой проволоки ПГ-ХН80СР2 с последующим шлифованием

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты характерны для деталей типа «вал»?
2. В чем заключаются общие принципы восстановления валов?
3. Когда для восстановления посадочных поверхностей валов применяются слесарно-механические способы восстановления?
4. Когда посадочные поверхности валов целесообразно восстанавливать нанесением гальванических покрытий?
5. Какие способы восстановления рекомендуется использовать при значительных износах шеек валов?
6. В чем преимущества электроконтактной приварки при восстановлении шеек валов?

7. Как восстанавливают шейки пустотелых валов пластическим деформированием?
8. В чем заключается принцип электро-механической обработки?
9. Какие способы применяют при восстановлении наружной резьбы?
10. Какими методами устраняют изгиб валов?
11. Какие способы применяются для восстановления шпоночных пазов?
12. В чем заключается технология восстановления шпоночного паза постановкой «ступенчатой шпонки»?
13. Когда допустимо фрезерование шпоночного паза на новом месте? Как этот технологический процесс реализуется?
14. Какие наплавочные способы рекомендуется применять при восстановлении шпоночных пазов?
15. Какие способы используют для восстановления шлицев?
16. Чем определяется выбор способ восстановления шлицевых поверхностей?
17. Какова последовательность наплавки кулачков?
18. Какой способ восстановления кулачков считается прогрессивным?

3 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРОВ

Основным конструктивным признаком для деталей этой группы является наличие концентрических наружных и внутренних поверхностей. Кроме того, они могут иметь гладкие, ступенчатые, зубчатые и шлицевые, фланцевые и сложные поверхности. Полые цилиндры изготавливают из модифицированного, ковкого и специального чугуна, углеродистых сталей, медных сплавов. В процессе эксплуатации они подвергаются механическим нагрузкам, механическому и молекулярно-механическому износу. Наиболее часто встречающимися дефектами этих деталей является *износ внутренних и наружных посадочных поверхностей, задиры и кольцевые риски на трущихся поверхностях*.

При восстановлении полых цилиндров необходимо обеспечить размеры и шероховатость восстановленных поверхностей, твердость и прочность сцепления покрытия с основным металлом, а также соосность и симметричность относительно общей оси, допустимую цилиндричность и круглость.

Типичными представителями группы являются: втулки, ступицы колес, гильзы цилиндров, поэтому остановимся именно на этих деталях.

Ступицы колес тракторов и автомобилей изготавливают из серого или

ковкого чугуна. При наличии трещин и изломов эти детали выбраковываются.

Изношенные резьбовые отверстия рассверливают и нарезают в них резьбу ремонтного размера (см. п. 1.3). Посадочные места восстанавливают постановкой дополнительной ремонтной детали – втулки (см. п. 1.1).

Втулки, имеющие износ внутренней поверхности восстанавливают пластическим деформированием: осадкой и обжатием в холодном (изготовленные из медных сплавов) и нагретом (стальные) состоянии в специальных приспособлениях гидравлическими прессами.

При *осадке* уменьшение внутреннего диаметра втулки происходит за счет уменьшения ее высоты. Допускается уменьшение высоты втулки на 8...10%. Для сохранения формы отверстий, канавок и прорезей в них вставляют стальные вставки. *Обжатие* применяется для уменьшения внутренних размеров путем уменьшения наружных (бронзовые втулки верхней головки шатунов и шкворней). Далее наружную поверхность омедняют или приваривают к ней стальную ленту электроимпульсной контактной приварки.

Более рациональной считается технология 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.

3.1 Восстановление гильз цилиндров автотракторных двигателей

Основными дефектами гильз цилиндров автотракторных двигателей: *износ внутренней рабочей поверхности, риски и задиры; износ нижней поверхности опорного бурта; износ посадочных поясков; кавитационные и коррозионные повреждения наружной поверхности, отложения накипи.*

Технология ремонта гильз цилиндров зависит от их конструкции, которая у автотракторных двигателей различна: цилиндры могут быть отлиты и расточены непосредственно в блоке или запрессованы в отверстия блока. Все современные тракторные, комбайновые и двигатели грузовых автомобилей, как правило, изготавливают со сменными гильзами. В целях увеличения сроков служ-

бы гильзы двигателей отливают из легированного чугуна СЧ 21-40 и подвергают поверхностной закалке до получения твердости не ниже 40 HRC_Э.

Износ внутренней рабочей поверхности устраняют обработкой под ремонтный размер (*метод ремонтных размеров*), который заключается в растачивании с последующим трехкратным хонингованием.

При расточке под ремонтный размер на вертикально-расточных станках моделей 278 и 279 Н, вертикальных алмазно-расточных станках моделей 278, 278Н, 2А78Н и многошпиндельных полуавтоматах восстанавливают геометрическую форму и чистоту поверхности. Овальность и конусность детали после растачивания составляют не более 0,04...0,05 мм, шероховатость поверхности $R_a = 2,5..1,25$ мкм. После растачивания оставляют припуск на хонингование.

Хонингование проводят в три этапа: черновое, чистовое и окончательное. При черновом хонинговании снимают припуск и исправляют погрешности геометрической формы отверстия на растачивание. Припуск на эту операцию берут 0,06...0,1 мм на диаметр. При чистовом хонинговании снижают шероховатость поверхности и вновь исправляют геометрическую форму отверстия. Припуск на обработку оставляют 0,03...0,04 мм на диаметр. Овальность и конусность отверстия после чистового хонингования должна быть не более 0,03 мм, шероховатость поверхности соответствовать $R_a = 0,4$ мкм. При окончательном хонинговании снимают припуск 0,005...0,01 мкм, чем снижают шероховатость до $R_a = 0,2....0,16$ мкм. Все цилиндры (гильзы) должны быть обработаны под один размер в пределах установленного допуска нового цилиндра.

Чтобы получить качественную поверхность цилиндра необходимо сделать ее как можно более гладкой и, в тоже время, для заполнения впадин возможно большим количеством масла – максимально шероховатой. Этого достигают с помощью *плосковершинного хонингования*. Его проводят в два этапа. Вначале с помощью достаточно крупнозернистых брусков (100...120 мкм) создают основную шероховатость поверхности, при которой глубина впадин достигает 20...30 мкм. Затем мелкозернистыми брусками (16...40 мкм) заглаживают выступы, вследствие чего образуются опорные поверхности. Съем металла

на финишной операции составляет 3...5 мкм, а профиль поверхности получает вид, близкий к профилю уже работавшей поверхности.

Впадины основной шероховатости должны иметь не только глубину, но определенные углы раскрытия. Угол впадины важен для маслоудержания, причем далеко не всегда более широкие впадины с большим объемом удерживают большее количество масла. При большом раскрытии угла масло «проваливается» во впадину, а при малом угле, за счет сил поверхностного натяжения, оно выступает над поверхностью цилиндра, обеспечивая смазку деталей.

Очень важный параметр поверхности цилиндра – угол хонингования, т. е. угол между рисками, образованными при движении головки вверх и вниз. При малом угле добиться необходимого профиля поверхности не удастся, что ведет к «сухому» трению и задиру колец и цилиндров. Большой угол обычно требует большего расхода масла. Оптимальный угол хонингования обычно составляет 60...75°.

Гильзы цилиндров, вышедшие за ремонтный размер восстанавливают: постановкой легкоъемных тонких пластин; железнением; хромированием; электроконтактной приваркой ленты; термопластическим обжатием; индукционной центробежной наплавкой; газопламенным или плазменным напылением с последующим оплавлением ТВЧ; дуговой наплавкой.

При восстановлении *постановкой пластин* гильзу растачивают и хонингуют под определенный размер. Затем в нее с помощью специального приспособления запрессовывают вставки изготовленные из холоднокатаной, термообработанной калиброванной ленты из стали: У8А, У10А, 70С2ХА, 40КХНМ, 0Х17Н7ГТ толщиной 0,5...1,0 мм, твердостью 45...55 НРС. На одну гильзу (двигатель ЯМЗ) используют четыре вставки. После запрессовки гильзу подвергают черновому и чистовому хонингованию. При повторном восстановлении изношенные пластины выпрессовывают и заменяют новыми.

Ресурс восстановленных этим способом гильз равен ресурсу новых гильз. недостатком способа следует считать дефицитность и высокую стоимость лент.

При *электроконтактной приварке* используют ленту из стали 40, 45, 50, что существенно снижает себестоимость восстановления. Высокая твердость

поверхности достигается за счет самозакалки ленты при ее приварке. Вместо ленты возможно напекание порошков.

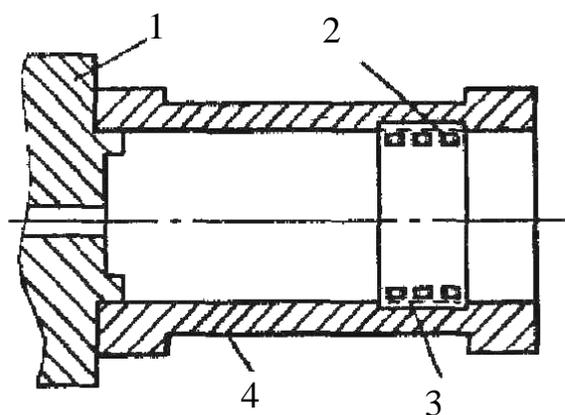
Термопластическое обжатие позволяет компенсировать износ внутренней рабочей поверхности за счет структурных превращений и роста зерна чугуна при нагреве гильзы токами ТВЧ.

При этом способе гильзу устанавливают в охлаждаемую водой форму, внутрь вводят индуктор ТВЧ. Так как форма ограничивает расширение гильзы при ее нагреве, то происходит пластическое деформирование в радиальном направлении по направлению к оси гильзы, что в конечном итоге приводит к уменьшению внутреннего диаметра на 0,75...0,9 мм.

Способ отличается сложностью технологического оборудования, необходимостью изготовления форм для каждого типоразмера гильз.

Индукционная наплавка позволяет повысить ресурс отремонтированных двигателей на 80 %. Перед наплавкой гильзу в верхней наиболее изношенной части растачивают на глубину 0,5 мм, закрепляют в патроне автоматизированной установки и вращают с частотой 750...950 мин⁻¹. В расточку подают шихту (флюс и порошок ПГ-ХН80СР4), которая под действием центробежных сил равномерно распределяется по поверхности гильзы. Внутри гильзы вводят индуктор ТВЧ и расплавляют шихту (рисунок 21). После охлаждения гильзы до 200...300° С вращение прекращают. Затем проводят высокотемпературный отпуск, расточку и хонингование. Твердость наплавленной поверхности составляет 55...58 НРС.

К недостаткам способа стоит отнести высокую стоимость присадочных материалов (порошка).



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

Рисунок 21 – Схема индукционной наплавки гильзы

При восстановлении рабочей поверхности гильзы цилиндров *железными* используют сплавы Fe-P, Fe-Ni-P, с помощью которых получают железо-

фосфорные покрытия толщиной до 1 мм и микротвердостью 7000...8000 МПа. Сплав фосфора с железом обеспечивает высокую износостойкость зеркала цилиндра, так как для него характерен рост микротвердости покрытия почти в два раза с повышением температуры. Высокая износостойкость получаемого покрытия может частично компенсировать недостатки, присущие гальваническим способам получения покрытия.

Для дуговой наплавки гильз используют порошковую проволоку ПП-АН-124-О, затем проводят механическую стандартную обработку. Это способ крайне ограничено применяется в ремонтном производстве в силу негативных явлений, возникающих при сварке и наплавке чугунных деталей.

У моноблоков цилиндры восстанавливают постановкой «сухой гильзы», изготовленной из марганцовистого чугуна. В расточенный блок запрессовывают гильзу с натягом 0,08...0,12 мм и обрабатывают ее под нормальный размер.

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 (электронатиранием) железцинкового сплава с последующей механической обработкой шлифованием до нормального размера.

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

Одним из перспективных методов повышения износостойкости новых и восстановленных цилиндров и гильз двигателей в 1,5-2 раза является *финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО)*. Сущность ФАБО заключается в том, что поверхности трения деталей покрывают тонким слоем (1...3 мкм) бронзы или меди, вследствие чего они приобретают высокие антифрикци-

онные свойства. Структура образовавшийся пленки пористая, что позволяет хорошо впитывать и удерживать смазку. Рабочую поверхность обрабатывают прутком или бруском из медных сплавов с использованием поверхностно-активных веществ, содержащихся в СОЖ. Также используют металлоплакирующие среды в виде присадок (хлорид меди $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), добавляемые при хонинговании в СОЖ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты характерны для группы деталей :полые цилиндры»?
2. Какими способами восстанавливают втулки верхней головки шатуна?
3. От каких факторов зависит технологический процесс восстановления гильз цилиндров автотракторных двигателей?
4. Какими способами восстанавливают гильзы, вышедшие за ремонтный размер?
5. Какими способами можно повысить долговечность гильзы?

4 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Детали механических передач (зубчатые колеса, звездочки, шкивы) – массовые детали машин, достаточно дорогие и дефицитные. Из-за сложности технологии их, как правило, не восстанавливают, а заменяют новыми, что значительно повышает стоимость ремонта машин и приводит к потерям металла. Вместе с тем для устранения некоторых дефектов этих деталей разработано несколько вариантов технологий, приведенных ниже.

4.1 Зубчатые колеса (шестерни)

Зубчатые колеса (шестерни) изготавливают преимущественно из легированных цементированных сталей 25ХГТ, 20ХНМ, 40Х и др. Твердость рабочих поверхностей зубьев составляет 50...60 HRC, что достигается применением термической и химико-термической обработки. Работая в условиях больших динамических нагрузок, зубья зубчатых колес испытывают одновременное воздействие изгибающих моментов и контактных напряжений, подвергаются ударным нагрузкам, а при загрязнении смазочного материала – гидроабразивно-

му изнашиванию. Изнашивание зубьев резко усиливается при перекосе и непараллельности валов.

В результате воздействия этих негативных факторов возникают следующие дефекты: *усталостное разрушение* (питтинг) и *износ зубьев по толщине; износ торцевых поверхностей зубьев* (у зубчатых колес непостоянного зацепления), приводящий к уменьшению их длины; *выкрашивание; скалывание и поломка зубьев; износ внутренней посадочной поверхности.*

Наиболее распространенным дефектом зубчатых колес является износ зубьев по толщине и длине. Шестерни с предельно изношенными зубьями, имеющие обломы, сколы, трещины, выбраковывают. Допускается износ зубьев по толщине 0,2...0,5 мм и выкрашивание цементированного слоя на двух несмежных зубьях не более 1/4 их длины или на двух смежных зубьях – меньше 1/5 их длины. При большем износе шестерни выбраковывают.

Для восстановления зубьев разработано несколько методов:

- замена части детали;
- автоматическая наплавка без последующей термообработки;
- автоматическая наплавка с последующей термообработкой;
- пластическое деформирование.
- комбинированный способ.

Замену части детали применяют при ремонте зубчатых колес или их блоков, когда один из венцов блока сильно изношен, а остальные имеют допустимые износы и нецелесообразно выбраковывать 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. Способ отличается высокой себестоимостью восстановления и его целесообразно применять только в условиях единичного производства.

При *автоматической наплавке без последующей термообработки* изношенных торцов каждый зуб наплавляется с принудительным формированием

слоя в охлаждаемой водой медной форме – кристаллизаторе (рисунок 22).

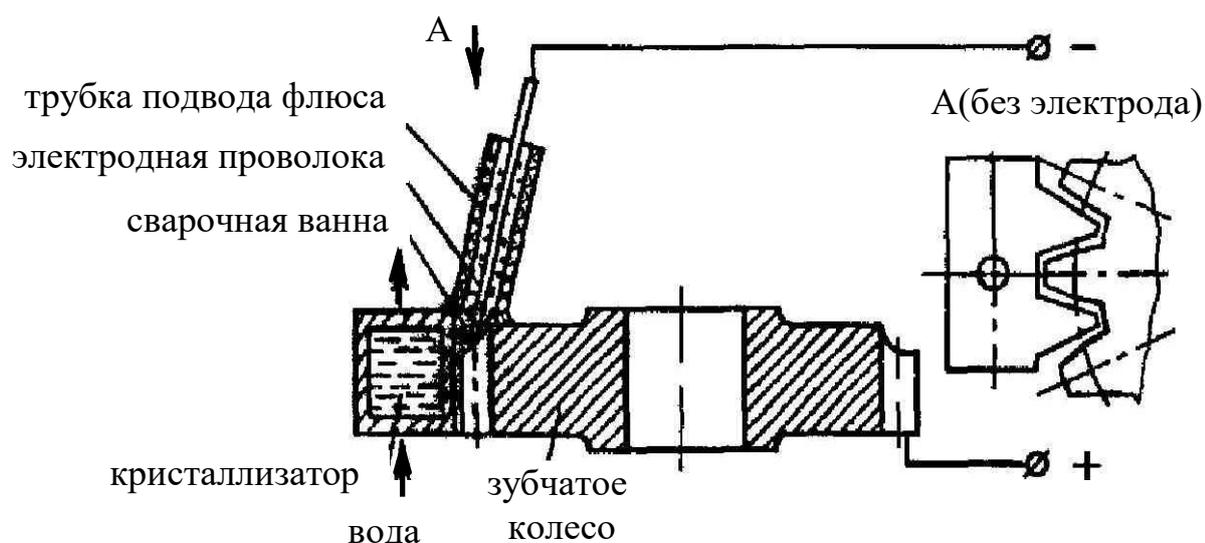


Рисунок 22 – Наплавка торцов зубьев в кристаллизаторе

Наплавка выполняется высокоуглеродистой проволокой Нп-65, диаметром 1,8...2 мм под слоем флюса АН-60. Высокая скорость наплавки, интенсивный отвод тепла в медную форму и тело зубчатого колеса сводят до минимума термическое влияние дуги на материал зубьев, что исключает повторную термическую обработку. Наплавленную часть зубьев шлифуют по длине (торцу) и окружности выступов, а затем электрохимическим способом закругляют их торцы и обрабатывают по толщине. При износе зубьев по длине более 4 мм после электрохимического закругления их торцов наплавленную часть зубьев шлифуют по боковым поверхностям.

Изношенные зубья колес среднескоростных и тихоходных открытых передач при модуле более 8 восстанавливают электродуговой наплавкой рабочих поверхностей пружинной проволокой I или II класса. Толщину восстанавливаемых зубьев контролируют шаблоном, охватывающим 3...5 зубьев. При наплавке принимают припуск на последующую механическую обработку профиля. В некоторых случаях после наплавки не прибегают к механической обработке восстановленного профиля, а поворачивают колесо на 180° при установке.

Более высоких механических свойств (твердости) можно добиться при автоматической наплавке (под слоем флюса или в среде CO_2) торцов зубьев с последующей термической обработкой.

В первом случае наплавку ведут ленточным электродом из стали У8А под слоем флюса АН-348А. Затем проводят отпуск, нагревая ТВЧ до температуры 730...750 °С и выдерживая в подогретом песке. Далее обтачивают колесо по торцам и вершинам зубьев, нарезают зубья и закругляют их торцы. После механической обработки их нагревают ТВЧ до 800...950° С и закалывают с охлаждением в масле до твердости 58...60 HRC.

Перед наплавкой в среде углекислого газа зубчатые колеса, для исключения образования холодных трещин и улучшения структуры околошовной зоны, нагревают до температуры 200° С. Наплавку ведут проволокой Нп-30ХГСА. Затем проводят механическую обработку, закалку в масле и низкотемпературный отпуск. Твердость наплавленного слоя 50...65 HRC.

Восстановление торцов может быть выполнено аргоно-дуговой наплавкой неплавящимся электродом с подачей присадочной стальной проволоки, но этот метод не получил распространения из-за высокой стоимости аргона.

При восстановлении зубчатых колес *пластическим деформированием*, износ зубьев 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 с ускоренным ходом и усилием 4000...6300 кН, выдавливая на нерабочей части кольцевые канавки и перемещая металл к изношенным поверхностям. Затем деталь отжигают и проводят механическую и химико-термическую обработки зубчатых колес, как и при изготовлении новых.

Восстанавливают зубчатые колеса и ротационным деформированием, при котором изношенный зубчатый венец, нагретый ТВЧ, раздается пуансоном или роликами и одновременно обкатывается зубчатыми накатниками, формирующими зубчатый венец с минимальными припусками на последующую обработку.

Нарушение механических свойств при нагреве требует обязательного проведения термической обработки после восстановления пластическим деформированием, кроме того, так как для зубчатых колес необходима высокая

износостойкость поверхностных слоев при вязкой сердцевине, то после восстановления необходимо химико-термическая обработка, что несколько осложняет технологический процесс.

Разработан *комбинированный способ* (осадка и наплавка) восстановления зубчатых колес. Перед наплавкой детали нагревают до температуры 250...300°C. Наплавку ведут проволокой Нп-30ХГСА под слоем флюса АН-348А на специальной установке, созданной на базе наплавочного станка У-653 без кристаллизатора и ограничения сварочной ванны. Для получения припуска по толщине зубьев наплавленный венец нагревают ТВЧ до температуры 1150...1200°C и осаживают в открытом штампе на гидравлическом прессе с усилием 1600...2500 кН. После этого зубчатый венец подвергают нормализации, формируют размеры отверстия ступицы прошивкой на гидравлическом прессе в холодном состоянии, а затем выполняют обработку резанием, химико-термическую и финишную обработки.

При таком способе восстановления обеспечиваются заданные качественные показатели по прочности соединения и плотности наплавленного металла, хорошая обрабатываемость обычным режущим инструментом, достаточное количество наплавленного металла для формирования полного профиля зубьев по длине и толщине и удовлетворительная обрабатываемость химико-термическим способом с обеспечением твердости зубьев в пределах 57...61 HRC. Способ имеет аналогичные недостатки указанные выше.

Способы, применяемые для восстановления посадочных поверхностей изложены в п.п. 1.1, 2.4, 2.5.

4.2 Звездочки цепных передач

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 или высокопрочного чугуна и стали. Во время работы цепных передач изнашиваются *зубья звездочек по толщине и ширине, поверхности ступиц, шпоночные пазы, резьбовые отверстия*. Звездочки выбраковывают, если износ по толщине

зубьев превышает 40...50 % первоначальной толщины. Если износ зубьев по толщине в зависимости от шага составляет 0,8...1,5 мм, то звездочки подлежат восстановлению. Известно несколько способов восстановлений износа зубьев:

- слесарно-механический (перекомплектовка, замена части детали);
- наплавка с последующим фрезерованием;
- пластическим деформированием.

Наиболее часто используют *перекомплектовку*, то есть звездочки с симметричной ступицей поворачивают на 180°, включая в работу неизношенную часть зубьев. Также можно поступить и для звездочек с несимметричным расположением ступицы. В этом случае срезают часть ступицы с удлиненного конца и наплавляют или приваривают наставку с другой стороны.

Замену части детали (срезание изношенного венца и установка вновь изготовлена) может быть применена в исключительных случаях, так как это способ экономически невыгоден и применим только для уникальных деталей.

При восстановлении звездочек *пластическим деформированием* из изношенных звездочек штамповкой получают заготовки, на которых накатывают зубья номинальных размеров. Обработку давлением осуществляют в открытых штампах на ковочном молоте с ограничением диаметра матрицы по диаметру выступов звездочки. Перед штамповкой звездочку с технологическим пальцем, установленным в отверстии ступицы, нагревают в электропечи до температуры 950...1000° С. После штамповки венца ступицу с технологическим пальцем обжимают в штампе на гидравлическом прессе, а затем технологический палец выпрессовывают. Остывшие звездочки помещают в галтовочный барабан и очищают от окалины, а затем на протяжном станке обрабатывают отверстие ступицы и шпоночный паз до номинальных размеров. Затем устанавливают на вал суппорта накатной установки, токами высокой частоты нагревают венец до температуры 1200±50° С, и накатывают зубья номинальных размеров. Зубчатый венец закаливают, а затем при необходимости рассверливают отверстие и нарезают резьбу под стопорный болт. Восстановленные звездочки по всем параметрам соответствуют новым, и имеют износостойкость 1,4...1,6 раза больше

по сравнению с фрезерованными зубьями. При восстановлении звездочек пластическим деформированием необходимо обеспечить выполнение следующих требований: при деформации не должно быть нарушено деление зубчатого венца; толщину венца уменьшают настолько, чтобы обеспечить свободный вход детали между ребрами накатного инструмента с учетом торцового биения и температурного расширения при нагревании.

Сложность и многооперационность технологического процесса, необходимость проведения термической обработки органичивают область применения этой технологии при восстановлении звездочек.

Способы, применяемые для устранения других дефектов изложены в п.п. 1.1, 1.3, 2.4.

4.3 Шкивы

Шкивы изготавливают литьем из чугуна марки СЧ-20, алюминиевых сплавов, сварными из стали, а также из пластмасс. Чугунные шкивы из-за опасности разрыва от действия центробежных сил применяют при окружной скорости до 30 м/с. Для снижения инерционных нагрузок, особенно в передачах с большими скоростями шкивы выполняют из алюминиевых сплавов.

Основным дефектом этих деталей является *износ поверхности, соприкасающейся с приводным ремнем* (в шкивах под клиновидные ремни это поверхности канавок). Также в процессе эксплуатации на поверхности шкивов могут возникнуть *нарушения целостности (трещины и изломы)*, износ посадочных поверхностей (в зависимости от способа установки: шпоночного паза, шейки, шлиц). Способы, применяемые для восстановления посадочных поверхностей изложены в п.п. 1.1, 2.4, 2.5.

Наружная поверхность шкивов ременных передач в основном изнашиваются, если радиальное и осевое биение шкивов больше допустимых пределов, нарушена параллельность валов, ослаблены или чрезмерно натянуты ремни, сечение клиновых ремней не соответствует профилю канавок шкивов. Значительный износ канавок шкива клиноременной передачи приводит к утопанию ремня (опусканию последнего на дно канавки), приводящее в ряде случаев к излому

буртиков шкива и нарушению балансировки. Для устранения этого дефекта используют *слесарно-механический* способ: обтачивают поверхности обода и стенок канавок, а дно канавок углубляют. Профиль и размеры всех канавок должны быть одинаковыми, что контролируют специальным шаблоном, соответствующим профилю ремня. При правильном проведении технологических воздействий шаблон не должен касаться дна канавки.

Нарушения целостности на поверхности шкивов устраняют *сварочными способами*. Для чугунных шкивов используют:

- газовую сварку цветными сплавами;
- электродуговую сварку специальными электродами (см. п. 1.2).

Чугунные шкивы перед заваркой равномерно нагревают по всему диаметру, чтобы свести к минимуму внутренние напряжения на завариваемом участке, вызывающие образование трещин в других местах детали.

При *газовой заварке* трещин цветными сплавами в качестве присадочного материала используют латунь. Предварительно с кромок трещин снимают фаски так, чтобы угол разделки был $70...80^\circ$, затем их подвергают грубой обработке с образованием насечек и зачищают. Подогрев ведут пламенем газовой горелки до температуры $900...950^\circ\text{C}$. На поверхность наносят слой флюса, нагревают в пламени горелки конец латунной проволоки, которым натирают нагретые кромки трещины так, чтобы латунь покрыла поверхности фасок тонким слоем. Конец латунной проволоки периодически погружают во флюс. После нанесения тонкого слоя латуни трещину полностью заваривают. Затем пламя горелки медленно отводят от восстанавливаемой поверхности, а шов покрывают листовым асбестом. При правильно выбранном температурном режиме процесса латунь покрывает поверхности фасок ровным и плотным слоем. Чрезмерно высокая температура приводит к образованию окиси цинка, которая покрывает белым налетом околошовную зону. При недостаточной температуре на фасках образуются шарики латуни. После окончания заварки трещин шкив погружают в нагретый песок для медленного равномерного остывания.

Трещины в шкивах, изготовленных из алюминиевых сплавов, устраняют:

- газовой сваркой;
- электродуговой сваркой специальными электродами;
- неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона.

Газовую заварку трещин в алюминиевых шкивах проводят ацетилен-кислородным нейтральным пламенем с использованием флюса АФ-4А. Предварительно поверхность трещины зачищают металлической щеткой. Подготовленную деталь нагревают до 250...300°С. На присадочный пруток и завариваемые кромки трещины наносят флюс в пастообразном состоянии. Около трещины кладут кусочки дополнительного присадочного металла (сплавы алюминия), нагревают завариваемый участок до температуры плавления. Затем из основного жидкого металла специальным крючком удаляют оксиды алюминия и другие добавки, вводят в расплавленную сварочную ванну кусок дополнительного металла и перемешивают, тем самым, обеспечивая надежное сплавление дополнительного и основного металлов. После заварки температуру детали выравнивают в течение 1...2 мин в электропечи при температуре 250...300° С, а затем шкив охлаждают на воздухе. При этом способе заварки отпадает необходимость в вырубке металла при подготовке трещины к заварке.

При ручной заварке трещин в шкивах из алюминиевых сплавов применяют электроды ОЗА-2 (сплавы алюминия) и ОЗА-1 (технический алюминий) с покрытием из флюса АФ-4А. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности, силу тока выбирают из расчета 35...45 А на 1 мм диаметр электрода.

Для заварки также применяют неплавящиеся вольфрамовые электроды, работающие в среде аргона. В качестве присадочного материала используют сплавы алюминия. Расстояние до сопла сварочной горелки не должно быть менее 5...10 мм, а вылет вольфрамового электрода 1...5 мм. Во избежание коробления и образования трещин в шве используют предварительный подогрев места заварки или всего шкива по диаметру до температуры 250...300°С. Во время заварки трещин электрод следует перемещать только прямолинейно, без по-

перечных колебаний, перпендикулярно к поверхности завариваемой трещины. После заварки для улучшения свойств сварного шва и уменьшения внутренних напряжений деталь следует нагреть до температуры 250...350°C, погрузить в нагретый песок для медленного охлаждения.

Все восстановленные шкивы должны быть тщательно отбалансированы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты характерны для зубчатых колес, звездочек, шкивов?
2. Какими способами можно устранить износ зубчатого венца?
3. Какие виды термической обработки применяют для восстановленных зубчатых колес?
4. В чем заключается восстановление зубчатых колес методом пластического деформирования?
5. Что такое комбинированный способ?
6. Когда выбраковываются звездочки зубчатых передач?
7. Какой способ восстановления звездочек считается рациональным?
8. Как и почему изнашиваются шкивы ременных передач?
9. Какие способы используют для заделки трещин шкивов?

5 ВОССТАНОВЛЕНИЕ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ

К упругим элементам машин относятся пружины, рессорные листы и торсионы. Как правило эти детали изготавливают из стали 60С2А, 60СА, 60С2ГФ, 65Г, 50ХГФ, 50ХФА и подвергают термической обработке.

Пружины бракуют при наличии на поверхности витков проникающей коррозии, надломов, трещин, износа от трения о смежные детали, неровностей и неконцентричности витков; при отклонении от прямолинейности образующей пружины в свободном состоянии более 3 мм на длине 100 мм; при отклонении от перпендикулярности опорных торцов и образующей пружины в свободном состоянии более 3 мм на длине 100 мм; при усилиях (нагрузках) пружин, сжатых (растянутых) до рабочей длины (высоты), менее допустимых значений, приведённых в технических требованиях. Рессорные листы подлежат выбраковке при обломах, трещинах, и износах, превышающих допустимые (определяется по техническим условиям).

Характерным повреждением упругих элементов является *потеря упругости*, которая может быть восстановлена следующими способами:

- поверхностным пластическим деформированием;
- термической и химикотермической обработкой
- термомеханическим способом.

При поверхностно пластическом деформировании (дробеструйной и ультразвуковой обработке, накатке роликами) в результате наклепа поверхностных слоев, повышается твердость и возникают остаточные напряжения сжатия, возвращающие детали первоначальную форму.

Дробеструйную обработку пружин клапанов и подвески проводят стальную дробь диаметром 0,6...0,8 мм, а листовые пружины и торсионы – дробью диаметром 0,8...1,2 мм в течении 4...12 мин, подаваемой к поверхности сжатым воздухом или струей жидкости. При гидродробеструйной обработке упрочнение поверхностей проводят стальными шариками диаметром 0,6...1,0 мм в потоке СОЖ (например, трансформаторного масла).

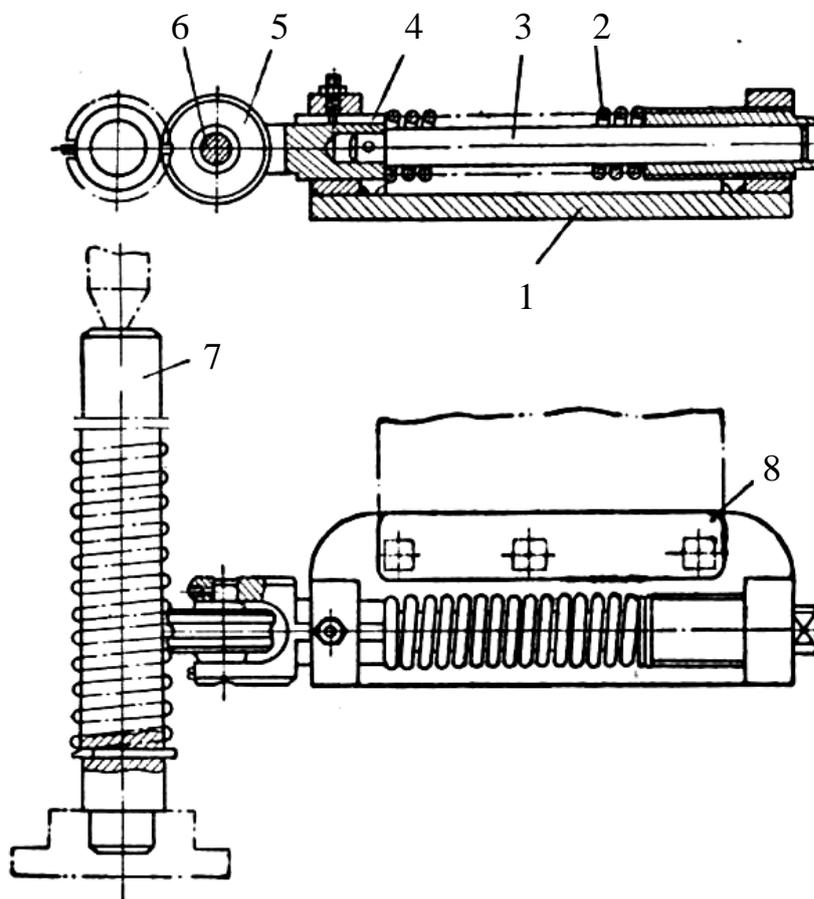
Первому способу присущи ряд недостатков: высокие локальные температуры (до 650 °С); сравнительно высокая шероховатость обработанной поверхности; активный перенос материала дроби на обрабатываемую поверхность, уменьшающий коррозионную стойкость некоторых материалов; нестабильность режима упрочнения из-за интенсивного износа дроби. Гидродробеструйная обработка обеспечивает более стабильное качество.

При *ультразвуковой обработке* к упрочняемой поверхности прижимают стальной или твердосплавный шар, вибрирующий с частотой $2 \cdot 10^4$ Гц, который пластически деформирует поверхность импульсно и многократно незначительной статической силой при отсутствии трения качения. Среднее давление, создаваемое в поверхностном слое детали, в 3...9 раз меньше, чем при обкатывании шариком.

По сравнению с другими способами поверхностного пластического деформирования ультразвуковая обработка в наибольшей степени изменяет свойства поверхностного слоя: упрочнение на 40... 180 %, изменение шероховатости

$R_z = 0,8...0,4$ мкм при исходной $R_z = 20...6,3$ мкм и остаточные напряжения до 1100...1200 МПа, глубина наклепа составляет 0,30...0,65 мм.

Восстановление упругих свойств пружин, например клапанных, проводят *накаткой роликами* с помощью специального приспособления (рисунок 23), которое закрепляют вместо резца в резцедержателе суппорта токарного станка.



1 – плита; 2 – тарировочная пружина; 3 – хвостовик; 4 – державка; 5 – ролик;
6 – палец; 7 – оправка; 8 – планка

Рисунок 23 – Приспособление для накатки пружин

Коническую оправку 7 с несколькими отверстиями закрепляют в патроне станка, надевают на нее пружину, потерявшую упругость, и подпирают конец оправки центром задней бабки станка. Пружину на оправке закрепляют крепежным штифтом, который вставляют в отверстие оправки между первым и вторым рабочими витками пружины со стороны патрона. Снижают тарировочную пружину 2 приспособления до длины накатываемой пружины под нагрузкой. Подводят суппорт к оправке с пружиной и прижимают ролик 5 к витку восстанавливаемой пружины, пока тарировочная пружина не сожмется на 1-2

мм. Шаг подачи суппорта (шаг накатки) выбирают в зависимости от величины потери упругости. Пружину накатывают при давлении ролика 2...4 кН и 80...120 об/мин шпинделя станка, при 2-3 двойных проходах. После накатывания клапанные пружины динамически обжимают, для чего между шпинделем и плитой сверлильного станка устанавливают две оправки, а между ними пружину и мгновенно сжимают ее до соприкосновения витков.

Термическая обработка восстанавливаемых упругих элементов как самостоятельный способ их восстановления сводится к их закалке и отпуску. Так рессорные листы, потерявшие упругость, отжигают, гнут по шаблону и вместе с ним закаливают. Затем проводят среднетемпературный отпуск и обрабатывают дробью вогнутую сторону для стабилизации достигнутого результата.

Химико-термический способ восстановления упругости пружин, обеспечивающий их сквозную прокаливаемость, заключается в их нагреве со скоростью 225...275 °C/с до температуры 880...920 °C в порошковой смеси дисперсностью 20...50 мкм, содержащей компоненты в следующем соотношении, %: феррованадий, ферросилиций, феррохром, ферромарганец и ферромolibден по 10...14; ферротитан и алюминий по 2...8; графит – остальное с последующим охлаждением в масле.

Применяют комбинированную обработку нагревом и пластическим объемным деформированием путем обкатывания.

Упругость спиральных пружин восстанавливают *термомеханическим* способом с помощью установки ОРГ-27530. Пружину сжимают до соприкосновения витков и через нее пропускают ток силой 420 А в течение 18 с (значения приведены для восстановления пружин клапанов и сцеплений). В течение времени нагрева температура детали достигает 830...850 °C. Отключают подачу тока, а пружину медленно (в течение 17 с) растягивают из расчета, чтобы ее длина увеличилась на 3,5 мм по сравнению с длиной новой пружины. Затем пружину сбрасывают в закалочную емкость с маслом АС-8. Однако способ не обеспечивает длительного сохранения жесткости пружин в эксплуатации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой дефект характерен для упругих элементов?
2. Какие способы могут быть применены при восстановлении упругих свойств пружин?
3. Какие виды механической обработки применяются при восстановлении рессорных листов?
4. Какие процессы протекают в поверхностных слоях упругих деталей при дробеструйной обработке?
5. Почему гидродробеструйная обработка обеспечивает более высокие характеристики восстановленной детали?
6. Как проводится ультразвуковая обработка?
7. Какой вид термической обработки применяется при восстановлении упругих элементов?
8. Как реализуется химико-термический способ восстановления?
9. В чем особенность восстановления спиральных пружин термомеханическим способом?
10. Какое оборудование применяется при восстановлении?

6 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рамы сельскохозяйственных машин и тракторов – наиболее нагруженные несущие элементы, выполненные из проката разного профиля и соединенные сваркой, болтами и заклепками.

Основные дефекты: *изгибы и скручивание продольных балок и поперечных связей; ослабление и обрыв болтовых и заклепочных соединений; разрушение сварных швов; износ отверстий и опорных поверхностей; трещины и разрушение продольных балок, лонжеронов, кронштейнов.*

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.

Если ослабла одна заклепка в каждом сопряжении или же при небольших изгибах полок и износе привалочных поверхностей, раму ремонтируют без разборки. В остальных случаях ее разбирают.

Разобранные элементы правят под прессом или с помощью гидравлических и винтовых приспособлений в холодном или подогретом состоянии.

Наиболее эффективна правка с нагревом до 500...600° С пламенем газовой горелки. Нагрев проводят на площади в 1,5-2 раза больше деформированного участка.

У ослабнувших заклепок головки удаляют пламенем газовой горелки ручным или пневматическим зубилом. Старую заклепку удаляют, а на ее место ставят новую и расклепывают горячим или холодным способом. Более эффективна холодная клепка. Ее преимущество заключается в том, что тело заклепки заполняет все отверстие независимо от его формы и плотно соединяет элементы рамы между собой. Нагретая заклепка при остывании уменьшается в объеме, в результате чего образуется зазор, который способствует ослаблению соединения рамы в период эксплуатации.

Искажение геометрической формы заклепочных и резьбовых отверстий устраняют механической обработкой (рассверливанием) под ремонтный или увеличенный размер. Если требуется восстановить резьбовое отверстие до нормального размера, то его заваривают, используя подкладную медную пластину для отвода тепла, затем рассверливают и нарезают необходимую резьбу.

Опорные и привалочные поверхности при их износе 0,5...3 мм шлифуют, устраняя тем самым коробление. При большем износе наплавляют вручную электродом Э-42 и обрабатывают до нормальной высоты.

Трещины и изломы элементов рамы ликвидируют дуговой или газовой сваркой. Одним из способов сварки рамных конструкций является полуавтоматическая сварка проволокой в среде углекислого газа. Сварку ведут с применением сварочных проволок Св-08Г2С, Св-10ГА и других диаметром 0,8...2 мм. Предварительно трещину и прилегающие к ней места очищают от загрязнений стальными щетками или шлифовальным кругом, засверливают края трещины на расстоянии 5...10 мм от конца сверлом 4...5 мм.

Если толщина свариваемых деталей менее 5 мм, то трещину заваривают без разделки кромок. При толщине детали более 5 мм производят разделку под углом 90...100° на 2/3 толщины профиля детали шлифовальным кругом.

Сварку начинают с засверленных концов трещины. Режим сварки (диаметр электрода и величину сварочного тока) устанавливают в зависимости от толщины стенок элементов металлоконструкции.

Если трещина превышает половину ширины балки, а также при трещинах рам, изготовленных из профильного проката, заварку проводят с применением усилительных накладок, изготовленных из стали 3. Длину накладки выбирают такой, чтобы она на 100...150 мм перекрывала трещину, толщина ее должна быть близка к толщине основной детали при установке накладки с одной стороны или половине толщины детали при установке накладок с двух сторон. По высоте накладки не должны выступать за габариты основной детали. Накладки приваривают только продольными швами. Накладки могут быть приварены и кольцевыми швами, для чего в них просверливают отверстия диаметром 20...40 мм таким образом, чтобы поврежденное место находилось между ними, и затем по периметру этих отверстий приваривают усиливающую накладку

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты встречаются у рам с.-х. техники?
2. В каких случаях рама подлежит разборке?
3. Как проводят правку элементов рам?
4. Почему горячая правка более эффективна?
5. Каким образом устраняют ослабление заклепочных соединений?
6. Как устраняют износ опорных поверхностей?
7. Из каких операций состоит подготовка трещины к завариванию?
8. В каких случаях производят разделку кромок?
9. Когда при заварке трещин используют усиливающие элементы?
10. Какими швами могут быть приварены накладки?

7 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ (ПРЕЦИЗИОННЫХ) ДЕТАЛЕЙ

К высокоточным деталям и соединениям относят детали, обрабатываемые по 4–6 квалитетам точности (прецизионные детали гидравлических распределителей, топливной аппаратуры дизелей и т.д.). Основным видом эксплуатационных отказов этих деталей (до 80 %) являются дефекты, образующиеся в

результате изнашивания рабочих поверхностей в результате абразивного и гидроабразивного износа.

7.1 Прецизионные детали гидравлической система

Характерный дефект гидрораспределителя – *износ подвижных сопряжений прецизионных пар*, проявляющиеся при износе и отклонении от правильной геометрической формы золотников и поясков золотниковых отверстий корпусов. В практике ремонтного производства для устранения этих дефектов используют *метод ремонтных размеров, перекомплектование* и методы основанные на нанесении покрытий (*хромирование и электроискровую обработку*).

Так как в большинстве случаев такие соединения имеют большое число размерных групп (до 20), то при незначительном износе в паре корпус-золотник проводят подбор золотника по отверстию корпуса (в процессе перекомплектования) с последующей совместной притиркой 5-микронной пастой.

При большем износе используют следующую технологию: *шлифование* поясков до выведение следов износа, *хромирование* и *шлифование* до нормального размера. Шлифование проводят на круглошлифовальных станках при окружной скорости золотника 15...20 м/мин и поперечной подаче шлифовального круга 0,002...0,003 мм/об. После шлифования притупляют острые кромки. Отклонение от геометрической формы не должны превышать 0,003 мм, чистота поверхности пояска должна соответствовать требованиям для нового изделия.

После шлифования золотники сортируют на размерные группы через каждые 0,004 мм. Восстановленные золотники и отверстия корпуса подбирают по размерным группам таким образом, чтобы золотник входил в отверстие на 2/3 своей длины, затем их совместно притирают с использованием масла.

Отверстие в корпусе под золотник хонингуют алмазными брусками в два приема при следующих режимах: окружная скорость хонинговальной головки 20...25 м/мин, радиальная подача при черновой обработке 0,006 мм/двойной ход, при чистовой – 0,003 мм/двойной ход, удельное давление брусков – 0,3...0,5 МПа. Припуск на хонингование составляет 0,02...0,06 мм, причем на

чистовое хонингование – 0,005...0,008 мм. Затем проводят притирку чугунами притирами на вертикально-сверлильном станке при частоте вращения шпинделя 300 мин⁻¹, 60 двойных ходов притира в минуту. Черновую притирку проводят 30-микронной пастой, чистовую – 5-микронной. (кромки кольцевых канавок должны быть острыми).

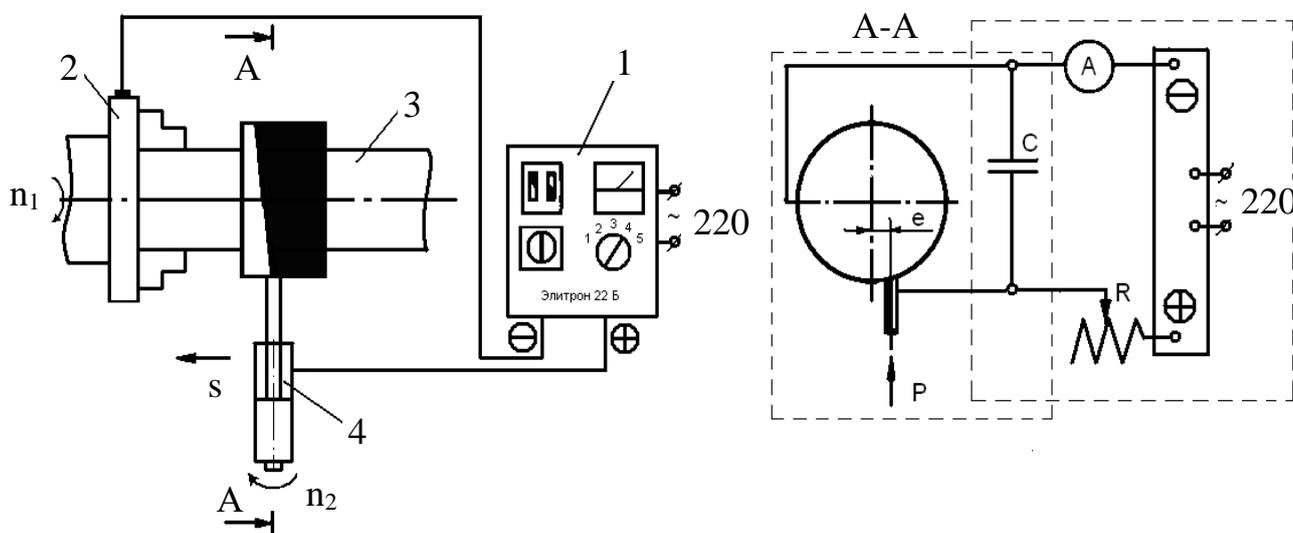
Для восстановления прецизионных поверхностей наиболее перспективным является метод *электроискровой обработки* (ЭИО). К основным особенностям ЭИО следует отнести локальность обработки, высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой, отсутствие нагрева детали, возможность использования любых токопроводящих материалов, отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки поверхности.

Метод электроискровой обработки, являющийся ресурсосберегающей и экологически чистой технологией, основан на использовании действия импульсного электрического разряда, проходящего между электродами в газовой среде. Сущность его состоит в том, что при искровом разряде в газовой среде заряженного конденсатора происходит преимущественное разрушение материала электрода (анода) и перенос продуктов эрозии на поверхность детали (катод). Характерной особенностью поверхности является одинаковое расположение шероховатости во всех направлениях. Вследствие кратковременности разряда (10...1000 микросекунд) и его локальности нагретые микрообъемы металла детали мгновенно охлаждаются за счет его теплопроводности. Происходит сверхскоростная закалка микрообъемов поверхностного слоя детали, образуется слой высокой твердости.

При проведении ЭИО электрод, вибрирующий или не вибрирующий, поджимается к поверхности детали удельным давлением значительно меньшим, чем при наплавке трением. При вращении наплавляемой детали и вращающегося электрода неровности противоположащих поверхностей совершают относительные перемещения. Вследствие трения торца электрода о поверхность детали происходит их разогрев и пластическая деформация под нагрузкой P .

В основу кинематической модели данного процесса, осуществляемого на установке «Элитрон-22БМ», положено продольное перемещение вращающегося электрода относительно вращающейся детали, аналогичное перемещению резца при токарной обработке (рисунок 24).

Наплавка проводится с заданной частотой вращения детали n_1 и подачей электрода S , обеспечивающими взаимное перекрывание наплавляемых полос в поперечном и продольном направлении, которое характеризуется коэффициентами перекрытия в строке K_C и между строками K_M .



1 – блок управления; 2 – токарно-винторезный станок; 3 – деталь;
4 – электроимпульсная установка (генератор импульсов)

Рисунок 24 – Принципиальная схема электроискровой наплавки

Наплавка проводится с заданной частотой вращения детали n_1 и подачей электрода S , обеспечивающими взаимное перекрывание наплавляемых полос в поперечном и продольном направлении, которое характеризуется коэффициентами перекрытия в строке K_C и между строками K_M . Для обеспечения нормативной сплошности (70 %) и толщины покрытия: $K_C = K_M \approx 0,25$. Если величины смещения оси электрода относительно оси детали e , угловой скорости вращения электрода ω_2 и давления P считать постоянными, то необходимая частота вращения детали будет равна:

$$n_1 = \frac{K_C \cdot D_{\text{Л}}}{2\pi R t_{\text{имп}}},$$

где n_1 – частота вращения детали; $D_{\text{Л}}$ – радиус детали, мм; R – диаметр лунки (зависит от энергетических режимов ЭИО), мм; $t_{\text{имп}}$ – длительность одного импульса, мин.

Для обеспечения коэффициента перекрытия K_M продольная подача электрода на один оборот детали должна быть равна – $S = K_M \cdot D_{\text{Л}}$.

На эрозию электрода, а, следовательно, и на толщину и качество получаемых слоев большое влияние оказывают следующие параметры процесса: энергия единичного разряда, длительность импульсов тока, длительность существования короткого замыкания, частота подачи импульсов тока, а также взаимное сближение и перемещение электрода и детали.

Энергия единичного импульса W_P

$$W_P = \frac{C_p \cdot U_{\text{хх}}^2}{2},$$

где W_P – энергия единичного импульса, Дж; C_p – величина емкости накопительных конденсаторов, мкФ; $U_{\text{хх}}$ – напряжение холостого хода, В.

Исходя из энергетических характеристик генераторов, кинематики работы электродов, их механических и теплофизических свойств, можно осуществлять выбор материала электрода и технологических режимов процесса ЭИО для нанесения покрытий необходимой толщины и качества, с заданными механическими свойствами.

При восстановлении поясков золотниковых отверстий корпусов гидрораспределителей описанным выше методом (ЭИО), покрытие наносят электродом из меди М16 диаметром 4...5 мм. При следующих параметрах режима: ток 3,8 А; напряжение 96 В; время обработки 1 см² поверхности 1,5...2 мин; угол наклона электрода к оси отверстия 20...30°. После этого отверстия развертывают и притирают каждое из них притиром в течении 3...5 мин до получения шероховатости R_a не более 1,6 мкм.

7.2 Прецизионные детали топливной аппаратуры

Надежность работы топливной аппаратуры определяется прежде всего работой прецизионных деталей – плунжера и его втулки, нагнетательного клапана и седла, корпуса и иглы распылителя и т.д. Характерными дефектами этих деталей являются *износы* в местах сопряжений деталей.

У плунжерной пары наблюдаются износы: плунжера напротив впускного и отсечного окон и втулки у впускного и отсечного окон. При изменении зазора в плунжерной паре с 2 до 14 мкм (предельное значение) мощность двигателя снижается на 20 %, а удельный расход топлива увеличивается на 3 %. Износ плунжерных пар оказывает влияние на изменение угла опережения впрыскивания топлива в цилиндры двигателя.

Нагнетательный клапан изнашивается по разгрузочному пояску клапана, направляющей и конусной поверхностям. Седло клапана также изнашивается по направляющей и конусной поверхностям. На конуса клапана и конусной фаске седла образуется кольцевая канавка. Все эти дефекты вызывают нарушение закономерности процесса впрыска.

В процессе работы форсунки изнашиваются направляющие поверхности иглы и корпуса распылителя форсунки и их уплотнительные конусные поверхности. Закоксовываются и неравномерно изнашиваются в области кромок сопловые (распыливающие) отверстия. На поверхностях уплотнительного конуса иглы и фаски корпуса распылителя образуются кольцевые канавки. Такой износ деталей вызывает подтекание и плохое распыливание топлива, кроме того, увеличение диаметра сопловых отверстий приводит к возрастанию объема впрыскиваемого топлива.

Для восстановления таких деталей разработано достаточно большое количество способов восстановления: *селективная подборка* (без увеличения начальных размеров детали); *гальваническое хромирование* или *никелирование*; *диффузионная металлизация*; *изготовление ремонтной детали*; *повторная цементация с последующей закалкой и механической обработкой*; по-

вторное азотирование; обработка холодом; восстановление втулок горячим пластическим деформированием. В ремонтной практике применяю первые три способа.

Селективной подборкой ремонтируют до 20 % плунжерных пар и 40...50 % клапанных пар и распылителей. Детали прецизионных пар раскомплектовывают, очищают в бензине или дизельном топливе и замеряют. Затем производят сортировку на размерные группы и проводят подборку. Например, плунжер подбирают таким образом, чтобы он мог войти во втулку на 1/3 своей длины от усилия руки. Спаренные детали притирают с помощью пасты НЗТАМЗ и тонкой пасты ГОИ на доводочных бабках до тех пор, пока одна деталь полностью не войдет в другую. Затем пару тщательно промывают дизельным топливом и доводят ручной притиркой с помощью пасты НЗТАМ1. в хорошо промытой и притертой паре плунжер должен свободно опускаться под действием собственной массы в любом положении на всю длину хода. После этих операций детали испытывают на гидравлическую плотность, по которой их маркируют, консервируют и упаковывают.

Гальваническое хромирование применяется при восстановлении плунжерных и клапанных пар, распылителей форсунок и позволяет наносить покрытие толщиной до 100 мкм (на диаметр) твердостью 60...52 HRC.

Технологический процесс восстановления этим способом заключается в следующем. Плунжерные пары раскомплектовывают, очищают от загрязнений. Отверстие во втулке обрабатывают до выведения следов износа с помощью специального самоустанавливающегося приспособления и чугунных разжимных притиров. Для втулок плунжеров 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 применением стального притира и пасты КТЗ/2 20%-й концентрации. Частота вращения притира 315 мин⁻¹, число двойных ходов 100...120 мин⁻¹, давление разжима 0,16...0,18 МПа, съем металла 1...3 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 мкм. После обработки шероховатость поверхности втулки (по диаметру 8,5 мм) 0,032...0,040 мкм и торца 0,08 мкм. Готовые втулки очищают и сортируют на размерные группы через 0,5 мкм. (Отверстие во втулке не восстанавливают до нормальных размеров, а компенсируют износ за счет увеличения размеров плунжера при хромировании).

Перед хромированием плунжер, для придания ему правильной геометрической формы и шероховатости, притирают на плоскопроводочном станке и притупляют острую кромку его торца. После хромирования детали подвергают механической обработке.

Плунжеры сначала шлифуют на станке 3В182 кругом на основе синтетических алмазов 1А1350Х50Х127Х5 АС-100/80-МВ1-100, ведущий круг ПП 250х100х127 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. Затем 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 шеро-

ховатость 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 плоскодоводочном станке ЗА814 чугуном притиром с помощью пасты КТЗ/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. Окончательно плунжерную пару обрабатывают совместной доводкой пастой М1 и контролируют гидравлическую плотность.

При *диффузионной металлизации* одновременно с упрочнением поверхностных слоев металла увеличиваются (для втулок уменьшаются) начальные размеры деталей. При изготовлении прецизионных 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. В результате диффузионного насыщения линейные размеры деталей изменяются на 70...80 мкм. На поверхности образуются покрытия микротвердостью 16000...18000 МПа, основной структурной составляющей которых служат карбиды хрома.

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.

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.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

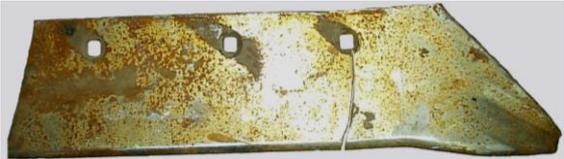
1. Какие дефекты присущи прецизионным деталям?
2. На каком принципе основана электроэрозионная обработка?
3. Какими способами восстанавливают прецизионные детали топливной аппаратуры?
4. Как проводится селективная подборка?
5. В чем заключается особенность механической обработки восстановленных деталей?
6. Какими механическими свойствами обладают поверхности деталей восстановленных диффузионной металлизацией?

8 ПЛОСКИЕ ДЕТАЛИ (ПЛУЖНЫЕ ЛЕМЕХА)

8.1 Дефекты плужного лемеха

Наработка до первого отказа у плужных лемехов составляет от 5...10 га на песчаных почвах и до 40...60 га на черноземах, при этом основными причинами отказа служат износ лемеха в области носка, полевого обреза и лезвия. Действительно, в условиях интенсивного абразивного изнашивания, которому подвергается лемех в процессе работы, лезвие изменяет свою геометрическую форму, образуется затылочная фаска, закругляется и изнашивается носок; происходит изнашивание пятки рабочей поверхности; формируется лучевидный износ и уменьшается ширина лемеха. Помимо этого, при столкновении лемеха с каменистыми включениями могут возникнуть изгибы, скручивание и разрушение (поломка) (таблица 1).

Таблица 1 – Дефекты плужного лемеха

Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости	Вид
1	2	3
Износ по ширине	0,05	
Износ носка	0,3	
Образование лучевидного износа в области, примыкающей к полевому обрезу лемеха (эллипсоид износа)	0,84	
Сквозное протирание в области, примыкающей к полевому обрезу лемеха	0,12	
Образование трещин	0,03	
Образование затылочной фаски	0,5	
Изгибы, скручивание, прогибы	0,81	
Разрушение	0,03	

Как правило, первый отказ регламентируется закруглением и износом носка на величину более 45 мм и лучевидным износом. Одним из главных факторов, ограничивающих ресурс плужного лемеха, следует считать появление лучевидного износа в области, примыкающей к полевому обрезу (рисунок 25).



Рисунок 25 – Лучевидный износ носка лемеха, осложненный сквозным протиранием

Количество отказов лемехов по этой причине составляет около 84 % от поступивших на реставрацию. Значительные потери металла в отмеченной части лемеха, вплоть до сквозного протирания, приводят к изгибам носка и его изломам. Нужно отметить, что остальные геометрические параметры часто соответствуют допустимым нормам.

Другим дефектом, сравнимым с вышеописанным, считается износ носка лемеха. Коэффициент его повторяемости составляет примерно 0,3 при наличии износа более 45 мм. Такая величина является допустимой. В противном случае, нарушается устойчивость плуга, и возникает эффект выталкивания агрегата из земли. Кроме того, создаются значительные трудности с заглублением.

8.2 Методы устранения дефектов плужных лемехов

В связи с наличием разнообразных по природе и характеру проявления дефектов, предлагается классификация, базирующаяся на универсализации технологических процессов. Под универсализацией в данном случае понимается возможность восстановления определенного количества дефектов – от одного до различного их сочетания у конкретной детали (рисунок 26).

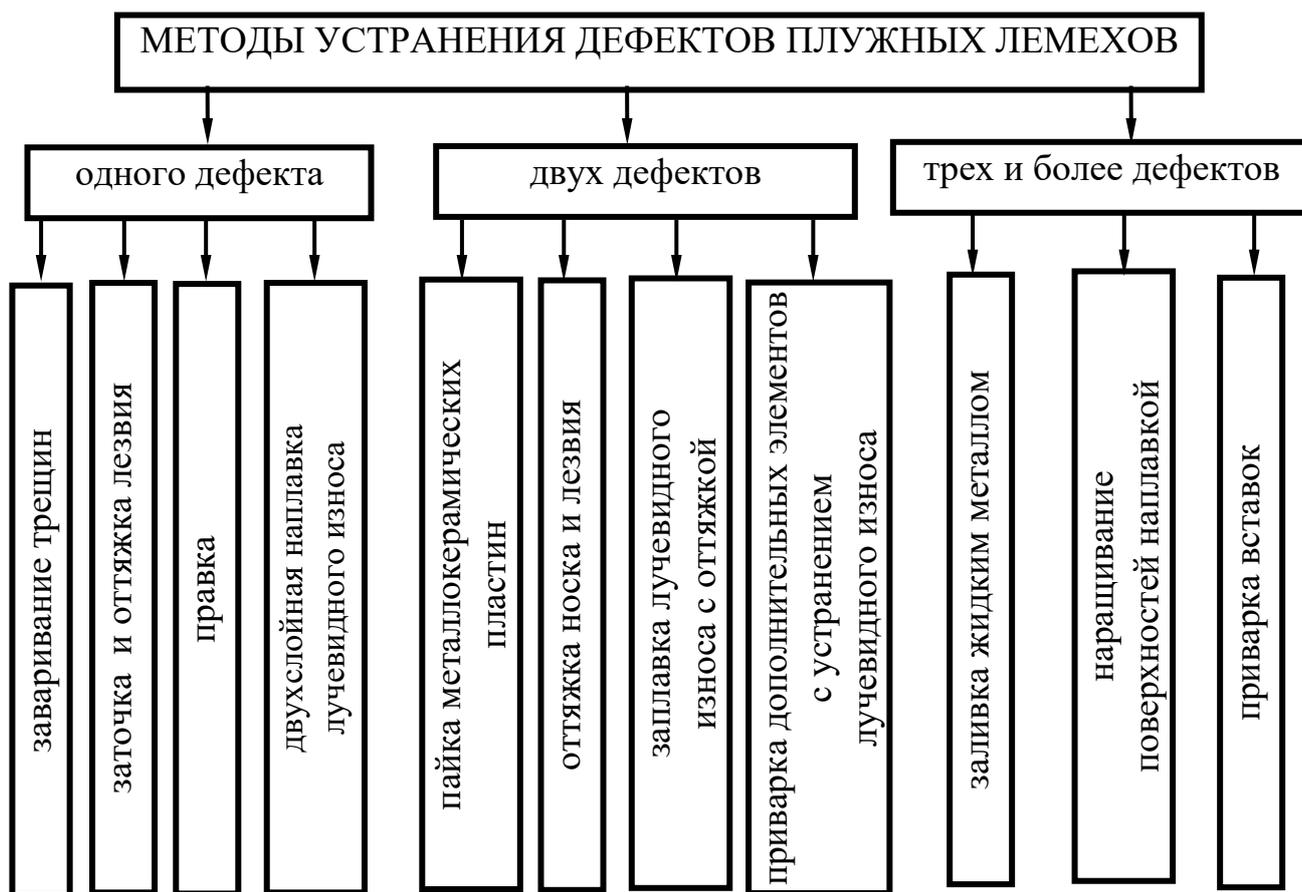


Рисунок 26 – Схема методов устранения дефектов плужных лемехов

Следует отметить, что указанные методы могут переплетаться и дополнять друг друга.

8.2.1 Методы восстановления, позволяющие устранить один дефект

Эта группа способов позволяет устранять какой-либо один дефект: *трещины, затупление лезвия, скручивание, лучевидный износ*, в том случае, когда остальные геометрические параметры лемеха удовлетворяют агротехническим требованиям.

Технология *заваривания* трещин состоит в зачистке места сварки до металлического блеска, разделке с обеих сторон детали V-образных канавок и последующей заварки. Разделка канавок обусловлена обеспечением необходимой прочности. Последующая зачистка швов производится только с тыльной стороны во избежание сложностей при креплении. Устранение трещин носит частный характер и в целом не решает проблему восстановления плужных лемехов.

При затуплении, лемеха *затачивают* под углом 15...23° (угол самозатачивания) до обнажения твердого слоя. Операция заточки может быть заменена операциями: обрубки режущей кромки под этим же углом в штампе; оттяжкой; прокаткой лезвия после нагрева; обрезкой воздушно–плазменной струей.

Лемеха с изношенным наплавленным слоем «Сормайта» *оттягивают* до тех же размеров, что и перед первой наплавкой, а затем повторно *наплавляют* твердым сплавом с тыльной стороны слоем толщиной 1,4...2 мм. Оставшийся от предыдущей наплавки сплав этому процессу не мешает. Достигнув предельного состояния по ширине, эти детали требуют восстановления другими способами. Прокатка лезвия и обрезка плазменной струей как методы восстановления не находят своего применения. Между тем, при работе на песчаных и супесчаных почвах необходимость заточки вообще отсутствует, так как этот процесс является самоорганизующимся.

При нарушении размерной стабильности лемеха – возникновении прогибов, изгибов, скручивания, проводят *правку*: холодную и горячую.

Прогиб лемеха устраняют ударами молота на наковальне в холодном состоянии, так как он имеет, как правило, незначительную величину от 1 мм до 7,75 мм. В большинстве случаев необходимость в устранении прогиба отсутствует, так как он устраняется при креплении лемеха к стойке.

Лемеха, имеющие изгибы и скручивания значительной величины, а также закаленное лезвие, подвергаются *правке в нагретом состоянии* до температуры выше температуры рекристаллизации (примерно около 1000° С). Перед деформированием деталь следует отжечь для улучшения пластических свойств. После правки лезвие необходимо подвергнуть закалке с соответствующим видом отпуска (может быть выбран в зависимости от состава почвы).

Применение правки (холодной или горячей) также не решает проблему восстановления лемехов из-за малого коэффициента повторяемости дефектов. Более того, представленная технология горячей правки достаточно сложна. Холодное же деформирование способствует образованию остаточных напряжений, что может привести к разрушению лемеха в период его работы.

На почвах с небольшим удельным сопротивлением в области носка образуется лучевидный износ. При этом нередко геометрические параметры детали удовлетворяют технологическим условиям вспашки. Часто имеет место сквозное протирание, являющееся следствием неправильной эксплуатации. В итоге лемех достигает предельного состояния при малом изменении линейных размеров. Способ, который бы обеспечил высокую износостойкость истираемой поверхности, требует применения электродных материалов, дающих повышенную твердость. Использование таких электродов без дополнительных мер приводит к высоким значениям остаточных напряжений и растрескиванию поверхности. Известно, что при наплавке твердосплавными электродами, возможно применение технологических слоев для получения целостности слоя, позволяющего обеспечить качественное восстановление.

Способ *двухслойной наплавки* состоит в наплавке 1-го слоя малоуглеродистыми электродами для электродуговой сварки и последующим наваривании 2-го слоя электродом, обеспечивающим высокую твердость поверхности (рисунок 27), позволяющую повысить износостойкость к абразивному изнашиванию. Для различных типов почв возможно применение разнообразных технологических приемов, например: 1) наплавка первого слоя и без его охлаждения второго; 2) наплавка первого слоя, его охлаждение, затем наплавка второго. Возможна обварка контура носка при пахоте на почвах с высокой изнашивающей способностью. Предварительные испытания лемехов, восстановленных таким образом, дали положительные результаты.

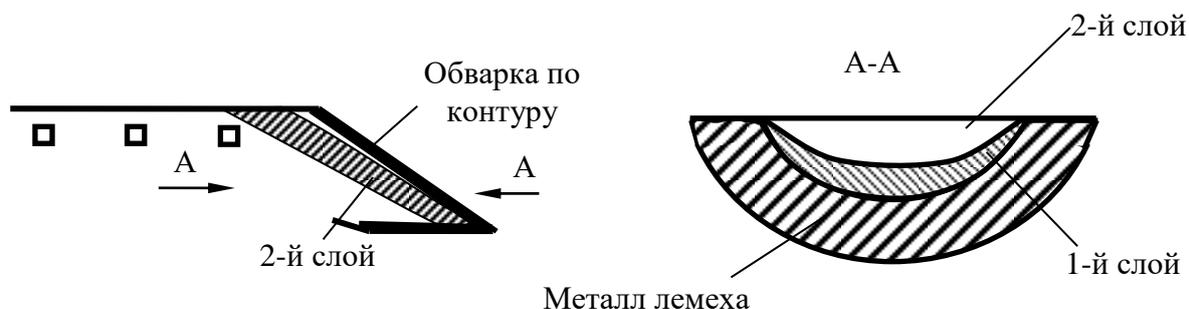


Рисунок 27 – Схема двухслойной наплавки

Для указанной технологии приняты следующие режимы наплавки: для электрода Э-42А диаметром $d = 4$ мм; сила сварочного тока $I = 120 \dots 130$ А; напряжение на дуге $U = 20 \dots 24$ В, скорость наплавки $v_H = 0,25$ см/с; для электрода Т-590 диаметром $d = 3 \dots 4$ мм; сила сварочного тока $I = 120 \dots 150$ А; напряжение на дуге $U = 18 \dots 20$ В. Если остаточная толщина изношенного лежнеха около 2 мм, то рекомендуется использовать электроды Э-42А диаметром 3 мм и соответственно параметры режима должны быть скорректированы под принятый диаметр.

Электродом Э-42А наплавляется промежуточный слой, выполняющий в некоторой мере, функции упругого элемента. Наличие в стержне этого электродного материала углерода $C < 0,1$ % позволяет снизить склонность к последующего износостойкого покрытия к растрескиванию. Возможно, применение электродов и других марок, содержанием углерода не более 1 %.

Наплавка поверхностного слоя может производиться электродами, обеспечивающими высокую твердость поверхности, например Т-590, Т-690, ОЗШ-3 и другие. Однако, как показали эксперименты, следует избегать наплавочных материалов, которые содержат легирующие элементы, способствующие образованию трещин в наплавленном слое. Оптимальным с этой точки зрения является электрод Т-590.

Применение ручной наплавки связано с рядом особенностей: возможность реализации технологий восстановления в мастерских небольших предприятий; не дефицитность наплавочных материалов, их сравнительно невысокая стоимость; отсутствие необходимости в высокой квалификации сварщика.

Источником питания сварочной дуги могут быть любые сварочные агрегаты постоянного тока, обеспечивающие необходимые режимы наплавки: выпрямители типа ВД и преобразователи ПС, ПД, ПСГ, ПСО.

Общий технологический процесс включает все необходимые операции и составлен таким образом, чтобы была возможность его выполнения в условиях мастерских производителей сельскохозяйственной продукции (рисунок 28).



Рисунок 28 – Схема общего технологического процесса восстановления лемеха

При дефектации плужных лемехов визуально и с помощью измерительных инструментов выявляют дефекты: износ по ширине, изгиб, коррозия, трещины, обломы, износ по толщине, абразивный износ рабочей поверхности (рисунок 29, а), сквозное протирание (рисунок 29, б).

Допустимые размеры лемехов при дефектации для восстановления по технологии двухслойной наплавки: ширина лезвийной части – до 90 мм, длина носка – до 180 мм. Лемеха не выбраковываются, если в области лучевидного износа имеется сквозное протирание с выходом и без на полевой обрез, хотя со-

гласно существующим технологическим условиям на ремонт плугов, наличие такого порока обуславливает его выбраковку.



Рисунок 29 – Дефекты лемеха: а) – абразивный износ рабочей поверхности (начальный период образования лучевидного износа), б) – сквозное протирание

Если необходимо, то лемех правят, методами горячего деформирования от температуры не менее 1200°C при усилии на боек не менее 1000 кН.

Зачищают поверхность лучевидного износа в области полевого обреза с выходом на неизношенную часть лемеха на 40...50 мм под наплавку. Возможно, использовать машинку шлифовальную МР-500 или щетку по металлу.

Износ поверхности лучевидного износа устраняется двухслойной наплавкой. Первый слой наваривают, используя выпрямитель сварочный ВДГ-302, электродом со стержнем из малоуглеродистой стали, например, Э42А, диаметром 3...4 мм с силой сварочного тока 120...140А, напряжением 20...24 В, скорость наплавки 0,15 м/мин, постоянным током обратной полярности (возможна наплавка и переменным током). Валики наплавляются вдоль лучевидного износа (рисунок 30) с определенным интервалом времени для остывания первого слоя. Необходимость охлаждения диктуется мерами технологического порядка: избежание коробления носка, удаление шлаковой корки, смена электрода. Поэтому на сварочном столе одновременно следует проводить наплавку до шести лемехов, что позволяет увеличивать производительность.

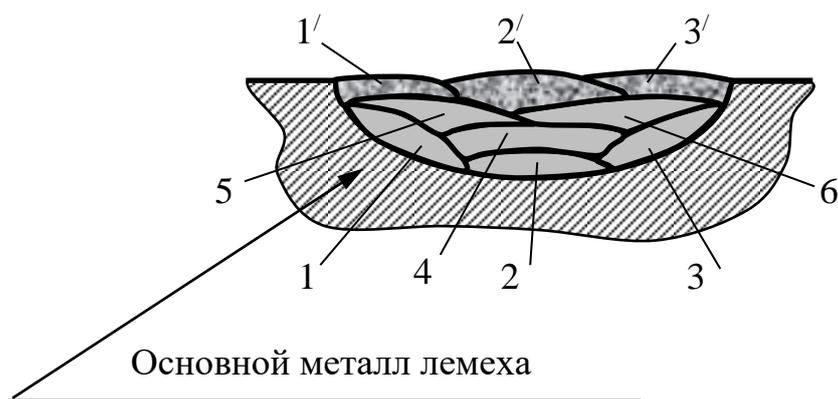


Рисунок 30 – Схема двухслойной наплавки (цифрами обозначены: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – валики, наплавленные малоуглеродистым электродом, 1', 2', 3' – валики, наплавленные электродом Т-590)

Способ двухслойной наплавки имеет ряд технологических приемов:

- без применения дополнительных воздействий;
- с применением наплавочного армирования и обварки носка;
- с совмещенной термической обработкой.

При выборе варианта технологии необходимо учитывать: тип почвы, технологические возможности предприятия и эффективность восстановления.

Устранение лучевидного износа со сквозным протиранием при восстановлении лемехов считалось невозможным. Между тем, производственный опыт показал, что сквозное истирание лемеха устраняется обваркой места износа начиная с краю отверстия, постепенной заправкой всего дефекта электродом 3 мм при силе сварочного тока 120 А. Процесс заправки можно упростить, используя дополнительные стальные пластины, с размерами несколько превышающими размеры отверстий. После устранения сквозного истирания, заправляют лучевидный износ до остаточной глубины 1...3 мм под наплавку износостойкого слоя. Проверка на наличие пор, раковин, непроваров на поверхности наплавленного слоя осуществляется визуальным осмотром. Указанные дефекты не допускаются.

Наплавка второго слоя производится аналогично, но при этом необходимо использовать электроды, обеспечивающие высокую твердость поверхности, например, Т-590 диаметром 3...4 мм, сила сварочного тока до 150 А, скорость

0,20 м/мин. Производится заправка оставшегося износа до уровня рабочей поверхности лемеха (рисунок 31). Наплавленный слой позволяет повысить износостойкость к абразивному изнашиванию и увеличить наработку восстановленного лемеха.



Рисунок 31 – Наплавка второго слоя электродом Т-590

После остывания восстановленный лемех подвергают визуальному контролю на наличие непроваров, пережогов, пор. Эти дефекты не допускаются. Проводится контроль твердости поверхности, используется прибор по определению твердости ТЭМП-4 ТЕХНОТЕСТ, твердость должна быть не менее НРС 57. Последующей механической обработки не требуется. Восстановленные лемеха должны быть законсервированы согласно ГОСТ 9.014 – 76.

Предлагаемая технология позволяет проводить восстановление и упрочнение изношенных лемехов, при этом увеличивается ресурс, повышается износостойкость (рисунок 32), за счет высокой твердости наваренного поверхностного слоя, так как твердость и стойкость к абразивному изнашиванию находятся в функциональной зависимости. Практика показала снижение количества разрушений деталей восстановленных двухслойной наплавкой против наплавленных только электродом Т-590 как 70 % к 14 %.

Восстановленный лемех двухслойной наплавкой	Нарботка более 35 га
---	----------------------



Рисунок 32 – Восстановленный лемех после эксплуатации

Описанный технологический процесс может быть реализован сварщиком невысокой квалификации на любом сельскохозяйственном предприятии, име-

ющим сварочную технику. Данный способ рекомендуется применять на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах Нечерноземной части РФ.

8.2.2 Методы восстановления, позволяющие устранить два дефекта

В зависимости от гранулометрического состава почвы, условий эксплуатации сочетание двух дефектов у лемехов может выражаться наличием: *износа по ширине и затупления лезвия; износов по ширине и области, примыкающей к полевому обрезу (торец); износ носка и образование лучевидного износа; износ по ширине и трещины, изгибы, прогибы; износов по ширине и носка; износов по ширине и толщине*. Поэтому выбор и использование технологии восстановления зависят, прежде всего, от сочетания дефектов, состояния и технических возможностей ремонтно-производственной базы.

В 80-х годах прошлого века в ряде стран для упрочнения рабочих органов было предложено использовать *металлокерамику* на основе оксида алюминия. Вставки из керамики крепили в открытых пазах с помощью эпоксидного клея. При относительно высокой износостойкости наблюдалась недостаточная стойкость керамики к ударным воздействиям и низкая прочность клеевого соединения. Дальнейшее усовершенствование технологии восстановления лемехов металлокерамическими пластинами наплавкой и пайкой, позволило считать это направление перспективным для обработки некаменистых почв.

Сущность процесса заключается в том, что с лицевой стороны лезвия припаиваются твердосплавные пластины со сплошным или прерывистым расположением, на предварительно подготовленные поверхности лезвия и области, примыкающей к полевому обрезу. Пайка производилась водородно-кислородным пламенем, с использованием флюса Ф-100 и листового припоя Лб3 толщиной 1 мм. Помимо высокой стоимости и дефицитности керамических материалов, применение восстановленных керамикой лемехов для обработки каменистых почв малоэффективно в силу того, что эти материалы обладают низкой ударной вязкостью, и слабо противостоят динамическим воздействиям при столкновении с каменистыми включениями. Таким образом, метод

может применяться ограничено, кроме того, использование керамики, по мнению ряда специалистов, не всегда экономически эффективно. Как способ восстановления вызывает серьезные сомнения.

Изношенные по ширине и затупившиеся лемеха плугов, *оттягивают* в нагретом состоянии ручной ковкой или на молоте специальными бойками. Указанный метод является самым распространенным. Даже заводами-изготовителями предусмотрены меры по повышению ремонтпригодности лемеха путем выштамповки запаса металла с тыльной стороны, так называемого «магазина». Оттяжка требует наличия дополнительного материала с тыльной стороны «магазина», что усложняет процесс изготовления лемеха. Кроме того, после оттяжки необходима дополнительная термообработка (закалка, отпуск), а это не всегда проводится в ремонтных мастерских.

При большом износе по ширине лемех оттягивают в нагретом состоянии быстрыми ударами ручным молотом или на пневматическом молоте специальными бойками. Во время оттягивания лемеха кузнечным способом лезвие по всей его длине нагревают в горне на ширину 60...70 мм до 900...1000° С. Лемех кладут на наковальню рабочей поверхностью и частыми ударами оттягивают при температуре более 800° С (при меньшей могут появиться трещины) сначала носок, а затем лезвие до нормальных размеров. Оттянутую часть выравнивают гладилкой. В процессе и конце оттяжки лемех проверяют по шаблону. После оттяжки и закалки его затачивают на обдирочно-шлифовальном станке. Лемеха, изготовленные из сталей Л53, Л50, Ст.5 нагревают до 780...820° С и закаливают, погружая лезвие в воду на 5...6 с, затем отпускают на воздухе после повторного нагрева до 300...350° С. Лемеха закаливают на 1/3 их ширины. Твердость рабочей зоны лемеха после закалки проверяют переносным твердомером ТЭМП-4, если производство имеет массовый характер.

Возникают серьезные трудности с определением температур оттяжки и термической обработки в условиях предприятий товаропроизводителей. Данный метод не приемлем для восстановления лемехов, имеющих лучевидный износ без его предварительного устранения.

При образовании лучевидного износа и нарушении геометрии носка поверхность лемеха восстанавливается путем *ручной или полуавтоматической наплавки* электродного материала в виде валиков шириной 3...4 мм, наносимых на изношенную поверхность носовой части.

Во избежание коробления восстанавливаемой области и для увеличения производительности одновременно возможно восстанавливать до 4 лемехов. После наплавки восстановленные лемеха подвергаются оттяжке за счет «магазина». Для упрочнения восстановленного лемеха рекомендуется использовать наплавочное армирование – наваривание валиков на рабочую поверхность малоуглеродистым электродом (рисунок 33).

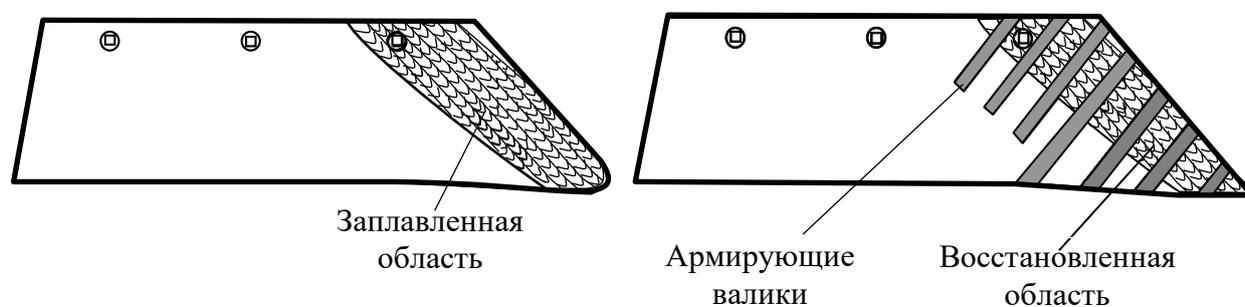


Рисунок 33 – Лемех после заправки лучевидного износа с последующим армированием

Основным фактором, ограничивающим применимость этого способа, является сложная технологическая цепочка: поэтапная заправка износа с периодическим охлаждением; оттяжка; упрочнение наплавочным армированием с периодическим охлаждением. При использовании «магазина» повторно применить описанный способ не представляется возможным. Значительные термические воздействия, имеющие циклический характер, по-видимому, скажутся отрицательно на дальнейшей работоспособности лемеха.

Значительные возможности по продлению долговечности лемехов заключены в методе по *креплению дополнительных элементов*, когда другие способы не могут быть применены по определенным причинам. Данные методы нашли достаточно широкое внедрение в практике эксплуатации лемехов в производственных условиях.

Метод можно разделить на два технологических приема (варианта): пер-

вый – приварка элемента вдоль полевого обреза; второй – приварка элемента параллельно лезвию лемеха (рисунок 34, а, б). Применение технологии по первому варианту производится, когда имеется износ полевого обреза по торцу, а износ носка лемеха не превышает 45 мм (рисунок 34, а).

В большинстве случаев, когда в области полевого обреза имеется лучевидный износ, требуется его предварительная заплата.

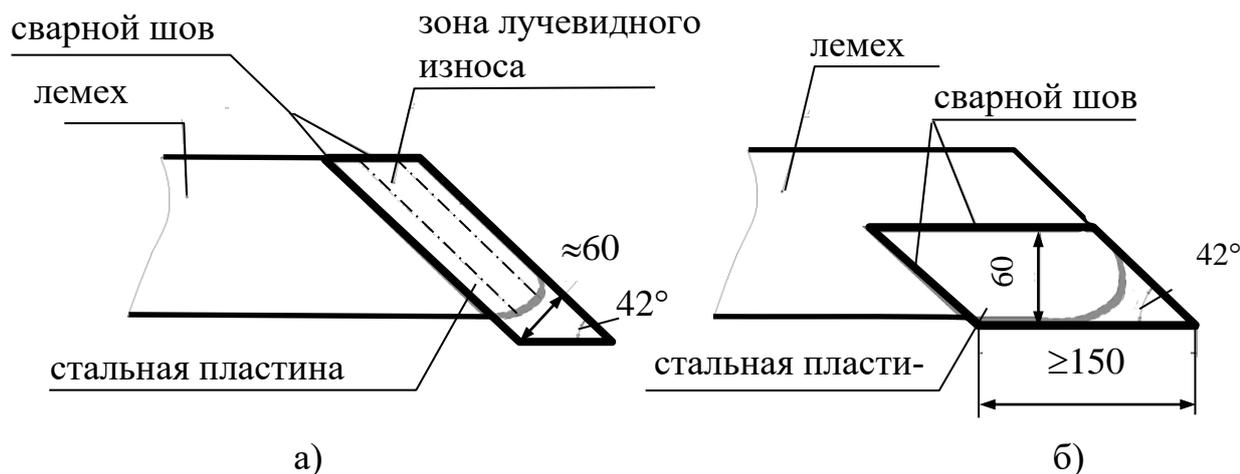


Рисунок 34 – Схема приварки дополнительных элементов

В случае износа носка лемеха более 75 мм и предварительного использования «магазина» можно восстановить деталь приваркой дополнительного элемента по второму варианту (рисунок 34, б). В этом случае приварку элемента следует производить параллельно лезвию лемеха.

Лемеха, восстановленные этим способом, увеличивают тяговое сопротивление пахотного агрегата, расход топлива. Так как основные сведения по этому способу взяты из практического опыта, то ряд моментов остаются открытыми: геометрические размеры элементов, влияние способа на проявление дефектов в процессе пахоты (в особенности изгибов).

8.2.3 Методы восстановления, позволяющие устранить три и более дефектов

При эксплуатации лемехов на почвах, имеющих большую изнашивающую способность возможно образование трех и более дефектов.

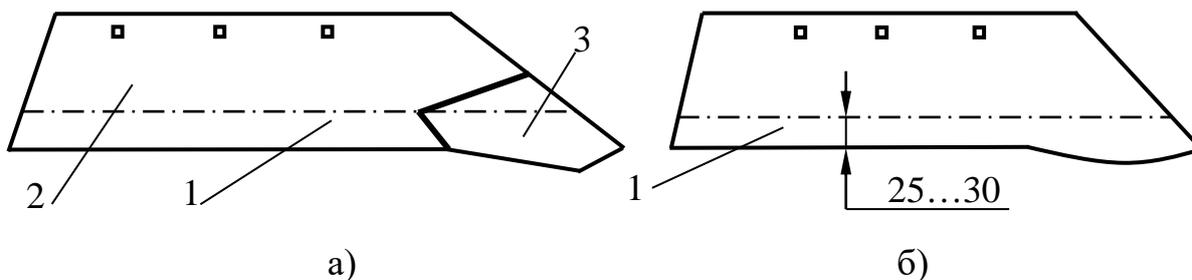
При практическом использовании процесса *электроконтактной привар-*

ки (ЭКП) для достижения оптимальных свойств наносимого слоя температура нагрева частиц порошка должна составлять 0,6...0,9 от температуры плавления. Предложено использовать при восстановлении лемехов ЭКП узкий ролик, применение которого позволяет наносить покрытия на поверхности деталей, практически неограниченной длины, ширина наносимого слоя за один проход может составлять 3,0...4,0 мм. Износостойкость таких деталей, восстановленных порошками ФБХ-6-2, КБХ, в 3,3–3,6 раза выше, чем у новых, при этом их усталостная прочность снижается всего на 11 %. Указанная технология не находит широкого применения при восстановлении рабочих органов почвообрабатывающих машин из-за сложности и дороговизны процесса.

Изношенные самозатачивающиеся, а также обычные лемеха для повышения долговечности можно *наплавить твердым сплавом*. Технология наплавки включает в себя операции приварки износившейся части, оттяжки, наплавки, заточки лезвия лемеха. Оттягивают лемеха кузнечным способом в последовательности: сначала носок, а затем прямолинейную часть лезвия. В результате вдоль тела лемеха образуется канавка шириной 25...30 мм и глубиной 1,5...2 мм. Канавку очищают на точиле до удаления ржавчины и окалины. Оттянутые лемеха контролируют шаблоном. Лемеха наплавляют прутком из твердого сплава «Сормайт-1» при прямом его нагреве восстановительным пламенем и порошками типа ПГ-СР. В качестве флюса применяют обезвоженную буру.

В ремонтных мастерских восстанавливают изношенные режущие части лемехов или наплавляют новым твердым сплавом, обеспечивая самозатачивание лезвия. В качестве твердых сплавов используют ПГ-СР, «Сормайт-1», УС-25, смешивая их с флюсами.

С целью увеличения срока службы возможно нанесение твердых сплавов на лемех по двум вариантам: первый – приварка *стальной накладки на износившийся носок с последующей наплавкой ее и лезвия твердым сплавом* (рисунок 35, а), второй – после промежуточной эксплуатации – *оттяжка износившейся прямолинейной части лезвия режущих органов с последующей ее наплавкой твердым сплавом* (рисунок 35, б).



1 – наплавленный слой; 2 – лемех; 3 – накладка носка лемеха

Рисунок 35 – Технология восстановления лемеха наращиванием поверхности: а) – приварка накладки с последующей упрочняющей наплавкой; б) оттяжка с последующей упрочняющей наплавкой

Восстановленные таким методом лемеха имеют низкую стойкость в условиях ударного воздействия, меньшую жесткость и износостойкость, кроме того, сложно в процессе эксплуатации производить оттяжку, увеличиваются затраты времени на снятие и установку детали, возникают термические деформации и, как следствие, нарушение геометрических параметров лемеха.

Способами *вставок* восстанавливают изношенную геометрию лемехов.

ГОСНИТИ разработал технологию восстановления лемехов марки П702Б способом замены изношенных частей *приваркой вставок*. Для изготовления вставок выпускается клиновой прокат ремонтных профилей 30Р, 85Р (ГОСТ 7531–78) и 50Р (ТУ 84–354–72).

Лемеха, подлежащие восстановлению, загружают в печь, где их отжигают при температуре 860° С. Нагретые лемеха правят на фрикционных прессах с усилием не менее 1600 кН и одновременно обрубает изношенные части в 2-х ручьевом штампе Ш–1668–00–ГОСНИТИ. Лезвие обрубается на расстоянии 90 мм от спинки лемеха параллельно ей, а носок под углом. Зенкуют отверстия на вертикально–сверлильном станке. Вставки носка изготавливают из клинового проката ремонтного профиля 85Р на кривошипном прессе с усилием в 600 кН. Вставки лезвия выполняют из клинового проката ремонтного профиля Р30 на пресс–ножницах Н5222А. Лезвие приваривают к остову сварочным аппаратом под слоем флюса с тыльной стороны лемеха, а носок полуавтоматом в углекислом газе с обеих сторон (рисунок 36, а).

Далее лемех наплавляют твердосплавными порошками на высокочастотных установках с тыльной стороны лезвия, возможна приварка к остову деталей лезвия и носка, наплавленных твердыми сплавами. Наплавленный лемех после остывания затачивают на обдирочно–шлифовальном станке. В лемехах изношенных по толщине, зенкуют отверстия под крепежные болты.

С целью сохранения жесткости восстановленного лемеха необходимо с тыльной его стороны на носовой части приварить пленку размерами 15x20x40 мм вместо ребра жесткости, которое при восстановлении нарушается. Кроме этого, лицевую сторону лемеха необходимо закалить.

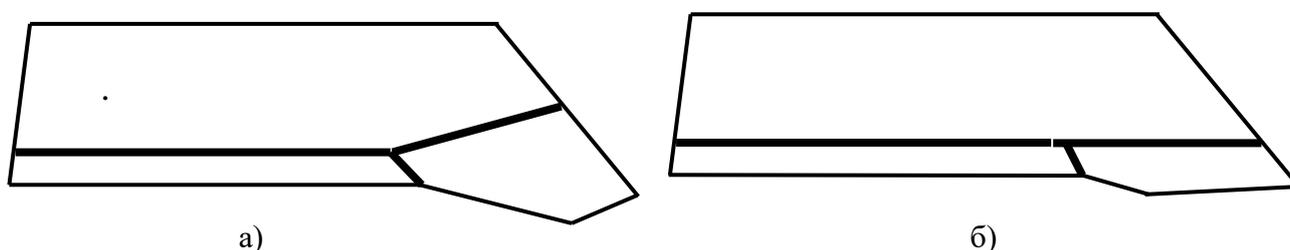


Рисунок 36 – Варианты восстановления плужных лемехов ремонтными вставками: а) – по технологии ГОСНИТИ; б) – по технологии ЧИМЭСХ

Для сохранения прочности лемеха Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства предложил делать носок меньшего размера из клинового проката ремонтного профиля 50Р и обрубать лемех по прямой на всю длину (рисунок 36, б). Это позволило упростить штампы для правки и обрубки лемеха и вырубки вставки носков, а также процесс его сварки. Но по этой технологии возможно восстановление меньшего числа лемехов.

Однако метод приварки вставок имеет недостатки: носовая часть лемеха ослабляется; во время работы, особенно в тяжелых условиях, лемеха гнутся, геометрические параметры восстановленного лемеха несколько отличаются от нового; восстановленные лемеха могут использоваться только на глинистых и суглинистых почвах. Это связано с тем, что после отжига тело лемеха имеет твердость НВ 1500...1700 вместо НВ 3000 согласно технологическим условиям.

Износ лемеха компенсируют накладные элементы, с последующим его удалением путем отсекаания носовой части и его прямолинейного участка на

ширину 25 мм. Далее производится двухсторонняя приварка накладных элементов носка и лезвия. Причем накладной носок подвергают горячей формовке, копируя лицевую часть изношенной заготовки.

При эксплуатации на почвах с низкой влажностью – засушливые районы, из-за высоких удельных давлений наблюдается интенсивный износ основного металла, значительно опережающий износ наплавленного слоя, что ускоряет износ носка. Недостаток способа является то, что при достаточно сложном нагружении лемеха, он быстро выйдет из строя при таком способе восстановления.

Технологический процесс восстановления (рисунок 37, а) отличается от рассмотренных выше тем, что соответствующие вставки вырубают из листового проката из стали 40Х, 50Х, 65Г толщиной 10 мм для носка, 6...8 мм – для лезвия и 5...6 мм – для накладной пластины, которую приваривают для повышения жесткости носка. После приварки вставок носок лемеха упрочняют с тыльной стороны износостойкими материалами с толщиной наплавленного слоя 2,5...3 мм, длиной – 60 ...70 мм.

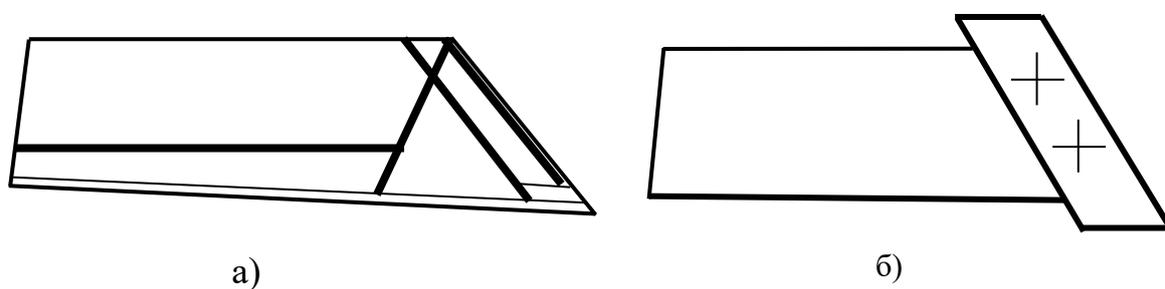


Рисунок 37 – Варианты восстановления плужных лемехов ремонтными вставками по технологиям: а) ЦОКТБ ГОСНИТИ; б) – МГАУ им. В.П.Горячкина

Технология восстановления изношенного лемеха (рисунок 37, б) включает операции: правка (при необходимости); оттяжка лезвия и носка с помощью газопламенной горелки; сверление двух отверстий на носке лемеха для крепления долота; наплавка лезвия лемеха и заточка; термообработка.

Технологический процесс восстановления с использованием аппаратов для воздушно – плазменной резки и сварочных полуавтоматов (сварка остова со вставками сварочной проволокой в среде углекислого газа) позволяет восстанавливать лемеха различных марок, возможна автоматизация процесса.

Сложность указанных процессов, необходимость наличия специального оборудования, а так же увеличение тягового сопротивления плуга при эксплуатации таких лемехов – не позволяет этим технологиям широко использоваться в ремонтных мастерских сельских товаропроизводителей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты присущи плужным лемехам?
2. Какие дефекты встречаются у плужных лемехов при эксплуатации на песчаных и супесчаных почвах?
3. Каковы выбраковочные параметры лемеха?
4. Какие методы используются при устранении одного дефекта лемеха?
5. Какие методы восстановления применяют при износе носка?
6. Как можно устранить изгиб лемеха?
7. В чем заключается метод двухслойной наплавки?
8. Как достигается эффект самозатачивания?
9. Какие методы используются при устранении двух дефектов лемеха?
10. В чем заключается технология восстановления постановкой металлокерамических пластин?
11. Какие методы используются при устранении трех дефектов лемеха?
12. Какие методы постановки ремонтных вставок предложены в настоящее время?
13. В чем заключается восстановление лемеха с одновременным упрочнением?
14. Какие материалы и почему используются при изготовлении ремонтных вставок?
15. Какие сварочно-наплавочные методы применяются при восстановлении плужных лемехов?

9 ДЕТАЛИ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ

9.1 Детали ходовой системы гусеничных машин

Ходовая система гусеничных машин работает при воздействии больших контактных нагрузок и сил трения в условиях интенсивного абразивного, коррозионного и окислительного изнашивания. Наиболее сильно проявляется первый вид изнашивания, при котором поверхности деталей разрушаются из-за микрорезания и вырывания микрообъемов материала детали твердыми частицами почвы. Существенное влияние на работу деталей ходовой системы оказывает температура, так как с ее изменением изменяется вязкость масла.

При эксплуатации гусеничных ходовых систем наблюдается интенсивный абразивный износ гусениц, ведущих и ведомых колес, опорных катков и поддерживающих роликов, а также повреждения и износ коленчатых осей, внешних балансиров и осей качения. Наиболее ответственным звеном ходовой системы гусеничных тракторов является ведущее колесо – гусеница. Износ элементов этого звена ухудшает качество работы, что непосредственно отражается на КПД всех механизмов трактора.

Интенсивность износа сборочных единиц ходовых систем тракторов существенным образом зависит от типа почвы, на которой их эксплуатируют. Причем степень влияния типа почвы неодинакова для различных сборочных единиц и составных частей. Так, например, сравнительно слабое влияние оказывает тип почвы на интенсивность изнашивания внешних рабочих поверхностей гусеницы, ведущих колес и опорных катков при использовании гусеницы с резинометаллическими шарнирами. Более сильное влияние тип почвы оказывает на интенсивность износа звеньев с различным числом проушин.

Гусеницы тракторов работают в тяжелых условиях, подвергаясь абразивному изнашиванию и ударным нагрузкам. Вследствие износа пальцев и проушин звеньев шаг гусеницы становится больше шага ведущего колеса, и тяговое усилие передается только через одно-два звена, а шарниры остальных звеньев, находящихся в зацеплении, оказываются разгруженными. Такие шарниры раскрываются, в зазоры попадают абразивные частицы и, по мере перемещения звена, они в месте контакта с зубом ведущего колеса защемляются и разрушаются. При этом под воздействием контактных нагрузок и сил трения интенсивность изнашивания пальцев и проушин возрастают, особенно на песчаных почвах. У звеньев гусениц изнашиваются *отверстия проушин* (до 30...31 мм и более), *беговые дорожки*, *цевочное зацепление* и *почвозацепы*. Звенья гусениц выбраковываются главным образом в результате износа проушин, цевок и беговых дорожек, так как износ почвозацепов, как правило, не достигает предельных значений. В 75...80 % случаев звенья выбраковываются из-за износа отверстий проушин, что объясняется следующим. Как правило, к моменту наступления предельного состояния цевки и бе-

говые дорожки гусениц большинства звеньев изношены примерно на 50 % от предусмотренной нормы. Поэтому для гусениц, эксплуатирующихся на суглинистых и песчаных почвах, основным выбраковочным параметром служит износ проушин звеньев. Беговые дорожки и цевки большинства звеньев, проушины которых достигли предельного состояния, практически не требуют восстановления. Отверстия проушин имеют, как правило, односторонний износ, причем крайние проушины изнашиваются значительно больше средних.

Необходимо отметить, что при эксплуатации гусеничных тракторов происходит неравномерный износ левой и правой гусеницы. На пахоте механизаторы чаще применяют правые повороты, когда правая гусеница отстает, а левая забегает. В итоге левая гусеница проходит больший путь, больше изнашивается и удлиняется. Средний шаг звеньев увеличивается, поэтому при прямолинейном движении трактор будет уводить в сторону менее изношенной гусеницы, то есть (в данном случае) вправо. Один из простых и действенных путей предупреждения неравномерного износа гусениц – выбор соответствующих способов движения агрегата, при которых чередуются левые и правые повороты. Рекомендуется регулярно проверять гусеницы тракторов на величину и равномерность износа. Для тракторов тягового класса 3 допустимая разность среднего шага звеньев правой и левой гусениц – не более 2...3 мм.

При износе пальцев и проушин звеньев гусениц также нарушается нормальное зацепление. При большом износе этих деталей зацепление полностью нарушается и требуется замена гусениц.

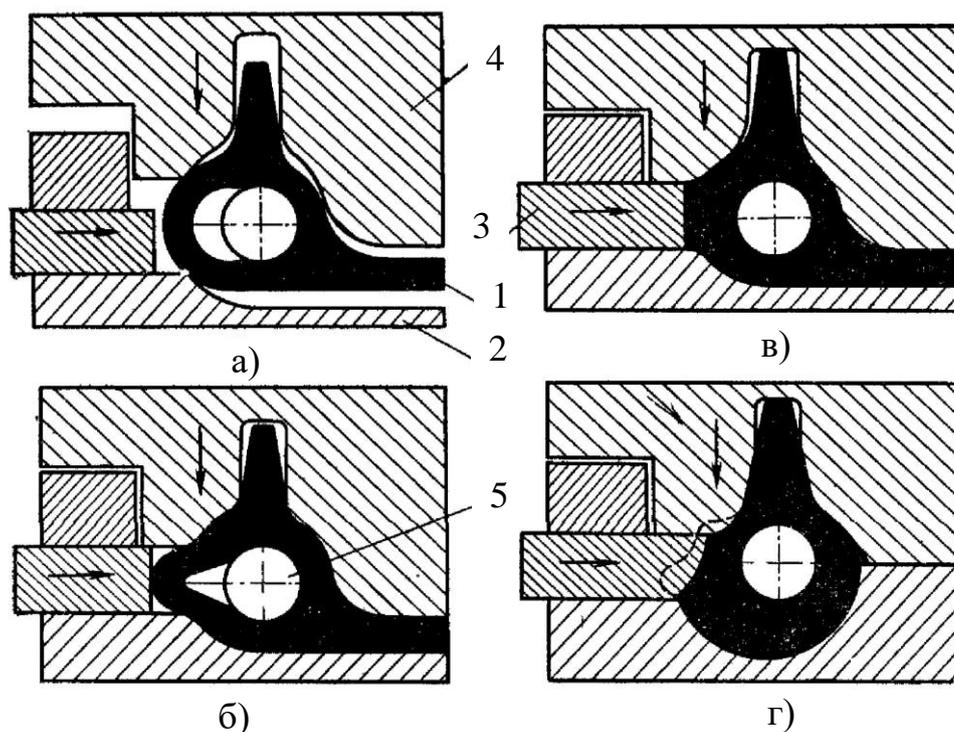
Устранение износа проушин – основного дефекта – возможно несколькими приемами: *механизированной наплавкой; способом пластической деформации (обжатием); установкой вкладышей; заливкой жидким металлом; индукционной наплавкой.*

Механизированная наплавка лежачим электродом проушин проводится на универсальной установке У-203. Наплавляют только изношенную часть пластинчатым электродом с толстым покрытием, который вводится в отверстие звена гусеницы под палец. Наплавку проводят с охлаждением водой. При этом

способе затруднительно получить ровную поверхность наплавленного металла. В связи с этим необходимо формировать направленный слой с помощью пуансона одновременно с наплавкой, пока металл находится еще в пластическом состоянии. Пуансон на конце имеет калибрующую рабочую часть из твердого сплава и перемещается непосредственно за электродом с помощью гидравлической приводной станции.

Наплавку проушин также проводят *одно или много электродной проволокой с одновременным формированием направляемого металла водоохлаждаемым медным формирующим устройством*. Мундштук вводится в отверстие проушины и фиксируется на расстоянии от формирующего устройства. После включения охлаждения удерживающего и формирующего устройства и источника питания начинают наплавку. Мундштук и формирующее устройство непрерывно перемещаются вверх, а расплавленный металл электродных проволок и проушины смешивается и заполняет изношенное пространство. После наплавки всех проушин одной стороны формирующее устройство перемещают вертикально в низ до выхода из проушин, разворачивают звено на 180 и процесс повторяют. Таким образом, внутренняя поверхность проушины восстанавливается до номинальных размеров, сохраняя соосность и параллельность с номинальным межосевым расстоянием

Восстановление звеньев гусениц *способом пластической деформации* выполняется в специальных штампах различной конструкции на прессах большой мощности (рисунок 38). Для восстановления принимаются звенья с толщиной передней стенки на дуге 120 не менее 8 мм, толщиной цевки т беговой дорожкой не менее 7 мм. Звенья предварительно нагревают. Нагрев звена проводят в течении 10 минут до 250...300° С, а затем 20 минут в соляной электродной печи с расплавом соли бария при температуре 1000...1050° С. Это позволяет избежать больших затрат энергии, потерь металла в результате окисления поверхности и выгорания легирующих элементов. Кроме того, такой режим нагрева растворяет карбиды, обеспечивает стали Г13Л пластичность, исключает поверхностное обезуглероживание.



1 – звено; 2, 4 – матрицы; 3 – дополнительный пуансон;
5 – технологический палец

Рисунок 38 – Схема формирования проушин звеньев гусениц
пластическим деформированием: а)...г) – этапы формирования

Звено восстанавливают в закрытом секционном штампе с автоматическим регулируемым рабочим объемом каждой секции с двумя пуансонами (основным и дополнительным) штамп работает от двенадцати шпиндельного гидравлического пресса с усилием на шпинделях 6 МН.

Звено укладывают в матрицу, а в отверстие вводят технологический палец. Блок основных пуансонов, перемещаясь в вертикальной плоскости, поднимает верхнюю и нижнюю ветви в вертикальной плоскости, и вытесняет металл к передней стенке проушины. Окончательно формируют проушины дополнительные пуансоны. Время деформации звена в штампе 5...6 с. После обжатия звенья закаливают в холодной воде.

Способ пластической деформации считается перспективным благодаря упрочнению, экономии металла, возможности механизации и автоматизации процесса, высокой производительности труда.

Заливкой жидким металлом восстанавливают проушины звеньев гусениц тракторов 3-го тягового класса. Гусеничные звенья или цепи с места хранения

ремонтного фонда поступают в ванну для замачивания, где они выдерживаются около 4...5 часов для размягчения загрязнений перед очисткой. В моечной машине их моют раствором при температуре 80...90° С, а затем обдувают сжатым воздухом для удаления раствора из впадин. Перед заливкой защищают торцы проушин на обдирочно–шлифовальном станке, прожигают технологическое отверстие диаметром 10...12 мм угольным электродом. Устанавливают звено проушиной вверх, вставляют технологический палец, диаметр которого на 0,2...0,4 мм больше номинального диаметра отверстия и торцевой прижим, способствующий формированию вкладыша во время заливки. Заливку проводят через прожженное технологическое отверстие из тиглей, в которых плавятся заготовки из стали марки 45Л, 50Л или 55Л с нагревом ТВЧ. Шихтой могут служить изношенные пальцы с добавлением на одну плавку (60 кг) 500...700 г ферромарганца и 250...300 г чугуна. После заливки выпрессовывают технологический палец. Так как металл заливают в холодное звено, то его сплавление с проушиной не происходит.

Восстановление звеньев гусеницы *способом установки вкладышей* рекомендуется для проушин с износом более 8 мм. Из полосовой стали 45 или 50 с помощью специального штампа на прессе или молоте изготавливают вкладыши их закаливают в масле с нагревом ТВЧ до температуры 800...830° С. Звено гусеницы устанавливают на контователь проушинами вверх, вставляют технологический палец, а в образовавшийся зазор – вкладыш. При повороте звена на 180° вкладыш под действием собственного веса и веса пальца прижимается к изношенной поверхности проушины. В таком положении их приваривают по торцу к звену. Восстановление звеньев гусеницы постановкой вкладышей – кропотливый, малопроизводительный процесс.

Разработана технология *индукционной наплавки* звеньев гусениц. Предварительно в проушины устанавливают 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 псевдосеженном состоянии. При нагреве проушины и присадочного материала ТВЧ кварцевый песок наливает на поверхность и образует огнеупорную оболочку. В процессе дальнейшего нагревания металл проушины и присадочного материала расплавляется и заполняет объем между песчаным стержнем и огнеупорной оболочкой. После этого отключают индуктор, выводят из него звено и закаливают.

У ведущих колес в процессе работы появляются такие дефекты: *износ зубьев по толщине; отверстий под болты крепления; торцевых поверхностей и впадин зубьев*. Наиболее характерным является износ зубьев и впадин.

Наибольшему износу подвергаются обод во впадине между зубьями и зубья у основания. Причем в 98...88 % случаев имеет место односторонний износ и только в 1...2 % – двусторонний (при перестановке ведущего колеса с одной стороны трактора на другую). Вследствие износа ведущие колеса теряют до 12 кг металла. Износ венцов более чем 8 мм наблюдается у 75...80 % ведущих колес тракторов тягового класса 3. Ведущие колеса изнашиваются и по наружной поверхности. Их выбраковывают при диаметре менее 584 мм и ширине бурта менее 18 мм. Интенсивный износ ведущих колес тракторов объясняется недостаточно высокой твердостью поверхности, которая во многих случаях значительно ниже, чем требуется.

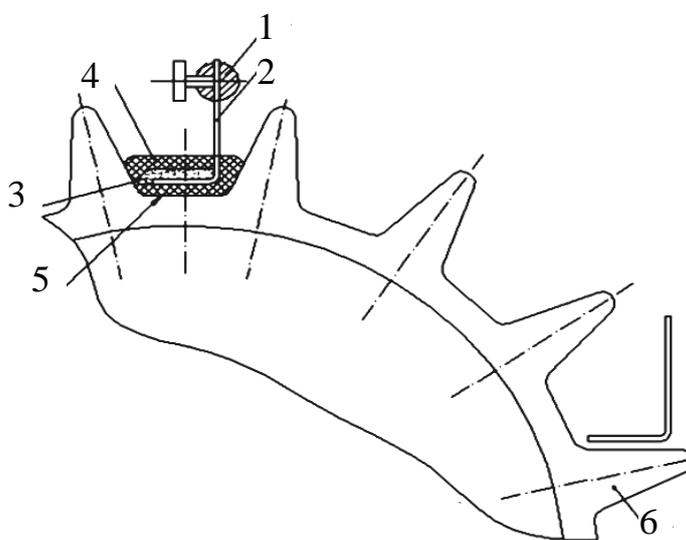
Ведущие колеса при их одностороннем износе переставляют с одной стороны на другую (метод перекомплектовки).

При значительном износе, приводящем к нарушению зацепления ведущего колеса с гусеницей, применяют *ручную и механизированную дуговую наплавку, постановку дополнительной ремонтной детали (накладки), замену части детали (приварка секторов), заливку жидким металлом, термитную наплавку*.

При *ручной дуговой наплавке* зубья наплавляют по шаблону вначале вдоль кромок с обеих сторон шаблона, а затем, сняв шаблон, по всему профилю. Способ малопроизводителен и не всего позволяет получить требуемого качества восстановления.

Для компенсации износа зубьев ведущих колес по профилю на глубину свыше 10 мм, необходимо проводить многослойную наплавку, что снижает производительность процесса. Избежать этого можно используя метод *электродуговой наплавки* неподвижным плавящимся электродом (НПЭ) под флюсом с применением дополнительного присадочного материала (ДПМ).

Разработанная технология заключается в следующем: зубчатое колесо устанавливается в специально разработанную для этой цели установку, которая позволяет вести наплавку двух боковых поверхностей зуба и впадины зубчатого колеса, поворачивая колесо относительно своей оси (рисунок 39).



1 – электродержатель; 2 – электрод (НПЭ); 3 – дополнительный присадочный материал (ДПЭ); 4 – флюс; 5 – впадина; 6 – зуб

Рисунок 39 – Схема наплавки венца ведущего колеса

Наплавляемая поверхность в процессе наплавки должна быть горизонтальной. Вначале наплавляют поверхность впадины, для чего над ней устанавливают электрод на расстоянии 3...4 мм от наплавляемой поверхности. Пространство между ним и наплавляемой поверхностью заполняют флюсом. Затем насыпают расчетное количество присадочного материала. В зависимости от величины наплавляемого слоя за один проход берется (100...300) % ДПМ от расплавляемой массы НПЭ, что позволяет наплавить за один проход слой толщиной 6...8 мм. Далее засыпают слоем флюса толщиной 30...40 мм и после включения сварочного источника электрод вместе с присадочным материалом расплавляются,

образуя наплавленный слой. Время расплавления составляет около 30 секунд. Ток наплавки – 750 А; напряжение дуги – 38 В. В качестве электродного материала используют пластины из стали Ст-3 Г-образной формы, толщиной 2...3 мм и шириной равной ширине наплавляемой поверхности. Для обеспечения износостойкости наплавленного слоя на уровне технических требований наплавку осуществляли с использованием смеси флюсов АН-348А (75...80%) и керамического флюса АНК-18 (25...20%). В качестве дополнительного присадочного материала использовали крупку из проволоки СВ08Г2С диаметром 1,2 мм, нарубленную на специализированном станке.

После наплавки одной впадины колесо поворачивают в установке вокруг оси на шаг зубьев колеса и в такой же последовательности производят наплавку остальных впадин колеса. После уточнения толщины 1-го наплавленного слоя впадин производят наплавку 2-го слоя, при этом только корректируется необходимое количество ДПМ. Наплавку зубьев производят по той же технологии, при этом уже горизонтально располагают боковую поверхность зуба.

Способ восстановления изношенных зубьев *приваркой накладок* отличается высокой трудоемкостью, так как необходимо изготовить накладки, соответствующие изношенной части зубчатого венца, что достаточно сложно из-за неравномерного износа зубьев, то есть, необходима подгонка к каждому зубу. Несколько облегчает этот процесс использование штампованных накладок толщиной 5...10 мм, изготовленные по профилю нового венца ведущего колеса.

При *приварке секторов* зубья удаляют, отрезая их по копиру кислородной резкой. Колесо с обрезанными зубьями укладывают в шаблон и приваривают полуавтоматической сваркой сектора, изготовленные штамповкой или литьем и соответствующие по форме и размерам новым. Способ, как и приведенный выше, также отличается высокой трудоемкостью.

Предложен способ восстановления зубьев ведущих колес *термитной наплавкой*. Предварительно колесо подогревают до температуры 650...750° С. В качестве термитной смеси используют шихту следующего состава: 55 % железной окалины; 22 % алюминия; по 11 % оксида марганца и ферромарганца; 1 %

графитового порошка. При воспламенении смеси температура достигает 2300...3000° С и расплавленная шихта заполняет графитовые формы, выполненным по форме нового зуба. Одновременно наплавляют все зубья. Время наплавки составляет 1 мин. Твердость наплавленного слоя – 200...220 НВ. К недостаткам следует отнести неоднородность наплавленного металла.

Характерными дефектами *опорных катков* является: *износ обода; износ шпоночных канавок; износ посадочных отверстий под оси; трещины на ободке и ступицах; деформации колпака уплотнения.*

Основным дефектом опорного катка является *износ обода*, составляющий 3...15 мм на сторону. Коэффициент повторяемости данного дефекта для ремонтнопригодных катков равен единице. Ободья катков изнашиваются неравномерно наблюдается: эллипсоидность, конусность, бочкообразность, огранка, лыски, трещины. Причем эллипсоидность и бочкообразность обода встречается у 90 % катков, поступающих в ремонт.

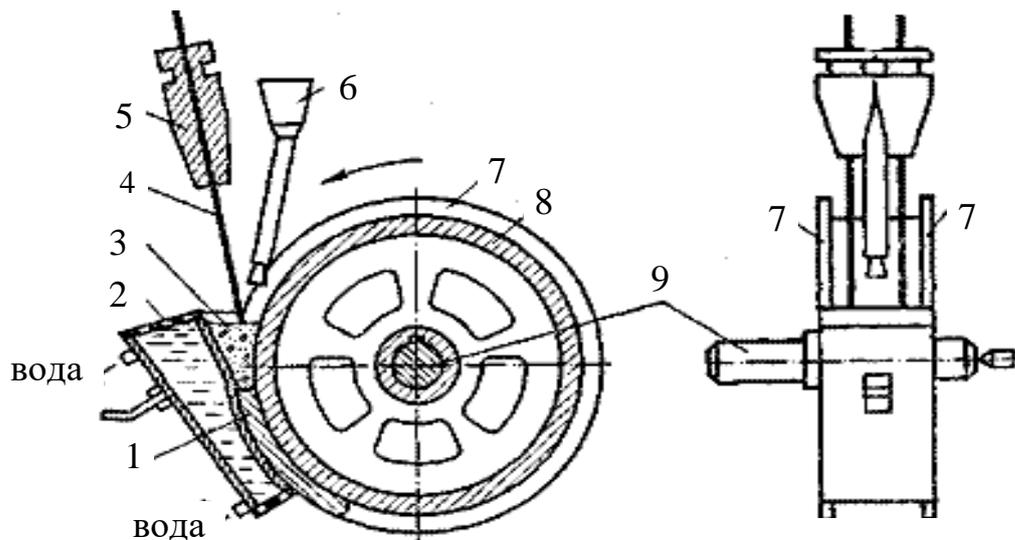
На ремонтных предприятиях применяют различные способы восстановления изношенных ободьев опорных катков: *бандажирование (постановка дополнительной ремонтной детали ручным и механизированным способами); наплавка под слоем флюса; широкослойная наплавка (колеблющимся электродом или лентой); широкослойная наплавка с применением дополнительного присадочного материала; электрошлаковая наплавка; заливка жидким металлом.*

При восстановлении постановкой дополнительной ремонтной детали (*бандажирование*) беговые дорожки протачивают. Из полосой стали изготавливают стальные кольца (бандажи) и нагревают их до температуры 300...400° С, затем их напрессовывают на беговые дорожки и приваривают с обеих торцов. Однако этот способ не обеспечивает хорошего качества, так как при работе происходит постепенное отделение бандажа от опорного катка вследствие удлинения бандажа и разрушения сварных швов. Для устранения этого недостатка рекомендуется усиливать сварные шва предварительной проточкой на внутренней стороне бандаже глубоких фасок.

Электрошлаковая наплавка для восстановления обода катка наиболее

производительна из всех видов наплавки. Этот вид наплавки основан на использовании теплоты, выделяющейся при прохождении электрического тока через расплавленный флюс от электрода к восстанавливаемой детали. Благодаря этой теплоте флюс находится в жидком перегретом состоянии, а электродная проволока и поверхность наплавляемых катков расплавляются.

Расплавленный металл формируется кристаллизатором в наплавленный слой обода катка (рисунок 40).



- 1 – наплавленный слой; 2 – охлаждаемая форма; 3 – наплавочная ванна;
 4 – электродная проволока; 5 – мундштук; 6 – дозатор легирующих добавок;
 7 – медные габаритные диски; 8 – изношенный каток; 9 – оправка

Рисунок 40 – Схема восстановления опорных катков электрошлаковой наплавкой

Для осуществления процесса электрошлаковой наплавки разработаны специализированные установки: ОКС-7755 (наплавочная); ОКС-7746 (для плавки флюса); ОКС-7873 (для обмазки обода катка под наплавку). Процесс наплавки проводят при напряжении 36...40 В и силе тока 800...900 А, наплавочным материалом служат два проволочных электрода диаметром 3 мм и присадочные порошки.

Способ позволяет за один проход восстановить обод до номинального размера независимо от величины износа обода катка и получить заданную твердость наплавляемого слоя металла за счет присадочных компонентов – сормайта, ферромарганца и др.

Недостатками этой технологии является неравномерная твердость наплавленного металла, наличие непроваров и выступов на поверхности обода. Непровары устраняют сваркой вручную, а для достижения необходимой шероховатости обода проводят обдирочное шлифование или подводную электроконтактную обработку наплавленной поверхности, что значительно увеличивает трудоемкость восстановления.

При *наплавке под слоем флюса* в качестве присадочного материала используют проволоку марки У-8, Св-30ХГСА или ОВС диаметром 1,6...2 мм и флюс АН-348А. Наплавку на одном катке ведут одновременно четырьмя электродами за 2...4 прохода. Высокую производительность и износостойкость обеспечивает наплавка порошковой лентой, содержащей по 50 % железного порошка и «Сормайта» и изготовленную из стали 08 шириной 40 мм и толщиной 2,5 мм. Рекомендуемая марка флюса АН-60.

Высокой производительностью обладает способ восстановления поверхностей катков электродуговой наплавкой колеблющимся электродом (*широко-слойной*) при котором присадочная лента плавится электродом, совершающим колебательные движения по ее ширине. В качестве наплавочных материалов рекомендуется использовать порошковую проволоку ПП-ТН250 и присадочную ленту ПЛ-АН101, что позволяет повысить износостойкость восстановленных деталей в 1,6...1,7 раза. Толщина наплавленного слоя может достигать 8 мм.

Более прогрессивной является технология восстановления ободьев катков *заливкой жидким металлом*. Технологический процесс включает очистку и покрытие поверхности обода катка огнеупорной краской, нагрев обода ТВЧ до температуры 1100...1150° С, последующую установку катка в металлический кокиль. Между поверхностью изношенного обода катка и внутренней поверхностью кокиля получается зазор, в который заливается жидкий чугун. Для реализации процесса восстановления ободьев катков заливкой жидким металлом разработан комплект оборудования, включающий шестипозиционную установку УНК-6 и роторную установку для зачистки и нанесения лакового покрытия на обод катка. Нагрев обода катка осуществляют высокочастотной установкой И32-100/2,4, плавку металла проводят в двух индукционных печах ИСТ-0,16.

Диффузионное соединение залитого слоя с основным металлом обода катка зависит от равномерности нагрева обода, температуры нагрева и температуры жидкого чугуна. Шероховатость поверхности соответствует $R_a = 80$ мкм, твердость – 320...390 НВ. Заливаемый металл содержит, % (массовая доля): углерода 2,8...3,2, кремния 1,6...2,2, марганца 0,7...0,9, серы 0,04...0,05, хрома 0,2...0,3, меди 0,2...0,4 и фосфора до 0,1.

Основные достоинства этого способа: высокая производительность, хорошее качество восстановленной поверхности детали, возможность восстановления сильно изношенных деталей, применение недефицитных и недорогих материалов, хорошая прирабатываемость с сопряженной поверхностью беговой дорожки звеньев гусениц и, как следствие этого, увеличение срока службы этих деталей. К недостаткам способа следует отнести: высокую энергоемкость процесса, затруднение повторного восстановления деталей, повышенную хрупкость металла восстановленного слоя.

Поддерживающие ролики изнашиваются от трения беговой дорожки гусеницы по ободу ролика. При слишком тугом проворачивании на оси, особенно в зимнее время, когда загустевает смазка и поддерживающий ролик забивается грязью, льдом и снегом, может происходить полное торможение ролика и других деталей (осей поддерживающего ролика, подшипников, и т. д.). Интенсивность изнашивания ролика достигает 3,63...4,0 мкм/ч. Для восстановления принимаются поддерживающие ролики с износом основной рабочей поверхности до диаметра менее 190 мм, с износом отверстий резьбовых и под подшипники. С большим износом, трещинами и изломом поддерживающие ролики для восстановления не принимаются.

Разработаны следующие методы восстановления ободьев поддерживающих роликов: *автоматическая наплавка под слоем флюса, постановка стального или резинового бандажа, заливка жидким металлом.*

Автоматическую наплавку под слоем флюса ободьев поддерживающих роликов по типовой технологии ремонта тракторов ГОСНИТИ проводят на токарно-винторезном станке 1К62 головкой АБСК, А-580 или А-580М и других

марок со сварочным преобразователем ПСО-500. Применяют электродную проволоку марки Св-08 ГОСТ 2246-70 диаметром 2 мм и наплавляют первые два слоя под флюсом АН-348А, остальные слои – под флюсом АН-348А с добавлением 30 % чугунной стружки до диаметра 210+2 мм. Режимы наплавки: скорость подачи электродной проволоки 198 м/ч; скорость наплавки 0,87 м/мин; частота вращения поддерживающего ролика 1,5 об/мин; шаг наплавки 6...8 мм; ток 180...220 А; напряжение на дуге 28...30 В. Полярность для наплавки первых двух слоев обратная, а для последующих – прямая.

ГОСНИТИ изношенные детали ходовой части тракторов рекомендуется восстанавливать многоэлектродной наплавкой малоуглеродистой проволокой диаметром 3 мм в сочетании с порошковой марки ПП-У25Х17Т-0 под флюсом АН-60. Причем наплавку рекомендуется вести пятью электродами. Из них один электрод из порошковой проволоки. Режим наплавки: сила тока 450...550 А; напряжение 25 В; скорость наплавки 0,11 м/мин; подача электродной проволоки 0,41 м/мин. Вылет электрода 30...35 мм, а его смещение с зенита 15...20 мм.

Постановкой стальных *бандажей* по типовой технологии рекомендуется восстанавливать поддерживающие ролики с износом поверхностей до диаметра 180...175 мм. Предварительно изношенные беговые дорожки поддерживающих роликов протачивают до выведения следов износа и овальности. Бандажи целесообразно изготавливать из прутка диаметром 16...20 мм так, чтобы обеспечить их натяг в пределах 0,1...0,25 мм. Перед напрессовкой их нагревают, а затем приваривают с торцов электродуговой сваркой электродами УОНИ-13/55.

Разработан ряд методов постановки *резиновых бандажей* при восстановлении поддерживающих роликов тракторов третьего тягового класса. Их применяют из-за ряда положительных качеств: они выдерживают значительные деформации, эластичны, стойки к физическим воздействиям и хорошо амортизируют. Кроме того, резиновые бандажи уменьшают шум трактора, улучшая тем самым условия труда механизатора. Снижение веса удлиняет срок службы подшипников и уменьшает износ беговых дорожек звеньев гусениц. Хотя себестоимость восстановления поддерживающих роликов с применением резиновых бандажей пока

еще высока. Это в некоторой степени компенсируется увеличением ресурса поддерживающих роликов и подшипников, а также тем, что при последующих ремонтах этих деталей не требуется предварительная механическая обработка.

Бандажи делают в специальных пресс-формах из резиновой смеси Я-62-122 фасонного профиля без металлической основы. Вулканизируют на плите прессы с электрообогревом под давлением 60...80 кг при температуре 143...150° С в течение 45 мин.

Заливка жидким металлом поддерживающих роликов проводится на установке для поочередной заливки. Расплавленный металл заливают в промежуток между изношенной деталью и стенкой кокиля через литниковую систему. После выдержки 1...1.5 мин поддерживающий ролик извлекают для нагрева и заливки противоположной стороны или помещают в накопитель после заливки обеих сторон. При заливке и нагреве в индукторе деталь вращается, что обеспечивает равномерный нагрев восстанавливаемой поверхности, равномерное распределение металла по всему периметру, хорошее сплавление и исключает местный перегрев.

9.2 Автомобильные шины

Современная шина представляет собой эластичную резинордную оболочку сложной конструкции, монтируемую на обод колеса, наполняемую сжатым воздухом и предназначенную для обеспечения надежной передачи тяговых и тормозных сил, способности устойчивого прямолинейного движения, малого нагрева, пригодности к эксплуатации в любое время года, малой чувствительностью к переезду через препятствия, достаточной сопротивляемостью к повреждению боковых стенок, высокой безопасности и экономичности.

Наиболее часто встречающимися повреждениями шин являются *порезы, неравномерный износ, отслаивание или разрыв протектора, расслаивание каркаса или его излом, прокол или разрыв камеры, пропуск воздуха через вентиль*. В таблице 2 приведены наиболее характерные виды преждевременного износа шин и указаны причины их возникновения.

Таблица 2 – Виды преждевременного износа шин

Вид износа	Причина износа
1	2
Износ протектора в зависимости от давления	Повышенный износ средней части из-за эксплуатации шины с избыточным давлением
	Равномерный износ протектора при эксплуатации шины с рекомендованным давлением
	Повышенный износ крайних дорожек из-за эксплуатации шины с пониженным давлением
Износ протектора при развале колес	При положительном развале колес более допустимого
	При отрицательном развале колес более допустимого
Односторонний износ протектора задних колес	Изгиб балки заднего моста из-за нарушений правил эксплуатации автомобиля
Износ протектора в зависимости от угла схождения передних колес	При увеличенном (положительном) угле схождения передних колес более допустимого
	При уменьшенном (отрицательном) угле схождения передних колес менее допустимого
Пятнистый износ протектора	Повышенный дисбаланс колеса
Износ отдельных участков протектора	Резкое трогание с места и торможение автомобиля с блокировкой колес
Вздутие на боковине или протекторе	Эксплуатация шин на дорогах с плохим покрытием при высоких скоростях, а также при наезде на камни, стекло, металлические и другие предметы
Разрывы боковины	Эксплуатация шин с нагрузкой, превышающей допустимую; удары боковиной о бордюрный камень

При вращении колеса автомобиля возникают большие центробежные силы. Если масса колеса по окружности неодинакова, то появляется биение и покрышка разрушается быстрее. Износ шин неодинаков, задние шины изнашиваются быстрее чем передние, а правые больше чем левые.

В зависимости от характера повреждений направляемые на восстановление шины разделяют на четыре основные группы.

1. С мелкими прорезами, царапинами, поверхностными и сквозными

проколами, не влияющими на работоспособность и механические качества покрышки. Эти неисправности устраняют в порядке проведения профилактических ремонтов, так как при дальнейшей эксплуатации шин через прорезы и проколы в каркас покрышки будут попадать грязь, пыль, нефтепродукты, влага и разрушать его.

2. С механическими повреждениями в виде глубоких прорезов, задевающих каркас, или сквозные повреждения. Повреждения покрышек второй группы устраняют при ремонте.

3. Покрышки, у которых изношен протектор до подушечного слоя без повреждений каркаса или сквозные повреждения. Повреждения покрышек третьей группы устраняют при восстановлении покрышек.

4. Со сквозными большими прорывами, разрывами проволоки борта, расслоением каркаса, разрушением нитей корда и полностью изношенным протектором. Такие покрышки, как правило, не восстанавливают, а используют для изготовления манжет.

Автомобильные шины подвергают двум видам ремонта:

- *местному* (устранение проколов, разрывов; разрезов и прорывов);
- *восстановительному* (наложение нового протектора).

Местному и восстановительному ремонту не подлежат покрышки со следующими особенностями:

- число и размеры повреждений каркаса или брекера не соответствуют установленным требованиям, указанным в таблицах 1 и 2 Приложения А;
- в металлическом сердечнике борта имеются изломы, оголения или разрушения, борта вытянуты (деформированы), каркас с повреждениями,
- расположенными на расстоянии менее 70 мм от пятки борта и требующими его вскрытия при ремонте;
- во внутренних слоях каркаса имеются кольцевые изломы или разрушения с расслоением каркаса или брекера;
- на покровной резине наблюдаются затвердения, растрескивание в виде мелкой сетки, глубокие трещины или другие явные признаки старения;

– покрышки пропитаны маслом, керосином, нефтью или другими веществами, вызывающими набухание резины; покрышки загрязнены бетоном, асфальтом или другими материалами, не поддающимися очистке.

В зависимости от характера местных повреждений, их размеров и конструкции шин устанавливается первый или второй вид ремонта; от технического состояния шин различают два класса восстановительного ремонта.

Технологический процесс устранения местных повреждений покрышек состоит из следующих операций.

Очистка выполняется теплой водой в специальных моечных машинах или вручную с помощью волосяных щеток. Сушка – предназначена для удаления влаги. Производят в сушильных шкафах при температуре 40...60° С в течение 2 часов. Допустимая влажность каркаса не должна превышать 3...5 %. Наличие влаги может привести к образованию паровых мешков и расслоению каркаса.

Подготовка поврежденных участков – включает удаление отслоившейся резины и разорванных нитей корда по всей глубине повреждения. В зависимости от вида повреждения применяют способ ремонта вставкой в рамку для легковых автомобилей и внутреннего, наружного или встречным конусом для грузовых автомобилей. Несквозные повреждения с наружной стороны покрышки вырезают наружным конусом, а с внутренней – внутренним конусом. При сквозном повреждении вырезку осуществляют встречным конусом в два этапа – вначале вырезают повреждения наружным конусом, а затем внутренним, а место стыка конусов выреза должно находиться на уровне брекера покрышки. Вырезка в рамку – это ступенчатое удаление слоев каркаса с высотой ступеньки 20 мм вдоль нитей корда и 10 мм поперек них. Преимущества способа: возможность почти полного восстановления прочности каркаса и минимальное нарушение сбалансированности покрышки, а недостаток – значительная трудоемкость. Для удобства доступа к внутренней части покрышки при вырезании сквозных повреждений используют механические, гидравлические или пневматические борторасширители, распорки и специальные болванки, а поврежденные участки вырезают остро заточенными ножами, смоченными водой.

Шероховка внутренних и наружных участков покрышки предназначена для увеличения прочности соединения починочных материалов с покрышкой. Внутренние поверхности покрышки обрабатывают дисковой проволочной щеткой (граница обработки отстоит на 20...30 мм от краев накладываемого пластыря), а наружные – игольчатой шарошкой и дисковой проволочной щеткой (обработке подвергают зону вырезки повреждения и часть покрышки вокруг нее на расстоянии 7...10 мм). Проколы очищают электродрелью (диаметр сверла должен быть примерно на 1 мм больше размера прокола) или круглым рашпилем.

Далее наносят клей двумя слоями кистью с короткой жесткой щетиной тонким сплошным слоем, без потеков. Первый слой наносят клеем малой концентрации, в котором соотношение резины и бензина по массе составляет 1 : 8, и второй слой – клеем высокой концентрации 1 : 5. После каждой промазки клеевую пленку сушат в сушильном шкафу при температуре 30...40° С в течение 25...30 мин. Качество сушки проверяют мягкой кистью – волоски не должны прилипать к хорошо просушенной поверхности.

Резиновые починочные материалы протирают бензином и сушат под вытяжным устройством. При потере ими клейкости на них наносят клей концентрацией 1 : 8 один раз с двух сторон и просушивают. При ремонте автомобильных шин применяют починочный материал (резиновый и резинотканевый): требующий горячей вулканизации – резину: протекторную листовую (толщиной 2 мм для заполнения повреждений протектора и боковин покрышек), вальцованную (толщиной 10 мм для наложения протектора навивкой узкой ленты) и в виде профилированных лент различных размеров (для наложения нового протектора); листовую прослоечную (толщиной 0,9 и 2,0 мм для обеспечения связи между починочным материалом и покрышкой) и камерную (толщиной 2,0 мм для ремонта камер); клеевую вальцованную (для изготовления резинового клея); обрезиненный корд (для ремонта каркаса покрышки и изготовления пластырей) и прорезиненный чофер (для ремонта бортов покрышек и пяток вентиляй); самовулканизирующий – пластыри резинокордовые с адгезивным слоем (для усиления поврежденных участков покрышек) и резиновые с адге-

живным слоем (для ремонта камер и герметизирующего слоя бескамерных шин); грибки резиновые вулканизированные с адгезивным слоем (для заделки проколов); клей самовулканизирующийся (для смазки ремонтируемых участков перед установкой самовулканизирующихся пластырей).

Заделка повреждений – процесс наложения подготовленного починочного материала на ремонтируемые участки с последующей прикаткой роликом. Место вырезки при заделке несквозного наружного повреждения до двух слоев каркаса обкладывают прослоечной резиной 0,9 мм и тщательно прикатывают роликом. Полость вырезанного конуса в области каркаса заполняют слоями прослоенной резины толщиной 2 мм.

Размер каждого слоя соответствует размеру того пояса конуса, на который слой укладывается. Каждый слой тщательно прикатывают роликом, а образовавшиеся вздутия прокалывают шилом. В области протектора полость конуса заполняют слоями протекторной резины. Починочная резина должна быть выше поверхности покрышки на 2...3 мм для обеспечения опрессовки при вулканизации. Если повреждены более двух слоев каркаса покрышки, то с ее внутренней стороны накладывают пластырь, который предварительно покрывают прослоечной резиной. Центр пластыря должен совпадать с центром выреза. Края наложенного пластыря обкладывают лентой из прослоечной резины толщиной 0,9 мм и шириной 25...30 мм. Пластырь тщательно прикатывают роликом. Если необходимо осуществить заделку несквозного внутреннего повреждения, то полость конуса в зоне протектора заполняют протекторной резиной, а затем прослоечной. Полость конуса заделывают заподлицо с внутренней поверхностью покрышки и затем накладывают пластырь.

Последовательность заделки повреждения покрышки:

- сквозного: заделывают конус с внутренней стороны, накладывают пластырь и заделывают с наружной стороны;
- вырезанного в рамку: ступенчатую поверхность покрывают прослоечной резиной (толщина 0,9 мм), прикатывают роликом, вставляют последовательно куски корда (направление нитей корда должно совпадать с направлением

ем нитей в соответствующем слое каркаса; последний слой корда должен перекрывать границы выреза на 30...50 мм на каждую сторону, а края этого слоя обкладывают лентой прослоечной резины толщиной 0,9 мм и шириной 30 мм) и затем заделывают повреждения со стороны протектора.

Проколы размером до 15 мм заделывают резиновыми грибками с адгезивным слоем, которые входят в комплект автоаптечки, или постановкой заплат размером 25 x 25 мм. На внешнюю сторону покрышки накладывают трехслойные заплаты из прослоечной резины, а на внутреннюю – двухслойные.

Для заделки местных повреждений также применяют шприц-машины, при помощи которых в поврежденную полость покрышки выдавливается подогретая резиновая масса. Преимущество способа – большая производительность и снижение расхода починочных материалов.

Вулканизация предназначена для создания прочного монолитного соединения ремонтируемых участков покрышки с починочными материалами и превращения их в прочную, эластичную массу. Ее проводят в специальных секторных аппаратах для вулканизации с паровым или электрическим подогревом при температуре $143 \pm 2^\circ \text{C}$; для покрышек со сквозными и наружными повреждениями применяют мульды; сектор – с внутренними повреждениями.

Опрессовку покрышек в процессе вулканизации осуществляют в воздушных варочных мешках, которые вкладывают в полость покрышки в месте вулканизируемого участка (давление воздуха в мешке должно быть 0,5...0,6 Мпа). Время вулканизации колеблется в пределах 40...200 мин в зависимости от размера покрышки, характера повреждения, применения одностороннего или двухстороннего обогрева.

Контроль качества ремонта покрышки проводят в соответствии с техническими требованиями. На внутренней поверхности покрышки не должно быть отслоений починочных материалов, складок, утолщений, недовулканизации, влияющих на работу камеры. Допускается на поверхности отремонтированного участка наличие раковины или поры размером до 10 мм и глубиной до 2 мм.

Восстановительный ремонт покрышек выполняют после устранения местных повреждений путем снятия с них старого протектора и наложения нового. Технологический процесс наложения нового протектора включает операции перечисленные ниже.

После очистки и сушки удаляют старый протектор и проводят шероховку на шероховальном станке, который оснащен специальным режущим инструментом. Для придания упругости покрышке внутрь ее вкладывают камеру и наполняют сжатым воздухом. После шероховки с поверхности покрышки с помощью пылесоса удаляют пыль.

Устранение повреждений осуществляется в следующей последовательности. На шерохованную поверхность покрышки методом распыления нанесенят клей, используя для этого сжатый воздух, что позволяет сократить время сушки клея за счет испарения паров бензина.

Затем подготавливают протекторной резины: вырезают заготовку требуемой длины; создают на ее концах конусного среза под углом 20° ; нанесят резиновый клей малой концентрации на поверхность заготовки и косога среза в месте стыка и сушат заготовку в камере при температуре $30...40^\circ \text{C}$ в течение $30...40$ мин.

Наложение протекторной резины и ее прикатку выполняют на прикаточном станке в следующем порядке: проводят укладку слоя листовой прослоечной резины на просушенную клеевую пленку и прикатывают его роликом, проводят укладку и прикатывание подготовленной протекторной профилированной резины. Наложение нового протектора также может осуществляться методом навивки на вращающуюся покрышку узкой ленты из сырой резиновой смеси шириной $20...25$ мм и толщиной $3...5$ мм по определенной схеме автоматически на специальном агрегате.

Вулканизация протектора выполняется в кольцевых вулканизаторах, которые представляют собой разъемную по окружности форму с выгравированным рисунком протектора. Форма нагревается паром до температуры $143\pm 2^\circ \text{C}$. Для опрессовки покрышки вовнутрь ее укладывают а рочную камеру, в кото-

рую подается сжатый воздух давлением 1...3 Мпа. После вулканизации на протекторе образуется рисунок, соответствующий рисунку пресс-формы. Время вулканизации зависит от размеров покрышки, толщины вулканизируемого слоя резины и состава резиновой смеси.

После вулканизации проводят отделку покрышки – срезание излишков и наплывов резины, зачистка на шероховальном станке мест среза и стыковка краев протектора с боковинами.

Контроль качества ремонта включает физико-механические испытания, предназначенные для проверки покрышек на твердость, разрыв, относительное удлинение и старение. Контроль качества покрышек проводится выборочно в количестве 0,1% от каждой принимаемой партии. У восстановленных покрышек не допускаются пористость, губчатость, пузыри, отслоения, складки, неровности на внутренней поверхности, расслоения каркаса и брекера, деформация металлического кольца.

На боковине или в пленочной зоне покрышки обозначаются: заводской номер, наименование и товарный знак предприятия, выполняющего восстановление; класс восстановления; месяц и год восстановления; штамп ОТК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие дефекты наиболее часто встречаются у деталей ходовой системы гусеничных тракторов?
2. Почему затруднена наплавка проушин гусениц тракторов?
3. Какими методами устраняют износ проушин? Какой из них считается наиболее эффективным?
4. Как проводится восстановление деталей ходовой системы гусеничных тракторов заливкой жидким металлом?
5. Какие сварочные методы восстановления используются при восстановлении ведущих колес?
6. Как проявляется износ опорных катков?
7. Почему восстановление опорных катков бандажированием малоэффективно?
8. Какие электродные материалы применяются при восстановлении опорных катков наплавочными способами?

9. Какой дефект и почему наблюдается наиболее часто у поддерживающих роликов?

10. Какие методы восстановления наиболее часто применяют при устранении износа обода поддерживающего ролика?

11. Какие дефекты автомобильных шин наиболее часто встречаются? Причины их возникновения.

12. Какие виды ремонтных воздействий предусмотрены для автомобильных шин?

13. В каких случаях автомобильные шины не принимаются на восстановление?

14. Как проводят ремонт местных повреждений?

15. В чем заключается операция шероховки?

16. Какие материалы используют при восстановлении?

17. В какой последовательности проводят восстановительный ремонт покрышек?

18. Каковы требования к качеству восстановленных автомобильных шин?

10 РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

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 системой. 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.

10.1 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:

1. измерение сопротивления;
2. определение степени увлажнения;
3. испытание электрической прочности.

При измерении 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).

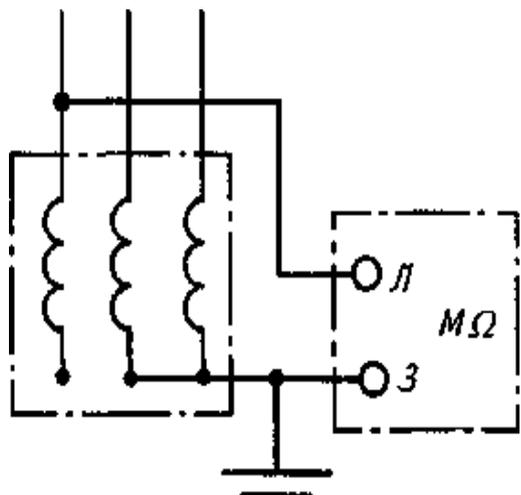


Рисунок 41 – Схема измерения сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой

Сопротивление изоляции обмоток измеряют относительно корпуса машины и между обмотками для каждой электрически независимой цепи (фазы). При измерении сопротивления изоляции клемму мегомметра *Л* соединяют с выводом первой фазы, а клемму *З* – с корпусом машины (рисунок 41). С корпусом соединяют также остальные фазы. Так измеряют сопротивление изоляции обмотки первой фазы относительно корпуса и двух других обмо-

ток. 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 аб-

сорбции, вызванный дипольной поляризацией диэлектрика (рисунок 42). Первый протекает постоянно, а второй достигает максимума через 15 с и практически исчезает примерно через 60 с.

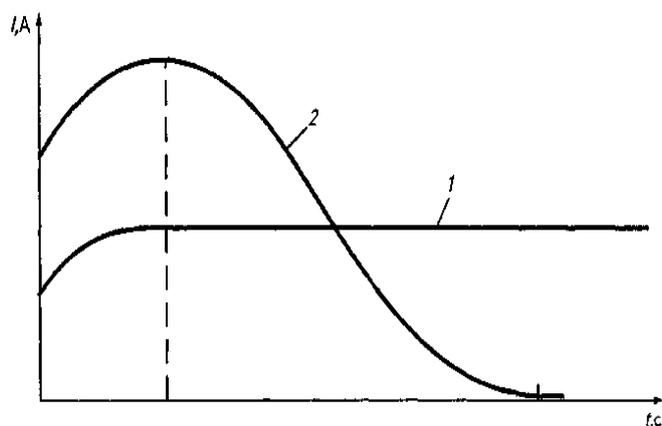


Рисунок 42 – Зависимость изменения силы тока сквозной проводимости (1) и абсорбции (2) в изоляции от продолжительности действия постоянного напряжения

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,

$$R_{60} > U_H / (1000 + 0,01P), \quad (1)$$

где U_H – 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.

$$R_{60} > U_H / 1000)$$

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 машин напряжением до 500 В при температуре 75°C должно быть не менее 0,5 МОм, при температуре 15°C – не менее 4 МОм.

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,

$$E_{ПР} = U_{ПР} / h,$$

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 а неподвижной машине в холодном состоянии по

той же схеме, что и при измерении сопротивления изоляции (рисунок 41), 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	Испытательное напряжение, В
$N < 1 \text{ кВт}$ $U_H < 100 \text{ В}$	$2 U_H + 500$
$N > 1 \text{ кВт}$ $U_H < 100 \text{ В}$	$2 U_H + 1000$
$N = 1 \dots 1000 \text{ кВт}$ $U_H > 100 \text{ В}$	$2 U_H + 1000$, но не $< 1500 \text{ В}$
Обмотки фазных роторов	$2 U_H + 1000$

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 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 рото-

ром испытывают одновременно межвитковую изоляцию обмоток статора и ротора, для чего обмотку ротора не закорачивают, а оставляют разомкнутой.

10.2 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 (несоответствие конструкции машины условиям работы, недостаточная мощность, неправильная защита машины и т. д.);
- неправильный монтаж оборудования (плохие фундамент, крепление);
- 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.

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 пол-

ные сопротивления: $Z_1 = Z_2 = Z_3$. Полное сопротивление состоит из активного r и индуктивного X_L сопротивлений, т. е.

$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

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 фазы 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.

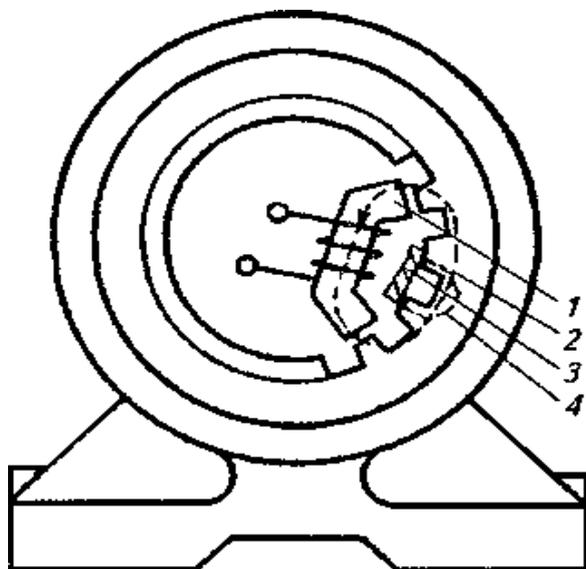
Для определения наличия витковых замыканий в обмотке третьей фазы необходимо соединить ее с первой или второй фазой.

Методы симметрии и вольтметра служат для обнаружения витковых 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 (рисунок 43). 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



1 – электромагнит; 2 и 4 – магнитные потоки от электромагнита и замкнутой секции; 3 - стальная пластина

Рисунок 43 – Схема определения витковых замыканий методом вспомогательного электромагнита

обмотку лампы, 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 % 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 со-

дет

здает местный переменный поток. Последний затормаживает шарик, и он будет вращаться неравномерно (может остановиться).

Обрыв обмоток определяют с помощью

- мегомметра (при обрыве он покажет сопротивление $R = \infty$),
- контрольной лампы (при обрыве лампа не горит),
- вольтметра (при обрыве он не показывает напряжение).
- 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 паяк 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 пер-

вом 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.

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, выступания 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 расстановки 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.

10.3 Технология ремонта электрооборудования

Технологический процесс (рисунок 44) 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 замеряют при осмотре. Обязательно замеряют 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.

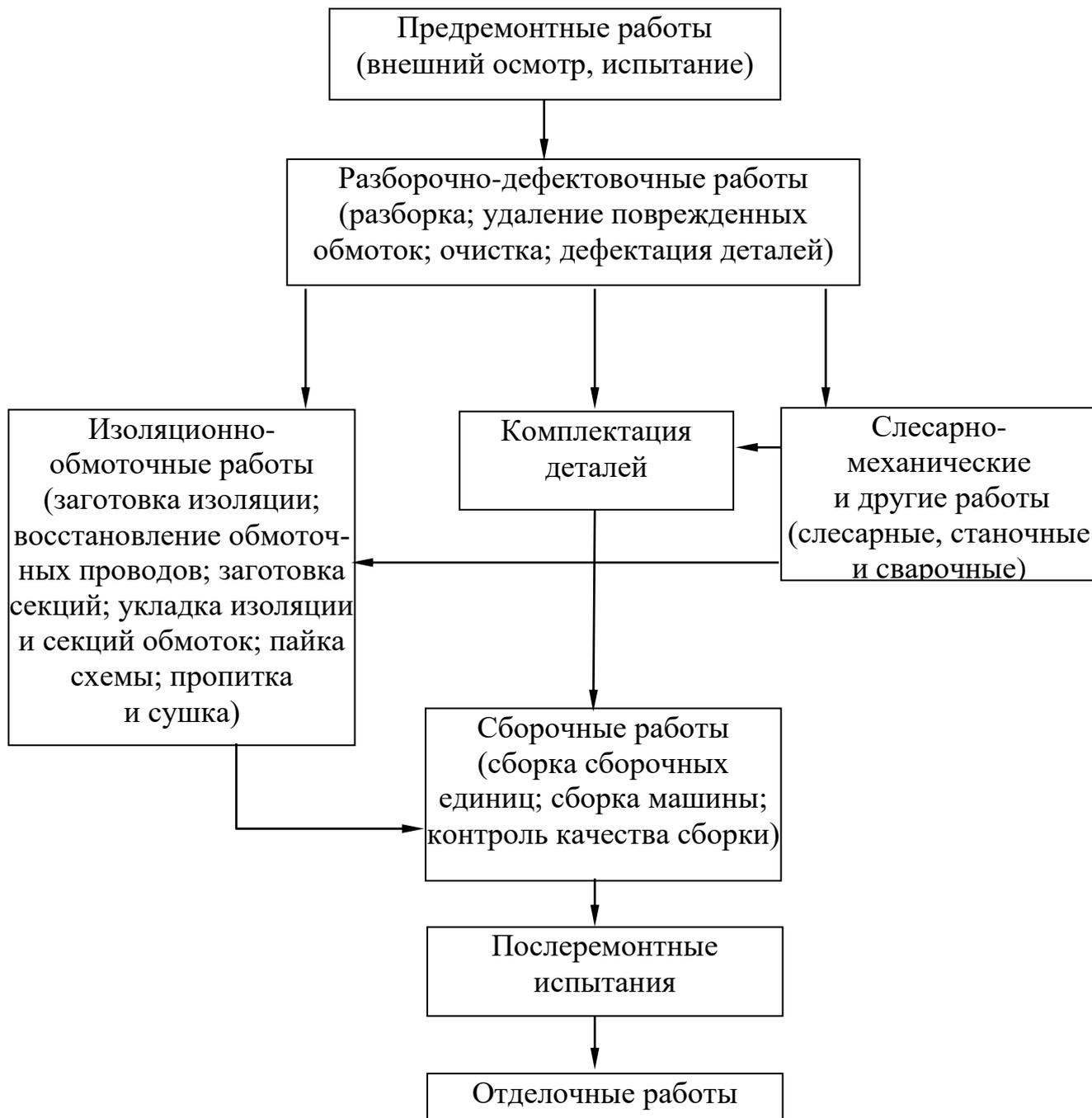


Рисунок 44 – Схема технологического процесса ремонта электрооборудования

В программу предремонтных испытаний входят испытания

- электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между собой;
- электрической прочности межвитковой изоляции;
- машины в режиме холостого хода;

- проверка наличия обрывов и распайки в обмотках и на выводах;
- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой.

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 промыв-

кой проточной водой. Машины с алюминиевыми корпусами погружать в эти растворы нельзя.

После выжигания изоляции расклинивают пазы статора. Удаляют бандаж 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. 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 (изоляция проводов, находящихся в пазах машины, от активной стали называется пазовой изоляцией); 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.

Заготовка изоляции. 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 ка-

тушек), 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 течении 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. 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 ротора. Число катушек в катушечной группе равно числу пазов, приходящихся на полюс и фазу, т. е.

$$q_i = z / (2pm),$$

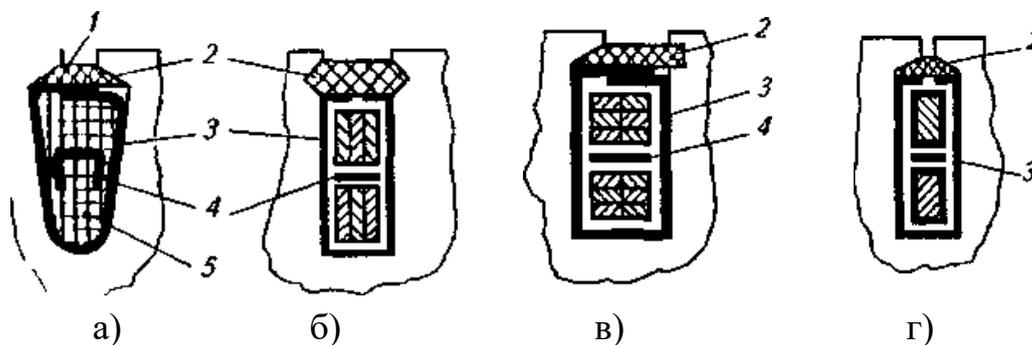
где z – число пазов; p – число пар полюсов; m – число фаз.

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 (рисунок 45): *закрытый*, *полузакрытый*, *полуоткрытый*, *открытый*. Обмотки машин с закрытыми пазами называются протяжными, с полузакрытыми – всыпными, с открытыми и полуоткрытыми – шаблонными или жесткими.



а – полузакрытый; б – открытый; в – полуоткрытый; г – закрытый;
1 – шлиц; 2 — пазовый клин; 3 – пазовая изоляция; 4 – межслойная изоляция (прокладка); 5 – обмотка

Рисунок 45 – Основные формы пазов электрических машин

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 и 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 диаметром, 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 сыпной 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 спрессованные. 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 схемы. После укладки катушек и 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 кон-

тактной сваркой. Далее места соединений тщательно изолируют локотканью 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. д.

Сушат и пропитывают обмотки не только при ремонте электрических машин, но и во время эксплуатации в случае уменьшения сопротивления изоляции ниже допустимого значения.

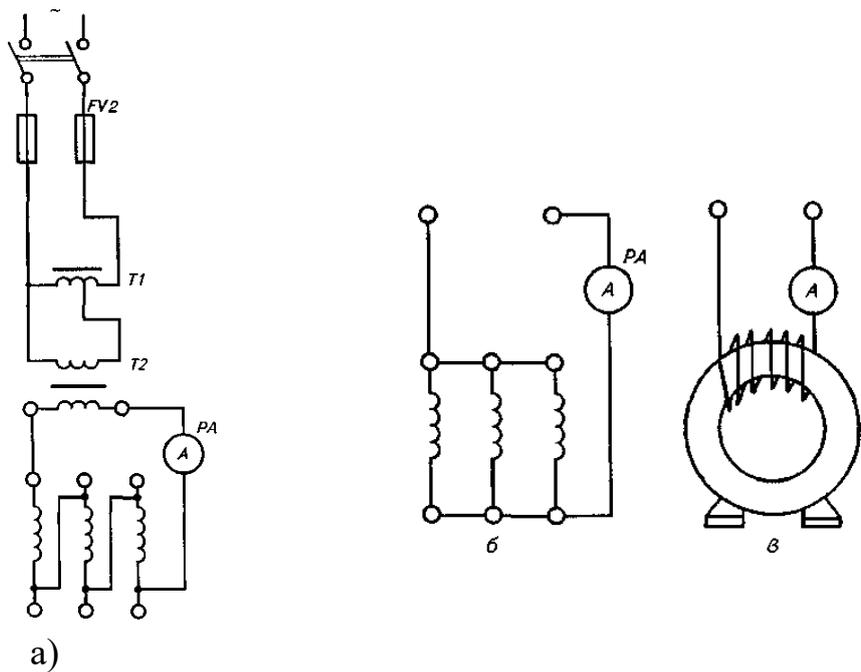
Основные методы сушки обмоток: в сушильном шкафу (конвективный), инфракрасными лучами (терморadiационный), токовая, индукционная.

Сушку в сушильном шкафу применяют главным образом при ремонте 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 (рисунок 46, а) или параллельно (рисунок 46, 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 сутки сокращается в 5...6 раз, а расход электроэнергии – в 4 раза. Кроме того, нет необходимости в установке дорогостоящего печного оборудования.



а и б – токовая; в – индукционная;
 T1 – автотрансформатор; T2 – понижающей трансформатор

Рисунок 46 – Схемы сушки обмоток

При индукционном методе обмотки сушат за счет теплоты, выделяющейся в активной стали и корпусе машины под действием вихревых токов, индуци-

руемых вспомогательной обмоткой-индуктором (рисунок 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.

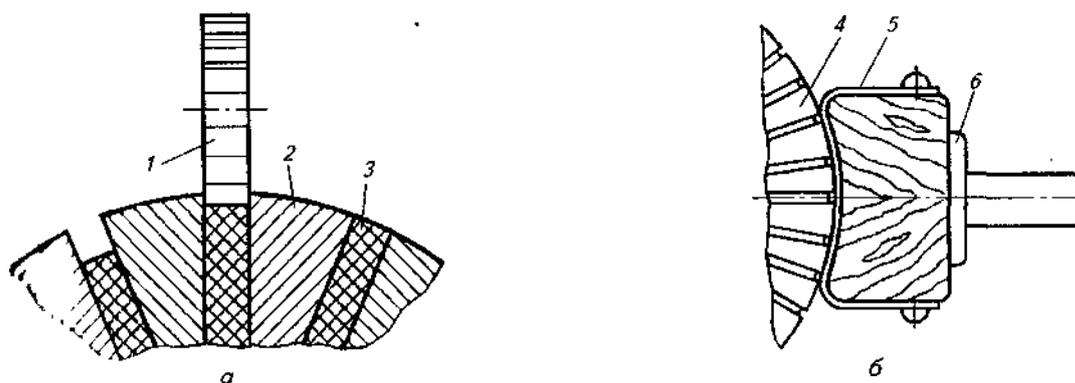
После пропитки обмотки вынимают из ванны и выдерживают над ней, чтобы стекли излишки лака. Пропитанные обмотки сушат с целью удаления растворителя, ускорения полимеризации лака и запечки лаковой пленки. При сушке постепенно поднимают температуру до необходимого значения. Контролируют температуру и сопротивление 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 соответствующую 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 (рисунок 47, 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 0,5x45°.



1 – фреза; 2 – пластина коллектора; 3 – миканитовая пластина; 4 – коллектор; 5 – стеклянная наждачная бумага; 6 – державка

Рисунок 47 – Схема фрезерования миканитовых пластин (а) и шлифования (б) коллектора

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 (рисунок 47, 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 с 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 или фрезой и заваривают их стальным электродом диаметром 2,5...3,0 мм. Заваренную поверхность обрабатывают зашлифовкой 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.

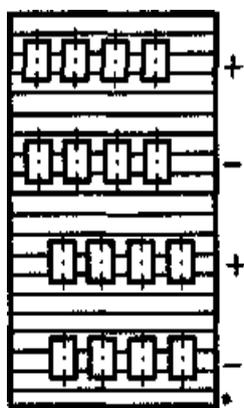


Рисунок 48 – Схема расстановки щеток на коллекторе

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 устанавливать в шахматном порядке (со смещением) с учетом их полярности, чтобы по одному следу скользил и щетки разной полярности (рисунок 48).

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:

1. внешний осмотр, проверку схемы и правильности маркировки выводных концов; измерение воздушного зазора;
2. измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между собой;
3. измерение сопротивления обмоток постоянному току в холодном состоянии;
4. испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса и между собой; электрической прочности витковой 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.

10.4 Ремонт пускозащитной аппаратуры и распределительных устройств напряжением до 1 кВ

Все виды силовых электроустановок снабжены пусковыми, защитными, регулирующими и распределительными устройствами. К ним относятся рубильники, переключатели, предохранители, пакетные выключатели, магнитные пускатели, автоматические выключатели, тепловые реле и др.

К числу наиболее типичных показателей неисправности и повреждения рассматриваемой группы электромеханических устройств относятся: чрезмерный нагрев катушек пускателей, контакторов и автоматов, межвитковые замыкания и замыкания на корпус, чрезмерный нагрев контактов и их большой износ.

Ремонт рубильников, переключателей и предохранителей.

При устранении дефектов рубильников, переключателей и предохранителей выполняют простые операции механического характера:

- очистку контактных поверхностей ножей патрона и губок от грязи, копоти и частиц оплавленного металла;
- подтяжку крепежных деталей и шарнирных соединений;
- добиваются, чтобы ножи и патроны входили в губки без ударов и перекосов, а контактные поверхности губок плотно прилегали к соответствующей поверхности ножа;
- обеспечение плотности затяжки всех контактных соединений и т. д.

После этого регулируют глубину вхождения ножей в губки рубильников (при полностью включенном положении они не должны доходить до контактных площадок губок на 2...4 мм) и одновременность выхода ножей из контактных губок (разница выхода ножей не должна превышать 3 мм). Качество ремонта рубильников и переключателей проверяют десяти–пятнадцатикратным включением и отключением.

Ремонт контакторов и магнитных пускателей.

Межремонтный ресурс контакторов и магнитных пускателей определяется главным образом такой наиболее часто повреждающейся деталью, как *удерживающая катушка*.

Характерные дефекты – пересыхание и обгорание изоляции, межвитковые замыкания и обрыв.

Каждый из этих дефектов требует замены катушки новой. При отсутствии катушек заводского изготовления их перематывают, ориентируясь на паспортные данные заменяемых катушек. При отсутствии таких данных необходимые параметры катушек рассчитывают по электротехническим справочникам.

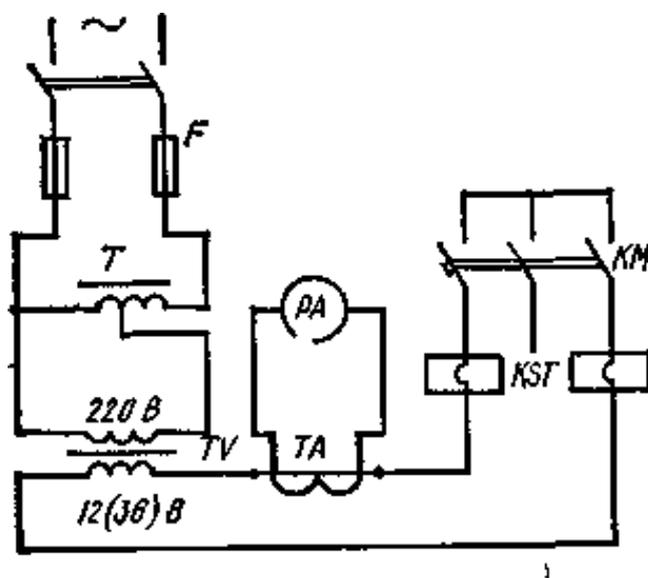
Дефекты других деталей (крепёжных, упругих, контактных) пускателей и контакторов устраняют аналогично тому, как это выполняется при ремонте рубильников и переключателей. При ремонте искрогасительных камер контакторов и пускателей обгоревшие части заменяют. Смесью измельченного асбеста и цемента сглаживают неровности на внутренней поверхности.

При контроле исправности контакторов и пускателей проверяют подвижность контактных систем, механические характеристики аппаратов, качество изоляции катушек и плотность контактных соединений.

Ремонт тепловых реле и автоматических выключателей.

Повреждения отдельных элементов теплового реле (износ, деформация и поломка деталей; подгорание контактов) приводят к нарушению режимов его срабатывания. Поэтому важный момент восстановления работоспособности теплового реле – его регулировка. Реле испытывают нагрузочным током (рисунок 49) и снимают его характеристики в виде зависимости между током сраба-

тывания и выдержки (как без предварительного подогрева, так и после подогрева номинальным током). Сравнением полученных характеристик с контрольными определяют соответствие реле техническим условиям или повторяют опыт, изменив положение регулировочного рычага.



T – автотрансформатор; TV – нагрузочный трансформирующие кольца и пластилин; 4 – основание корпуса; 5 – воронка для заливки быстротвердеющих пластмасс; 7 – пустотелая оправка; 8 – призма для установки свободного конца оправки 7; 9 – поперечная направляющая мостика, 10 – дополнительная направляющая втулка

Рисунок 49 – Схема испытания теплового реле

Автоматические выключатели АП-50, АЗ100, АЕ-2000 и другие выпускаются с тепловыми и электромагнитными расцепителями. Работу расцепителей автоматов проверяют подобно проверке работы теплового реле с использованием соответствующих нагрузочных схем и контрольных характеристик для каждого типа выключателей.

Основные неисправности деталей механического характера (износ и подгорание контактов и зажимных клемм, износ трущихся поверхностей рычагов и тяг, ослабление и поломки пружин) устраняют операциями, используемыми при ремонте рассмотренных ранее пускозащитных и регулировочных устройств.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите методы контроля изоляции электрооборудования.
2. Какие дефекты обмоток наиболее часто встречаются у электрооборудования?
3. Из каких этапов состоит технологический процесс ремонта электрооборудования?
4. Как проводится испытание после ремонта?

11 РЕМОНТ АГРЕГАТОВ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

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.

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 труднотранспортабельны. 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.

11.1 Агрегаты и сборочные единицы системы водоснабжения

К машинам и механизмам по снабжению ферм водой относятся поршневые, центробежные и погружные насосы, водопроводная арматура, водоразборные устройства.

Насосы подвергаются ремонту, если производительность их будет снижена на 30 % по сравнению с номинальной, наличии вибрации и шума, увеличения силы тока в обмотках электродвигателя более чем на 20 % выше номинального.

Основные причины снижения производительности: увеличение зазоров в гидравлических уплотнениях, изменение формы и состояния поверхностей рабочих деталей насоса в результате электрохимического, гидроабразивного и кавитационного изнашивания.

Детали машин и механизмов по снабжению ферм водой после обычной очистки для удаления продуктов коррозии и отложений минеральных солей подвергаются химическому травлению в 20-% растворе серной кислоты с добавкой 5 г/л NaCl и 5 г/л присадки «КС» (замедлителя травления).

После травления детали промываются в воде.

11.1.1 Центробежные насосы

В оборудование животноводческих ферм входят в основном центробежные насосы типа К. Характерные дефекты: *трещины в корпусе, износы: уплотнительных поясков рабочего колеса, защитного кольца, посадочных мест вала, сальникового уплотнения, подшипников качения и шпоночных сопряжений.*

Трещины в корпусе заваривают способами, применяемыми для сварки чугуновых деталей или заделывают с помощью составов на основе эпоксидных смол.

Посадочные места и шпоночный паз вала восстанавливают общепринятыми способами. При радиальном зазоре в шариковых подшипниках более 0,2 мм и осевом разбеге вала более 0,4 мм подшипник выбраковывают.

Если зазор между уплотнительным пояском рабочего колеса и кольцом более 0,50 мм, пояска протачивают на токарном станке до выведения следов

износа, изготавливают новое кольцо из стали 20, которое запрессовывают в крышку корпуса, добиваясь зазора в сопряжении 0,25...0,30 мм.

Новую сальниковую набивку перед постановкой промывают и бензине или керосине и пропитывают в разогретой универсальной смазке (солидол или животный жир).

После установки рабочего колеса на вал узел проходит статическую балансировку. Дисбаланс рабочего колеса (в сборе) насоса чипа 1,5 К не должен превышать 0,4 Н·см. Внутренняя поверхность корпуса насоса должна быть покрыта битумным лаком.

При сборке насоса необходимо затянуть сальниковое уплотнение так, чтобы момент для вращения вала насоса и электродвигателя не превышал 6 Н·см. Осевой разбег вала не должен быть более 0,1 мм; При необходимости поверяют и регулируют с помощью прокладок торцовый зазор между спиралью корпуса, крышкой и рабочим колесом насоса. Значение его не должно превышать 0,15 мм.

При соединении насоса с электродвигателем, проверяют соосность валов, несоосность допускается не более 0,25 мм,

Обкатка и испытание насоса проводятся после сборки по следующему режиму:

- при минимальном напоре и максимальной производительности 30 мин (при этом не допускается посторонний шум, вибрация и высокий нагрев подшипников);
- при максимальном напоре 30 мин.

Полученные данные по производительности, напору и мощности на привод сравнивают с техническими условиями на испытание насосов.

11.1.2 Погружные насосы

Из погружных насосов наиболее, широкое применение находят насосы типа АГШ и ЭЦВ. Наибольшему износу, в насосе подвержены рабочие колеса рабочие колеса, направляющие аппараты, подшипники скольжения, шпоночные пазы. Возможен прогиб вала насоса.

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 обрезиненных подшипников вала насоса.

При малых вносах (до 0,5 мм) уплотнительных поясков чугунных рабочих колес, направляющих аппаратов и стаканов их восстанавливают железнением.

При больших износах на уплотнительные пояски рабочих колес после проточки напрессовывают с натягом 0,01...0,03 мм стальные кольца толщиной 2,5...3 мм, соответственно растачивая сопрягаемые поверхности стакана и направляющего аппарата и добиваясь зазора в сопряжении равного 0,12...0,30 мм.

Каждое рабочее колесо после восстановления должно быть статически отбалансировано. Допустимый дисбаланс 0,1 Н·см.

Распорные втулки заменяют новыми, а в направляющие аппараты запрессовывают стальные кольца. Распорные втулки изготавливают из нержавеющей стали.

Изношенные и поврежденные пластмассовые рабочие колеса (полистирол ударопрочный УП-1Л), направляющие аппараты (полипропилен ПП-1) насосов типа ЭЦВ заменяют.

Подшипниковые втулки заменяют или изготавливают из текстолита с уменьшенным внутренним диаметром.

Защитные втулки вала насоса шлифуют под ремонтный размер, при необходимости изготавливают из нержавеющей стали. Напрессовывают втулки на вал в нагретом до 400...500° С состоянии.

При выработке, трещинах, отслаивании резины шары обратных клапанов обрезают.

Изогнутый вал правят.

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 представляет 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, пуансона 2 и прессы. Пресс для нагнетания полимерной композиции можно изготовить из солидолонагнетателя, приварив к крышке штуцер с резьбой, аналогичной резьбе в крышке пресс-формы.

В одной из крышек сверлят два противоположно расположенных отверстия и нарезают резьбу для ввертывания штуцера.

В одну или несколько втулок, у которых предварительно удален слой резины проточкой по внутреннему диаметру с одновременным нарезанием «рва-

ной» резьбы, вставляют пуансон. Последний закрывают с двух сторон крышками, стягивающими струбцинами или винтом.

Приготовленная композиция нагнетается в кольцевой зазор между втулками и пуансоном с помощью пресса. Штуцер 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 пресса подпрессовывается композиция до появления сопротивления. После этого заливаемую 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 $D = 1,1D$ где D – наружный диаметр подшипника. Наружный диаметр пуансона d_1 равен или меньше на 2...3 мм диаметра вала насоса.

Восстановленные и изготовленные в соответствии с техническими требованиями детали насосов собирают с учетом их конструктивных особенностей. Перед этим рабочие поверхности обрешиненных подшипников, резиновых уплотнительных колец и самоподжимных сальников смазывают тонким слоем глицерина.

Зазоры и натяги в соединениях должны соответствовать значениям, установленным для насосов каждой марки.

Перед сборкой насоса статически балансируют ротор в сборе. Допускаемый дисбаланс ротора 0.25 Н·см. Осевой разбег ротора в собранном насосе должен быть 2,5...3 мм.

Перед сборкой основание насоса центрируют на подставке с буртиком высотой 8,5 мм. Устанавливают вал вместе с муфтой, опорной шайбой и конусной втулкой в основание 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 центрирующий конус, уплотняют прокладкой и кольцевыми уплотнениями. На нагнетательный патрубок надевают кольцо с двумя прокладками. Насос прижимается к основанию стенда через пята с помощью винта.

Вода под давлением, соответствующим режиму работы испытываемого насоса, подается через штуцер. Кран служит для удаления воздуха из внутренней полости насоса. Он закрывается после заполнения насоса водой. При испытании насоса на герметичность под давлением 1,2 МПа в течении 3 мин подтекание и просачивание воды в местах соединений секций насоса и через уплотнения не допускается.

По окончании ремонта насоса и электродвигателя их соединяют.

При соединении насоса с электродвигателем необходимо обеспечить, между рабочим колесом и направляющим аппаратом осевой зазор 0,5...1,0 мм. Это достигается установкой необходимой толщины регулировочных прокладок между фланцем нижнего корпуса насоса и верхним щитом электродвигателя.

Регулировочные прокладки помещают между торцами их валов или между соединительной муфтой и буртиком вала электродвигателя.

Толщина, мм, пакета регулировочных прокладок, устанавливаемых между торцами валов,

$$S = a - (b + \lambda/2),$$

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.

Для насоса ЗЭЦВ8-16-140 толщина пакета регулировочных прокладок находящихся между соединительной муфтой и буртиком вала электродвигателя

$$s_1 = 8,5 - h_1,$$

где h_1 – наименьшее расстояние между буртиком вала электродвигателя и торцом подшипникового щита, мм.

Для насосов ЭЦВ6, ЭЦВ8, ЭЦВ10 и ЭЦВ12 толщина пакета прокладок,

$$S_2 = l - (h_1 + c/2),$$

где l – наибольшее расстояние между торцом основания насоса и муфтой, мм; c – осевое перемещение вала насоса, мм.

Если при соединении электродвигателя и насоса осевой ротора больше 1,0 мм, можно установить регулировочные шайбы между торцом соединительной муфты и валом электродвигателя.

Для проверки соответствия отремонтированных электронасосов требованиям ГОСТа проводят контрольные испытания, включающие в себя обкатку, проверку напора, подачи электронасоса, значения силы потребляемого тока.

Обкатка электронасоса без нагрузки выполняется при температуре воды не более 25° С в течении 30 мин при номинальной частоте вращения.

Во время обкатки ротор должен вращаться по часовой стрелке; не допускаются стуки, посторонние шумы, вибрация, а ток в мотке электродвигателя не должен превышать допустимых значений.

Обкатанный насос испытывают. Во время испытаний проверяют напор при расходах воды, соответствующих номинальному режиму и крайним точкам рабочей зоны характеристики насоса.

Испытания проводят на стенде при номинальной частоте вращения вала. Допустимые отклонения ± 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, м³/ч,

$$Q = V/t,$$

где V – объем воды, перекачиваемой в мерный бак, м³; t – время заполнения бака, ч.

Напор измеряют манометром. Подача и напор в контрольных точках должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации. Допустимые отклонения напора у насосов до 0,5 и свыше 0,5 МПа составляют соответственно 10 и 6 %.

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.

Консервация и окраска – заключительные операции ремонта погружных насосов.

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).

После консервации с целью предупреждения коррозии наружной поверхности в процессе работы в скважине отремонтированный насос окрашивают. Наиболее предпочтительны водостойкие эпоксидные 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.

Окрашивают насосы после грунтовки эмалью ХС-78, нанося три слоя

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.

11.1.3 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 заплатки, которые приваривают к основному металлу.

В случае коррозии стенок определяют ее границы, полностью вырезают поврежденные места и приваривают листы металла.

Более сложно выправить листовый 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.

11.1.4 Водопроводная арматура и водоразборные устройства

К этой категории оборудования в основном относятся всевозможные краны, вентили, задвижки, автопоилки и т. п.

Характерные дефекты пробковых кранов, вентилях и задвижек: потеря герметичности из-за износа уплотняющих поверхностей.

Герметичность обычно восстанавливают притиркой. В пробковых кранах притирают пробку к корпусу, в задвижках – диски к бронзовым кольцам.

При больших износах уплотняющие поверхности предварительно протачивают или шлифуют. Изношенные бронзовые кольца в задвижках заменяют.

Для притирки запорной арматуры применяют абразивные микропорошки М28, М14 и М5 соответственно для грубой, средней и тонкой притирки. Окончательная доводка выполняется пастами ГОИ.

Микропорошки смешивают с машинным маслом, пасты разбавляют растительным маслом.

Для предварительной проверки качества притирки на очищенную поверхность одной из притираемых деталей равномерно по окружности наносят 4...5 карандашных черточек. После проворачивания одной из притираемых деталей на небольшой угол (менее 90°) метки должны быть стерты.

Окончательно вентили и задвижки испытывают в течение 2...3 мин. на специальном стенде; вентили под давлением 1...1,6 МПа, задвижки – 2,5 МПа. Подтекания воды не допускаются.

Изношенную сальниковую набивку заменяют. При температуре воды до 100° С сальники вентилях заполняют пеньковой, льняной или хлопчатобумажной набивкой. При температуре воды и пара выше 100° С применяют асбестовую плетеную набивку. Для задвижек пригодна шнуровая набивка; ее укладывают кольцами, равномерно по окружности.

11.1.5 Автопоилки

Различают индивидуальные стационарные автопоилки АЛ-1А и ПА-1А соответственно с пластмассовым и чугунным корпусами, групповые автопоилки АГК-4А и АГК-12 с электроподогревом воды и др.

Характерные дефекты автопоилок: износ деталей клапанных устройств, стержня, прокладок и снижение упругости пружины. Основная причина износа стержня и снижение упругости пружины – электрохимическая коррозия.

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.

Изношенные детали клапанного механизма, выполненные из пластмассовых и резиновых деталей, заменяют новыми в процессе ремонта. Для замены клапанного устройства поилки АП-1 выпускается ремонтный комплект из пластмассовых деталей (РУ-1). Иногда растачивают седло клапана на токарном станке.

В пластмассовых поилках АП-1 и ремонтных комплектах наблюдается деформация амортизатора и седла, вызывающая течь. Ее можно устранить, установив между амортизатором и конусом клапана шайбы такой толщины, чтобы высота амортизатора вместе шайбами составляла $30^{+0,5}$ мм. При сборке острая кромка седла должна быть обращена в сторону конуса клапана.

Стержень клапана изготавливают и подгоняют к отремонтированному седлу. Пружину заменяют на поверхности педали автопоилки: в месте нажатия на стержень клапана образуется лунка, которую заваривают электродуговой сваркой.

Попларково-клапанный 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 мем-

браны и микропереключателем, регулируют температуру воды в поильных чашах в пределах 5... 14°C. После ремонта автопоилки проверяют.

После ремонта автопоилку проверяют на время заполнения (поилка должна заполняться водой за 20...30 с) и на герметичность при давлении 0,025 МПа.

11.2 Ремонт оборудования для первичной обработки молока

11.2.1 Пастеризатор

Характерные дефекты: изгиб молокоприемника, вмятины и трещины поплавка, деформация вытеснительного барабана, износ паровоздушного клапана, снижение упругости пружин, изгиб вала барабана, износ канавок шкивов, потеря герметичности в соединениях, деформация крышек.

Устранение дефектов. Изогнутый молокоприемник правят деревянным молотком на специальной оправке. Вмятины поплавка устраняют вытягиванием деформированного участка за предварительно припаянную к нему проволоку; после правки проволоку отпаивают.

Трещины в латунном поплавке запаивают оловом О-1 («пищевым» оловом). Трещины в вытеснительном барабане также устраняют пайкой; деформированные участки правят, качество правки проверяют после сборки по зазору между поверхностями теплообмена. Зазор регулируется количеством шайб, подкладываемых под барабан в месте посадки его на вал.

Вал барабана при изгибе более 0,05 мм правят под прессом после снятия барабана. Изношенные паровоздушные клапаны и пружины заменяют. Изношенные канавки под клиновидные ремни в шкивах протачивают по шаблону. Деформированные крышки правят, а прокладки заменяют.

В пластинчатых пастеризационно-охладительных установках наиболее частая неисправность – нарушение герметичности в тепло-обменных пластинах из-за старения резиновых уплотнительных прокладок. Новые уплотнительные прокладки приклеивают термопеновым клеем. Клей наносят на очищенные, обезжиренные бензином или ацетоном поверхности пластин и прокладок и вы-

держивают в течение 20...30 мин, после чего прокладки осторожно вставляют в желобки уплотнительных пластин и прикатывают роликом. Затем пластины с прокладками устанавливают в специальное приспособление, опрессовывают и выдерживают в сжатом состоянии 5 суток при температуре 20...25° С. Гидравлическое испытание герметичности теплообменных пластин с новыми прокладками проводят под давлением 0,35 МПа.

11.2.2 Охладитель-очиститель молока

Причинами неисправности данной установки могут быть: *износы фрикционных накладок колодок, резиновых колец уплотнения крышки барабана и уплотнения напорного устройства в крышке маслоочистителя, подшипников и деталей червячной передачи и центробежной муфты; повреждения уплотнений и пружин опоры привода; задиры на конусной поверхности вертикального вала привода; повреждения слоя полуды на корпусе барабана; деформация тарелок барабанов; разрушение прокладок; нарушение балансировки барабана.*

При ремонте заменяют поврежденные резиновые кольца, пружины, подшипники и накладки. Уплотнения восстанавливают переклеиванием с использованием запасной пластины. Незначительные дефекты на конусной поверхности вертикального вала ликвидируют тонким шлифованием и притиркой, при значительных повреждениях (забоях и задирах) вал заменяют новым. Деформированные тарелки восстанавливают тщательным выпрямлением с использованием конусных оправок. Обновляют полуды на корпусе барабана и динамически балансируют сам барабан по соответствующим инструкциям.

11.2.3 Сепаратор

Характерные дефекты: износ резьбы трубки основания, износ шпонки и шпоночного паза, разрушение резинового кольца, повреждение тарелок барабана.

Износ или повреждение деталей барабана вызывает нарушение его балансировки.

Устранение дефектов. При сильно поврежденной резьбе или посадочных местах корпуса барабана корпус заменяют новым, так как работа с таким барабаном может привести к аварии. При незначительном износе исправляют резьбу на токарном станке и изготавливают новую гайку.

Деформированные тарелки барабана тщательно выправляют на конусной оправке. В случае ослабления пакета тарелок необходимо добавить 1...2 тарелки. В собранном барабане пакет тарелок должен находиться в сжатом состоянии.

Изношенные детали приводного механизма барабана заменяют.

После ремонта барабан балансируют по верхней части центральной трубки и нижней части вертикального вала или на специально приспособленной станине сепаратора.

Для этого в станине против верхней части веретена делают вырез. (Приводной механизм должен быть тщательно собран и иметь легкий и плавный ход.) Балансировку выполняют в две стадии при рабочей частоте вращения барабана. Если при разгоне и наблюдается сильное биение барабана, его предварительно балансируют при более низкой частоте вращения. Положение дисбаланса вначале определяют легким касанием мягкого цветного карандаша о внутреннюю поверхность центральной трубки при выбеге барабана. Для уравновешивания к кожуху барабана диаметрально противоположно концу карандашной отметки прикрепляют уравновешивающий груз (кусочек пластилина) массой 3...10 г, добиваясь устранения дисбаланса центральной трубки.

После устранения биения центральной трубки аналогично устраняют биение веретена. После устранения биения веретена окончательно устраняют биение центральной трубки.

Контуры хорошо отбалансированного барабана при рабочей частоте вращения резко очерчены.

После балансировки кусочки пластилина заменяют такими же по массе кусочками олова, которые наносят на внутреннюю поверхность барабана. Положение барабана по высоте регулируют винтом подпятника. При этом рассто-

яние между кромкой конуса приемника сливок и нижней кромкой отверстия для их выхода из барабана должно составлять 3...4 мм.

Проверка сепаратора после ремонта заключается в определении времени, в течение которого барабан набирает нормальную частоту вращения (2...3 мин) и полностью останавливается без торможения (не менее 3 мин).

Затем в молокоприемник заливают 4...5 л подогретой воды и проверяют работу сепаратора. При нормальной частоте вращения барабана вода должна выходить из обоих рожков, а ее утечка через уплотнения, отверстия под фиксаторы тарелкодержателя и крышки не допускается.

11.2.4 Ремонт молочных диафрагменных насосов

Характерные неисправности молочных диафрагменных насосов: *изменение геометрической формы шаровых клапанов, потеря упругости и появление прорывов в диафрагме.*

Поврежденные детали заменяют. При отсутствии новой диафрагмы ее изготавливают из пищевой резины толщиной 3 мм. Диаметр заготовки должен быть 340 ± 5 мм, т. е. больше номинального на 10 мм.

11.2.5 Ремонт посуды для хранения и перевозки молока

Поверхности фляг, танков, цистерн, непосредственно соприкасающиеся с молоком, изготавливаются из нержавеющей стали, «пищевого» алюминия, специальной резины и пластмасс.

Характерные неисправности: деформация поверхностей, нарушение герметичности и корродирование участков деталей.

У танков и цистерн перед ремонтом снимают термоизоляционный слой.

Устранение неисправностей. Вмятины и неровности устраняют правкой вручную. Вмятины на цилиндрической поверхности фляги можно устранять с помощью специального приспособления.

Трещины в деталях из нержавеющей стали и алюминиевых сплавов заваривают аргоно-дуговой сваркой. Для заварки трещин в алюминиевых деталях можно также применять газовую сварку. Сварку или пайку необходимо выполнять очень тщательно, с тем чтобы после зачистки не оставалось различного рода впадин и щелей, что вызовет возникновение плохо промываемых мест.

Технологический процесс лужения фляг включает следующие операции:

1 Обезжиривание корродированной поверхности в 10...15-% растворе каустической соды в течение 25 мин при температуре 70...90° С с последующей промывкой наружной и внутренней поверхности фляги в горячей воде.

2 Травление в 10...15-% растворе серной кислоты температуре 70...80° С с последующей промывкой в холодной воде.

3 Легкое травление в 30-% растворе соляной кислоты и нанесение на поверхность лужения флюса – хлористого цинка

4 Лужение фляги в расплавленном «пищевом» олове при температуре 290...300° С. В процессе лужения поверхность посыпают нашатырем.

Небольшие участки с сошедшей полудой после зачистки, обезжиривания, нанесения водного раствора хлористого цинка нагревают паяльной лампой до температуры 260...280° С и наносят олово, растирая его паклей по обслуживаемой поверхности.

5 Облуженную флягу погружают в ванну с водой, а затем нейтрализуют в 3...5-% растворе кальцинированной соды, нагретом до 60...70° С, и промывают в горячей воде.

По окончании ремонта проверяют внешний вид фляги и испытывают ее на герметичность. Наружные и внутренние поверхности должны быть равномерно покрыты полудой.

11.3 Ремонт доильных установок

Перед ремонтом все оборудование для машинного доения промывают и дезинфицируют. В систему молокопровода включается агрегат и ОМ-1360А

для циркуляционной промывки с напором моющего раствора до 0,3 МПа. В качестве моющих растворов применяют синтетические порошки А для жесткой воды, Б – для средней и малой жесткости, В – для низкой жесткости (0,5%-ный раствор любого из этих порошков при 50...60° С); сульфонал (0,2%-ный раствор при 60...70° С); кальцинированную соду (0,5...1,0 %-ный раствор при 50...60° С). Время промывки 5...10 мин. В последнее время для промывки применяют моющие дезинфицирующие растворы «Детергент», «Дезмол» и «Триас I» в 0,5 %-ной концентрации при температуре 45...60° С. Затем в течении 8... 10 мин промывают систему теплой водой.

Для дезинфекции используют препараты: осветленный 0,2 %-ный. раствор хлорной извести; хлорамин (0,1...0,2 %-ный раствор); гипохлорид кальция (0,1...0,2 %-ный раствор). Время дезинфекции и промывки теплой водой по 3 мин.

Основные неисправности доильных установок возникают у вакуумных насосов, в вакуум-проводе, молокопроводе и в доильных аппаратах.

Для определения герметичности системы доильных установок и производительности вакуумных насосов применяют индикатор КИ-4840 или прибор КИ-1413, который включают в систему вместо вакуум-регулятора. Если при проверке воздух в системе плохо откачивается то прибор подключают к насосу и проверяют его, затем проверяют всю остальную систему. Величина вакуума на молокопроводе должна быть 53 кПа, на вакуум-проводе в коровнике 48 кПа и в машинном отделении 61 кПа.

Техническое состояние доильного аппарата определяется совокупностью рабочих параметров его элементов – пульсатора, коллектора и доильных стаканов.

11.3.1 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 соедине-

ний, 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 вставляют в гнезда стенда. Включают вакуумный насос. Значение вакуума в системе по вакуумметру стенда находится в пределах 46...50 кПа. Открывается кран, 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 значения 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.

11.3.2 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 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 достаточной 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 – 40_{-6} кПа.

11.3.3 Ремонт доильных стаканов

Перед разборкой оценивают техническое состояние сосковой резины, т. е. ее целостность и шероховатость.

Неисправность доильных аппаратов наиболее часто связана с таким дефектом, как утрата первоначальных характеристик резины доильных стаканов. С изменением ее жесткости меняется, в частности, скорость извлечения молока, что приводит к различной длительности выдаивания долей вымени коровы. Этот недостаток доильных аппаратов требует обязательного контроля состояния резины и герметичности доильных стаканов при техническом обслуживании и ремонте доильного оборудования.

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.

Другим дефектом резины может быть ее сильная вытянутость., которую

устраняют обрезкой. Для контроля за длиной сосковой резины рекомендуется использовать разметочную плиту и штангенрейсмус (с ценой деления не более 0,05 мм).

Шероховатость резины – следствие ее старения под влиянием температуры, моюще-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.

Одним из вариантов технических устройств для диагностирования доильных стаканов может служить монометрический прибор КИ-9104., работа которого основана на подаче заданного объема воздуха в межстенную камеру обследуемого стакана и оценке его герметичности по избыточному давлению. Использование этого устройства позволяет провести группировку доильных стаканов по жесткости сосковой резины и, кроме этого, выявить причины из неисправности. В последнем случае стаканы надевают на жесткий искусственный сосок от иммитатора вымени и оценивают герметичность стаканов по скорости падения давления. Визуально устанавливают наличие раковин и трещин в сосковой резине, которая подлежит выбраковке.

Прибор КИ-9104 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 конуса имеет сквозной канал, а в суженном участке – радиальное и осевое 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 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 надевают на штуцер подвода вакуума, а в молочный патрубок вставляют заглушку.

При включении источника вакуума под действием разности давлений в подсосковой и межстенной полостях стенки сосковой резины смыкаются и перекрывают радиальное отверстие, отсоединяя подсосковую полость 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 подсосковую полость, 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 стола смотровым конусом вверх и центрируют над штоком с помощью направляющих кронштейнов. Стакан крепится скобой. Его корпус поддерживается нажа-

тием на педаль. При этом смотровой конус 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 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. В результате каретки будут отходить друг от друга, растягивая резину до тех пор, пока диаметр ее посадочных колец не станет равным диаметру отверстия нижней головки стакана. Выключают электропривод. Корпус доильного стакана 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 вакуум-метрического 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 корпуса размещают коллектор и стопорят с помощью фиксатора. На патрубки коллектора устанавливают вакуумные и молочные трубки, надетые на соответствующие патрубки доильных стаканов. 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 дезинфициру-

ют. Затем после сушки упаковывают в продезинфицированные контейнеры или полиэтиленовые пакеты.

11.3.4 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-12идр.) в процессе работы могут иметь следующие дефекты: *износ сальников, подшипников, посадочных мест вала под сальники и подшипники; отложение накипи и продуктов коррозии на внутренних поверхностях; нарушение зазора а между торцовыми плоскостями колеса и боковиной.*

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 а 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 а не должен превышать 0,3...0,4 мм. При сборке насоса его регулируют прокладками, устанавливаемыми между корпусом и боковиной. Важно, чтобы он был одинаковым по обе стороны колеса. Положение последнего фиксируют с помощью латунных или стальных прокладок, размещаемых под торцовую поверхность подшипника со стороны свободного конца вала. При заворачивании гайки фиксируется внутренняя обойма подшипника, а наружная зажимается между регулировочными прокладками и крышкой подшипника. Гайку заворачивают с таким условием, чтобы после монтажа между крышкой и корпусом подшипника оставался зазор a_1 свидетельствующий о том, что подшипник закреплен в корпусе.

Букса сальника поджимается так, чтобы он пропускал воду в виде тонкой струи или отдельных капель. При его недостаточном уплотнении в насос

подсасывается 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.

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.

Насосы восстанавливают без применения ремонтных размеров при условии соблюдения требуемых зазоров в соединениях и шероховатости поверхности.

В ремонт не принимают насосы с 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, на которой смонтированы упор, поворотный стол и гидроцилиндр. 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, разводка трубопроводов, магнитный пускатель, автоматический выключатель и кнопочный пульт управления) размещено на боковой и передней стенках.

Упор служит для выпрессовки подшипников из крышек насоса РВН-40/350 и ФЦ-40/130. Его приводят в действие с помощью маховичка.

На поворотном столе 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 торцовой 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 способ-

ствует 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.

Насосы 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 пропусканием воздуха через жиклер стенда диаметром 8 мм по показаниям вакуумметров с помощью имеющейся в инструкции по эксплуатации стенда тарировочной кривой.

Предельное остаточное давление 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 сто-

рону и деформации лопаток полностью открывают всасывающие вентили, соединяя всасывающую полость насоса с атмосферой.

11.4 Ремонт холодильных установок

На молочно-товарных фермах и комплексах получили распространение компрессорные установки, охлаждающие промежуточный хладоноситель – воду, которую затем используют для охлаждения молока.

К основным возможным дефектам относятся *нарушение герметичности системы, износ деталей компрессора, загрязненность внутренних поверхностей и нарушение регулировки приборов автоматики.*

При текущем ремонте устраняют утечки хладона (фреона) и масла через неплотности, ремонтируют или заменяют детали компрессора и вентилятора, очищают фильтр, промывают конденсатор и испаритель и регулируют приборы автоматики.

11.4.1 Контроль герметичности системы холодильной установки

Для нормальной работы каждую установку заправляют холодильным агентом – рабочим веществом с низкой температурой кипения.

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 $600\text{...}700^\circ\text{C}$ меди. Пламя может становиться зеленым, а при больших концентрациях агента – синим.

Устройство ламп идентично, за исключением того, что в спиртовой лампе для разогрева медной насадки используют пары 95%-го этилового спирта, а в пропановой – пропан.

Перед эксплуатацией спиртовую лампу разогревают. В конусную чашу, расположенную под вентилем, заливают спирт и поджигают. Спирт, находящийся в баллоне, начинает интенсивно испаряться, и после открытия вентиля его пары поступают через ниппель в смесительную камеру. Подачу паров спирта регулирую вентилем. При прохождении паров спирта через смесительную камеру в нее подсасывается воздух по шлангу. Рабочая смесь направляется в горелку, в которой расположена медная насадка, 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 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 выноного 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 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. Признак негерметичности системы – появление пузырей в местах подтекания хладона.

11.4.2 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 за-

щитный 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 и для развальцовки – приспособление ПТ-265.10, 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.

11.4.3 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 КИ-9265 (состоящей из блока управления, тиристорной станция и блока измерения (запоминающий осциллограф)). 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.

Перед измерением акустических сигналов, возникающих в результате соударения деталей компрессора, тиристорная станция подключается к клеммам шкафа управления компрессором. Пьезоэлектрический датчик крепят на головке компрессора и подключают к осциллографу через усилитель.

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 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 $40\text{...}45^\circ$ при моменте $40\text{...}50$ Н·м, типов Б и В – $30\text{...}35^\circ$ при $70\text{...}80$ Н·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.

Разобранные детали компрессора моют в течении 15 мин в щелочном растворе ($70\text{...}80^\circ$ С), затем просушивают сжатым воздухом.

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 $25\text{...}40$ пластин, на универсально-заточном 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-ЗП.

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 ГО И М-7. Особенно тщательно притирают седла клапанов. Для этого также используют чугунные притиры, выполненные из серого чугуна СЧ18 и СЧ21.

Изношенные баббитовые подшипники нижней головки шатуна компрессора восстанавливают заливкой баббитом Б-83 с последующей расточкой под размер шеек вала.

Посадочные места в картере и крышке картера компрессора восстанавливают постановкой втулок или местным железнением.

Износ поверхности коренных шеек коленчатого вала, а также конусной шейки под шкив устраняют вибродуговой наплавкой с последующим шлифованием до номинального размера. Шатунные шейки шлифуют до ремонтного размера и полируют.

Компрессоры собирают с учетом их конструктивных особенностей и с соблюдением требований нормативно-технологической документации (поршни в в.м.н. не должны доходить до клапанной доски на 0,2...0,7 мм). 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 техно-

логические 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°C и масло в картере – 50°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.

11.4.4 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 (влага), 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 со смотровым стеклом установлен чувствительный элемент. 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 и хладоне-22, то чувствительный элемент 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.

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. Для заправки патрона фильтра-осушителя применяют восстановленный или новый силикагель с размером зерен 3...5 мм, хранящийся в герметичных полиэтиленовых пакетах.

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).

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. Очистка выполняется в автоматическом режиме. Хладон подается компрессором к очищаемому изделию через вентили, конденсатор и ресивер. После очистки он отводится и поступает на вход компрессора через фильтр, герметичную емкость, регулировочный вентиль, испаритель и сепаратор. Через очищаемое изделие протекает кипящий хладон, смывая загрязнения.

Давление в герметичной емкости постепенно повышается. С помощью блока управления при определенном давлении закрываются вентили и открывается вентиль. Горячие пары хладона из компрессора поступают в очищаемое изделие. Они вытесняют жидкость и конденсируются в ней, что сопровождается гидравлическими ударами, способствующими очистке. Вытесненный жидкий хладон накапливается в герметичной емкости, одновременно дросселируется на вентиле и испаряется в испарителе. При этом из него удаляются загрязнения, которые собираются в сепараторе. Пары хладона 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 (хладон-12) и 1,7...1,8 МПа (хладон-22). При достижении таких значений с помощью блока управления закрывается вентиль. Затем хладон откачивается из герметичной емкости. Его пары конденсируются в конденсаторе за счет отвода теплоты к испарителю. При давлении 0,01...0,02 МПа блок управления подает команду на открытие вентилей. В нагретое изделие поступает жидкость, и весь цикл повторяется.

11.4.5 Ремонт конденсатора, панелей испарителя, теплообменника, ресивера

Эти элементы установки ремонтируют при потере герметичности и засорении внутренних поверхностей. Перед ремонтом наружную поверхность этих узлов промывают в течение 15...20 мин горячим 3-% раствором кальцинированной соды.

Трещины выявляют гидравлическим испытанием узлов в опрессовочной ванне ОПР-2463 при давлении 1,6 МПа. Панели испарителя, кожух теплообменника испытывают при давлении 1,1 МПа.

Трещины в конденсаторе, панелях испарителя, в местах выхода змеевика из кожуха теплообменника пропаявают латунию Л62 при помощи газовой горелки. Неплотности кожуха теплообменника, ресивера устраняют электродуговой сваркой или сваркой в среде углекислого газа.

После устранения неплотностей конденсатор и ресивер подвергают дополнительному испытанию водой под давлением 1,9 МПа в течение 5 мин. Подтекание воды не допускается.

Для удаления отложений на внутренних поверхностях тепловых аппаратов их подвергают химической обработке. Обезжиривание ведется в течение 15...30 мин 10...15-% раствором каустической соды с добавкой 1 % жидкого стекла, нагретым до 60...80° С, после чего аппарат промывают горячей водой.

Продукты коррозии удаляют 8...12-% раствором ортофосфорной кислоты, нагретым до температуры 60...95° С. Время промывки от 5 до 60 мин, в зависимости от количества продуктов коррозии.

11.4.6 Ремонт приборов автоматики

Для поддержания заданного режима работы холодильные установки снабжаются терморегулирующими вентилями (ТРВ), реле температуры и реле давления.

Характерные неисправности терморегулирующих вентилялей: утечка фреона из термочувствительного элемента, износ уплотнения штока клапана, износ клапана и его гнезда, потеря упругости пружины, появление негерметичности в разъемных соединениях.

Устранение дефектов в терморегулирующих вентилях. При утечке фреона из термочувствительного элемента клапан под действием пружины полностью закрывается. Причиной утечки фреона могут быть неплотности в местах пайки, трещины в мембране и капиллярной трубке.

Для определения места утечки отрезок капиллярной трубки термобаллона заменяют более длинным (200...300 мм). Пайку ведут припоем ПОС-40, применяя бескислотный флюс (20 г хлористого цинка, 5 г хлористого аммония, 75 г технического вазелина на 12 см³ воды).

Свободный конец припаянной капиллярной трубки термобаллона зажимают в зарядном штуцере стенда ОР-8726 для проверки и зарядки приборов автоматики холодильных машин, погрузив ТРВ в ванну с теплой водой, подают в систему термоэлемента фреон из баллона. Место неплотности определяют по выделению пузырьков. Устранив неисправность, термочувствительный элемент заряжают фреоном.

После просушки прибора в вакуумном шкафу при температуре 110...120° С в течение часа свободный конец капиллярной трубки снова вставляют в зарядный штуцер стенда, а ТРВ опускают в ванну с водой, температура которой выше окружающей на 3...5° С. После вакуумирования системы стенда и термочувствительного элемента их промывают парами фреона, заполняют мерную трубку фреоном и создают в ней подпор газа, соответствующий давлению денных паров фреона при данной температуре. Затем заполняют термочувствительный элемент фреоном, контролируя объем правки по шкале мерной трубки. Пережав отрезок капиллярной трубки, вынимают его из зарядного штуцера, отрезают на длине 20...25 мм от термобаллона и запаивают. Для проверки качества уплотнения штока клапана ТРВ закрепляют в коллекторе стенда ОР-8726. Через ниппель уравнительной подают воздух под давлением 0,2 МПа, а выход из ТРВ соединяют с ротаметром. Расход воздуха через ротаметр должен быть не более 0,25 л/мин.

При большем расходе заменяют войлочную и резиновые шайбы уплотнения, отвернув предварительно головку термочувствительного элемента.

Для определения герметичности клапанной пары термобаллон ТРВ, закрепленный в коллекторе стенда, опускают в калориметр, температура антифриза в котором соответствует полному закрытию клапана. К входному ниппелю подается воздух под давлением 0,21 МПа, а выходной ниппель соединяется

с чувствительным ротаметром. При этом поплавков ротаметра должен оставаться неподвижным. Детали негерметичного сопряжения заменяют.

Пружины, характеристика которых более чем на 10 % отличается от номинальной, заменяют.

Герметичность разъемных соединений ТРВ проверяют в ванне с водой, подогретой до 50° С. Терморегулирующий вентиль зажимают в коллекторе, подводят к нему воздух под давлением 1,2 МПа и вместе с коллектором погружают в воду. Появление пузырьков воздуха указывает на негерметичность. Негерметичность устраняется подтяжкой резьбовых соединений или заменой прокладок.

Заключительные операции при ремонте ТРВ – проверка максимального и минимального перегрева и пропускной способности. Для этого термобаллон ТРВ опускают в калориметр, температура антифриза в котором равна $0 \pm 0,5^\circ \text{C}$, а давление воздуха на входе устанавливается равным 0,66 МПа, и по ротаметру измеряют расход воздуха. Терморегулирующий вентиль удовлетворяет техническим требованиям по максимальному перегреву, если сжатием пружины клапана при давлении воздуха в уравнивательной линии, равном 0,15 МПа, удастся добиться расхода воздуха через клапан не более 0,25 л/мин.

Минимальный перегрев обеспечивается ТРВ, если при давлении воздуха в уравнивательной линии 0,2 МПа сжатием пружины возможно добиться расхода воздуха более 0,25 л/мин, а при давлении 0,22 МПа – не более 0,25 л/мин (вентили ТРВ-7 и ТРВ-7М).

Пропускная способность вентиля проверяется при давлении в уравнивательной линии 0,14 МПа а на выходе 0,6 МПа. Расход воздуха должен быть не менее 9 м³/ч.

Характерные дефекты реле температуры: выход из строя сильфонов и капиллярных трубок, утечка фреона, подгорание контактов, изменение характеристик пружин, нарушение настройки на необходимый температурный режим.

Устранение дефектов в реле температуры. Дефектные сильфоны и капиллярные трубки заменяют. Заряжают термочувствительный элемент реле так же, как и термочувствительный элемент ТРВ.

При проверке реле температуры его контакты подсоединяют к выводам понижающего трансформатора стенда ОР-8726, а термобаллон опускают в калориметр.

Вращая регулировочный винт, стрелку прибора совмещают с крайней отметкой шкалы, соответствующей минимальной температуре размыкания контактов. Регулировочным винтом настраивают прибор на минимальную зону нечувствительности (минимальный дифференциал).

Включением холодильного агрегата понижают температуру антифриза и по сигнальной лампе и термометру определяют температуру размыкания контактов.

Включают трубчатый электронагреватель и определяют температуру замыкания контактов. Разность температур размыкания и замыкания контактов характеризует зону нечувствительности прибора. Таким же образом определяют при минимальной температуре и максимальную зону нечувствительности прибора (максимальный дифференциал).

Затем стрелку прибора совмещают с отметкой шкалы, соответствующей максимальной температуре, и определяют минимальную и максимальную зону нечувствительности при этой температуре.

Для реле температуры ТР-1-02-Х при настройке его на температуру размыкания контактов -20°C минимальная зона нечувствительности должна быть не более 4°C , максимальная – не менее 21°C . При настройке прибора на температуру размыкания контактов $+10^{\circ}\text{C}$ минимальная зона нечувствительности должна быть не более $2,5^{\circ}\text{C}$, регулируемая зона нечувствительности – не менее 6°C .

Если показания прибора не соответствуют паспортным данным, стрелку дифференциала и шкалу устанавливают в соответствующие положения, пользуясь продолговатыми отверстиями в них.

При невозможности проведения регулировки прибора перемещением стрелки и шкалы прибегают к помощи регулировочных винтов.

Основные неисправности реле давления и способы их устранения те же, что и у реле температуры.

После сборки реле давления испытывают и регулируют на стенде ОР-

8726. Его контакты присоединяют к выводам понижающего трансформатора. Затем, соединяя поочередно штуцера датчиков высокого давления (мониторинга) и низкого давления (прессостата) со штуцером стенда и изменяя давление воздуха, проверяют диапазон выключения и четкость замыкания и размыкания контактов.

При несоответствии показаний прибора техническим требованиям изменяют положение стрелок или юстировочного винта.

11.4.7 Испытание холодильных установок после ремонта и заправка хладоном

По окончании ремонта и проверки комплектности холодильной установки испытывают систему давлением газа, вакуумируют и заправляют хладоном.

Для испытания используют углекислый газ или осушенный азот. Баллон с газом устанавливают рядом с компрессором холодильной установки и через редуктор и отожженную медную трубку с помощью штуцера подсоединяют к всасывающему вентилю компрессора через пробку. К тройнику нагнетательного вентиля компрессора крепят манометр на давление не менее 2,5 МПа.

Всасывающий и нагнетательный вентили компрессора ставят в положение «Рабочее» и полностью открывают запорные вентили ресивера. Далее открывают вентиль редуктора. В системе в 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 и манометр. Вакуумируют и заправляют систему хладоном. Для этого переводят всасывающий вентиль в положение «Открыто». К нему подсоединяют медную трубку. Продувают ее в течение 1...2 с хладоном из баллона для вытеснения воздуха до полной затяжки накидной гайки. Далее последняя плотно за-

жимается. Баллон с хладоном и подставкой взвешивают и записывают результат в специальный журнал.

Всасывающий вентиль устанавливают в положение «Рабочее», закрывают вентиль на выходе из ресивера и включают холодильную установку.

При медленном открывании вентиля баллона 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.

Качество ремонта и регулировки характеризует холодопроизводительность установки. Установка типа МХУ-12 должна охлаждать 450 л воды от 8° С до 2° С за 20...25 мин.

11.5 Ремонт кормоприготовительных машин

Техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования животноводческих ферм проводят с использованием станций технического обслуживания и передвижных мастерских. При выполнении работ по ремонту машин целесообразно использовать стенд ОПР-1058 с набором необходимого инструмента. На этом стенде можно выполнять следующие операции: распиловку и изготовление деревянных деталей, вырезку заготовок из листового материала, электродуговую сварку, заточку режущего инструмента, сверление, резку и гибку труб, получение сжатого воздуха и др.

У этих машин наиболее интенсивно изнашиваются рабочие органы: режущие и противорежущие пластины, дробильные молотки, ножи, решета, деки и др.

Молотковые дробилки. Износ рабочей грани дробильных молотков допускается не более 4 мм по высоте зуба. При износе молотков их переставляют на неизношенную грань.

Перед сборкой молотки, шайбы и оси подбирают по массе для шести комплектов. Разница в массе комплектов, установленных на диаметрально противоположных осях барабана, допускается не более 12 г. При износах отвер-

стей в молотках под оси отверстия развертывают, а оси устанавливают увеличенного размера. По мере притупления острых кромок у отверстий решет до радиуса более 2 мм их необходимо переставлять (четыре положения), используя каждый раз неизношенные. При пробоях на решето ставят накладку от старого решета, приваривая ее газовой сваркой. После ремонта решето должно иметь правильную форму и при установке заходить в паз с усилием 70...80 Н.

Режущие аппараты. У режущих аппаратов затупляются и повреждаются ножи и противорежущие пластины, ослабляется крепление фланцев на диске, прогибается вал и изнашиваются подшипники, изменяется зазор между ножами и противорежущими пластинами.

Затупившиеся лезвия ножей и противорежущих пластин до толщины кромок более 0,6 мм затачивают до толщины 0,1 мм на абразивном круге при обильном охлаждении. Углы заточки ножей для дробилок типа ДКУ должны быть 24...26° (проверять шаблоном), а у противорежущих пластин 60...61°.

Нож и детали его крепления после заточки устанавливают на прежние места для сохранения балансировки. Между ножом и противорежущей пластиной должен быть зазор 0,5...1,5 мм, в зависимости от вида перерабатываемого корма. Этот зазор регулируют постановкой прокладок под кронштейны.

У дробилок типа ДКУ нож устанавливают по отношению к плоскости диска под углом 2°, а противорежущую пластину по отношению к горизонтальной плоскости под углом 15° с зазором в 0,3...0,5 мм.

Зазор между режущим барабаном и противорежущей пластинкой в измельчителе кормов «Волгарь-5» должен быть в пределах 0,5... 1,0 мм при разнице его по длине пластины не более 0,2 мм. Для ножей вторичного резания зазор должен быть 0,1...0,5 мм.

У ножей аппарата вторичного резания изнашиваются торец ножа и боковые грани. При толщине более 7 мм торцевые поверхности шлифуют до выведения следов износа. При толщине менее 7 мм на боковые грани ножей по всей длине слоем 1,5...2,0 мм наплавляют газовой сваркой сормайт № 1 и обрабатывают наплавленный слой на плоскошлифовальном станке.

У *измельчителей* грубых кормов ИКХ-30 изнашиваются и деформируются лопасти, рожки, крыльчатки и зубцы измельчающего аппарата, нарушается его балансировка.

Поврежденные лопасти рихтуют или заменяют. Биение диска допускают не более 1,5 мм, а дисбаланс ротора не более 60 мН·м (600 гсм).

При закруглении рабочей грани зубцов до радиуса 3...4 мм зубцы оттягивают кузнечным способом, нагревают до 820...840°C и калят в воде (40...50°C) на длине 15...20 мм от вершины. Крыльчатку после ремонта балансируют. Допустимый дисбаланс 10 мН·м.

Для обеспечения нормальной работы машин проводят статическую и динамическую балансировку барабанов.

У матрицы *грануляторов* травяной муки изнашиваются внутренняя поверхность и поверхности отверстий для образования гранул со стороны входа массы травяной муки. Восстанавливают матрицы расточкой на увеличенный размер и гильзованием. Для расточки внутренней поверхности применяют резцы с металлокерамическими пластинками из гексанида Р. Гильзу готовят из стали 20, сверлят отверстия, используя матрицу в качестве кондуктора, а затем гильзу цементируют на глубину 1,2...1,5 мм и закалывают до твердости 60.. 62 НРС. Гильзу фиксируют в матрице штифтами.

Механизм подачи и передаточный механизм. Характерными дефектами этих механизмов являются выкрашивание и поломка продольных рифов или зубьев валцов, неисправности транспортеров, износ шестерен, валов и подшипников.

Поломанные продольные рифы, зубья валцов и гребенки восстанавливают приваркой отдельно изготовленных и подогнанных рифов и зубьев.

Отремонтированные и собранные кормоприготовительные машины вначале проверяют прокручиванием вручную, а затем на холостом ходу с рабочей частотой вращения в течение 4...5 ч и под нагрузкой 2...4 ч.

У мобильных машин, таких как агрегат для приготовления комбинированных силосов типа АПК-10, измельчитель-погрузчик силоса ПСН-3, кормораздатчик ПТУ-10К, раздатчик-смеситель РС-5А и другие, обычно изнашива-

ются цепи, зубья звездочек, детали кулачковых и фрикционных муфт, поверхности шлицевых, шпоночных и резьбовых соединений, подшипники валов, шнеков и карданов, зубья конических и цилиндрических шестерен в редукторах, прогибаются валы, шнеки, деформируются рамы и каркасы.

Цепи при изнашивании удлиняются. Удлинение допускается до 4% по сравнению с нормальной. Восстанавливают цепи так же, как и цепи комбайнов.

У звездочек цепных передач изнашиваются зубья, шпоночные пазы; появляются трещины в ступицах и др. При симметричной конструкции ступицы звездочки можно переставлять для работы неизношенной стороной зуба. Предельным износом зубьев с двух сторон по толщине является их уменьшение до 50% начальной окружности. Звездочки, как правило, не восстанавливают.

При износе шпоночных пазов до ширины больше предельной их следует распилить напильником до увеличенного ремонтного размера или, если позволяют размеры ступицы, сделать долблением паз в новом месте.

У кулачковых муфт уменьшение толщины кулачков допускается на 15%. Изношенные кулачки наплавляют и опиляют по шаблону.

Валы, имеющие прогиб в средней части более 0,75 мм, правят под прессом вхолостую (при диаметре вала менее 50 мм) или с предварительным нагревом (при диаметре более 50 мм). Погнутые рамы и каркасы также правят.

При изломе или сколах зубьев вставляют отдельные зубья на винтах или ставят новый венец.

Шнеки восстанавливают так же, как и у комбайнов.

При сборке этих машин натяжение цепей регулируют так, чтобы при приложении усилия 100 Н в середине пролета цепи ее отклонение было в пределах 25...40 мм.

11.6 Ремонт машин и механизмов по раздаче кормов и удалению навоза

У мобильных машин, таких как агрегат для приготовления комбинированных силосов типа АПК-10, измельчитель-погрузчик силоса ПСН-1М, кор-

мороздатчик ПТУ-10К, раздатчик-смеситель РС-5А и другие, обычно изнашиваются цепи, зубья звездочек, детали кулачковых и фрикционных муфт, поверхности шлицевых, шпоночных и резьбовых соединений, подшипники валов, шнеков и карданов, зубья конических и цилиндрических шестерен в редукторах, прогибаются валы, шнеки, деформируются рамы и каркасы.

У кулачковых муфт уменьшение толщины кулачков допускается на 15 %. Изношенные кулачки наплавляют и опиливают по шаблону.

Валы, имеющие прогиб в средней части более 0,75 мм, правят под прессом в холодную (при диаметре вала менее 50 мм) или с предварительным нагревом (при диаметре более 50 мм). Погнутые рамы и каркасы также правят.

При изломе или сколах зубьев вставляют отдельные зубья на винтах или ставят новый венец.

Шнеки могут иметь деформацию витков, обрывы и трещины сварных швов, вмятины, пробоины и разрыва кожуха, нарушение балансировки.

Кожух и погнутые витки шнека правят на стенде или на подставке деревянным молотком.

11.6.1 Цепи скребковых транспортеров

Скребковые транспортеры широко используются для транспортировки различных материалов в складах кормов, кормоцехах, навозохранилищах и т. д. Цепь со скребками как основная сборочная единица таких устройств входит в состав, например, транспортера-раздатчика кормов ТВК-80А, транспортера для раздачи кормов ТРК-100, навозоуборочных транспортеров ТСН, навозоуборочного скрепера УС-15.

Возможные неисправности скребковых транспортеров связаны главным образом с деформацией и износом тягового канала. Причем наибольшее число отказов вызывается удлинением цепи, испытывающей в процессе эксплуатации действие переменных нагрузок. Нередки также случаи обрыва цепи, возникающего при перегрузках транспортера.

Восстанавливают дефектные цепи, используя кузнечно-прессовые и термические операции. Надежность скребковых транспортеров повышается в результате усовершенствования работы приводных устройств, а также при использовании более качественных материалов.

Перед ремонтом цепи промывают в щелочном растворе и в чистой горячей воде. У цепей изнашиваются оси и втулки, ослабляется посадка валиков и втулок в пластинах, появляются трещины на роликах, втулках и пластинах, ослабляются крепления планок, изнашиваются скребки.

При изнашивании осей и втулок цепи удлиняются. Удлинение допускается до 4 % по сравнению с нормальной. При замерах длины цепи должны быть натянуты с усилием 200 Н, а цепи с шагом 38,0 мм – 500 Н. Изношенные или дефектные детали цепей заменяют. Ослабленные крепления планок устраняют подтяжкой заклепок.

Удлиненные цепи могут подвергаться безразборному восстановлению местным нагревом ТВЧ и осадкой или изгибом наружных пластин.

Цепи можно восстанавливать и поворотом изношенных втулок и осей на 180° вокруг их оси. Для этого при разборке стачивают головки осей с одной стороны цепи абразивным кругом и выбивают оси с наружными пластинами на специальном приспособлении.

Детали разобранной цепи еще раз промывают и дефектуют и собирают. При ослаблении посадки втулки в отверстии пластины втулку раздают конусной оправкой.

Отремонтированные цепи тщательно промывают и погружают на 10 мин в подогретое до 60...70°С масло, а затем обкатывают на стенде в течение 20 мин при 250...300 об/мин.

У звездочек цепных передач изнашиваются зубья, шпоночные пазы; появляются трещины в ступицах и др. При симметричной конструкции ступицы звездочки можно переставлять для работы неизношенной стороной зуба. Предельным износом зубьев с двух сторон по толщине является их уменьшение до 50 % начальной окружности. Звездочки, как правило, не восстанавливают.

При износе шпоночных пазов до ширины больше предельной их следует распилить напильником до увеличенного ремонтного размера или, если позволяют размеры ступицы, сделать долблением паз в новом месте.

При сборке этих машин натяжение цепей регулируют так, чтобы при приложении усилия 100 Н в середине пролета цепи ее отклонение было в пределах 25...40 мм.

У транспортеров-раздатчика кормов ТВК-80А ломаются скребки, соскакивают цепи с натяжной звездочки из-за удлинения и перекосов оси натяжного вала, изнашиваются оси звеньев и отверстия в планках, разрываются цепи, изнашиваются подшипники, зубья звездочек, изгибаются и скручиваются валы и др.

Сломанные и изношенные детали заменяют или восстанавливают, как и аналогичные детали у других машин, регулируют натяжение цепей (провисание цепи привода должно быть 22...25 мм).

11.6.2 Ремонт цепей навозоуборочных транспортеров

Основной рабочий орган навозоуборочных транспортеров – тяговая цепь в процессе работы подвергается действию переменных нагрузок, максимальное значение которых может достигать 20000 Н. Под действием этих усилий в результате окислительного, абразивного и электрохимического изнашивания планок и осей увеличивается шаг цепи. Предельное его увеличение, при котором цепь необходимо ремонтировать, составляет 5 %.

Способы ремонта цепей транспортера ТСН-3,0 Б. Перед ремонтом промытые детали цепи очищают от коррозии и остатков навоза в галтовочном барабане.

Планки цепи (материал – сталь 45) изнашиваются главным образом в местах сопряжения с осями. Дефектация плавок ведется по расстоянию А между кромками прорезей под оси. Если это расстояние менее 142 мм (увеличение шага до 1,6 %), планки используют для дальнейшей работы.

Оси для таких планок изготавливают с увеличенным наружным диаметром до 20 мм. Для прохода головки осей соответственно увеличивают диаметр

сборочного отверстия в планке с 18 до 20,4 мм просечкой под прессом в специальном штампе. Перед просечкой планки нагревают до температуры 800...850° С. Таким способом можно восстановить 10...15 % планок цепи транспортера.

Планки с расстоянием А, равным 142...148 мм ($\Delta t = 1,6...6,4\%$), восстанавливают увеличением шага до 135 мм или уменьшением его до нормального.

При просечке планок под увеличенный шаг одновременно увеличивают также сборочное отверстие до диаметра 20,4 мм. Такие планки комплектуют осями с наружным диаметром 20 мм и звездочками с шагом 135 мм. Увеличением шага цепи можно восстановить 60...65 % планок.

Для уменьшения шага оба конца планки на длине 45...50 мм нагревают до 950...1000° С и подвергают продольной и поперечной осадке в специальных приспособлениях. После этого в планке просекают отверстия с шагом 125 мм. Для таких планок используются оси нормального размера.

Чтобы повысить технический ресурс, планки закаливают при температуре 750...800° С в подогретой воде с последующим отпуском при температуре 400° С.

Оси планок изготавливают из прутка диаметром 18 или 20 мм (материал — сталь 45) горячей прокаткой. Для этого нагретую до температуры 600...700° С заготовку помещают между двумя плитами соответствующего профиля. При поступательном перемещении верхней плиты заготовка приобретает нужные размеры. После прокатки горячая деталь поступает в ванну с водой для закалки.

Большая скоба в процессе работы деформируется, у нее изнашиваются пяты и отверстия под болты. Скобу рихтуют на 40-тонном, прессе по шаблону. Из стального листа толщиной 3 мм вырезают квадратную пластину со стороной 55 мм, выгибают ее по шаблону и приваривают к большой скобе.

Изношенные отверстия в скобе заваривают электродом типа Э-42 и расверливают под номинальный размер.

Деформированные скребки и малые скобы правят под прессом. Ведущие и поворотные звездочки при необходимости отливают из чугуна СЧ 18.

Ремонт цепей транспортера ТСН-2. Интенсивному изнашиванию подвергаются пальцы и штампованные звенья цепи. При ремонте цепь разбирают, срезая электросваркой расклепанные концы пальцев. Заменяют штампованные звенья и пальцы, выправив скребки, цепь вновь собирают. Когда нет оборудования для холодной раздачи концов пальцев, их приваривают к стальным планкам электросваркой.

При износе деталей цепи и ее удлинении изготавливают новую приводную звездочку с увеличенным шагом на 2,5 мм.

Натяжение цепей у транспортеров типа ТСН проводят при помощи натяжных устройств – при приложении усилия в 200 Н на конец скребка цепь должна отходить от нормального положения не более чем на 40...50 мм.

У транспортеров ТВК-80А ломаются скребки, соскакивают цепи с натяжной звездочки из-за удлинения и перекосов оси натяжного вала, изнашиваются оси звеньев и отверстия в планках, рвутся цепи, изнашиваются подшипники, зубья звездочек, изгибаются и скручиваются валы и др.

Сломанные и изношенные детали заменяют или восстанавливают, как и аналогичные детали у других машин, регулируют натяжение цепей (провисание цепи привода должно быть 22...25 мм).

11.7 Ремонт котлов, водонагревателей и парогенераторов

Наиболее характерные дефекты котлов и парогенераторов: отложение накипи, прогорание и деформации стенок жаровой камеры и кипячительных труб, вмятины и коррозионные разрушения наружного кожуха барабана, потеря герметичности предохранительных клапанов, прогорание колосников решеток, неисправности измерительных приборов.

Котлы и парогенераторы, имеющие более 25 % прогоревших кипячительных труб и 15 % прогоревшей внутренней поверхности нагрева, выбраковывают.

У котлов парогенераторов типа КВ появляется накипь на пароподогревателях, жаровых трубах и котлах, в дымовых трубах и коробках отлагаются сажа и зола, отказывает в работе предохранительный клапан и водомерное стекло, появляется пропуск пара в вентилях и соединениях, прогорает колосниковая решетка.

11.7.1 Удаление накипи

Накипь удаляют химическим и механическим способами.

Химическая очистка. Котлы или парообразователи промывают раствором соляной кислоты или щелочами или последовательно сначала раствором кислоты, а затем щелочи.

Карбонатные (CaCO_3 , MgCO_3), железистомедные, фосфатные отложения удаляют 2...8-% раствором соляной кислоты; чем больше толщина отложений, тем выше концентрация раствора. Для удаления силикатных (SiO_2) отложений в 6-% раствор соляной кислоты добавляют 2,5% фтористого натрия или фтористого аммония. Сульфатные отложения снимаются последовательной промывкой в 5...10-% растворе едкой натра и 5...6-% соляной кислоте.

Для удаления 1 кг накипи требуется примерно 2,5 л 30-% раствора соляной кислоты.

Для уменьшения разъедания металла в кислоту добавляют замедлители коррозии – ингибиторы в количестве 1,5...3 %, в зависимости от концентрации кислоты. В качестве замедлителей используют уротропин, формалин, уникол ПБ-5 или ПБ-6, столярный клей и др.

Концентрация обычно используемого ингибированной соляной кислоты (ингибитор – уникол) в растворе воды берется в зависимости от толщины слоя накипи. При толщине до 0,5 мм – 2...3 %, а при 2,5 мм – 6...8%. Удалив раствор, котел промывают чистой водой, а затем в течение 3...4 ч – 1...2%-ным раствором кальцинированной соды нагревая его до кипения. После этого котел вновь промывают чистой водой.

При удалении накипи щелочью концентрация каустической соли и растворе берется также в зависимости от толщины слоя накипи. При толщине слоя до 0,5 мм – 1...2%, а при 2,5 мм – 5...6%. Раствор и котле кипятят в течение 24 ч, периодически проверяя его концентрацию. При стабилизации раствора кипячение прекращают, раствор сливают, а котел промывают чистой водой.

Скорость удаления накипи зависит от температуры раствора. При минимальной температуре раствора (70° С) продолжительность очистки 6...8 ч. При

очистке щелочью температура раствора должна поддерживаться около 100° С. При принудительной промывке от насоса время очистки снижается в 1,5...3 раза. Окончание химической очистки определяют по стабилизации концентрации кислоты или щелочи, для чего в течение процесса промывки периодически берут пробы на кислотность или щелочность раствора.

Химическую очистку нецелесообразно проводить, если толщина отложений незначительна или неравномерна.

Механическая очистка. При сильных коррозионных повреждениях, неравномерной толщине отложений, трещинах на внутренней поверхности котла и труб прибегают к механической очистке накипи с помощью пневматических молотков, металлических скребков, щеток и специальных головок, различной конструкции: имеющих набор роликов с насечкой (зубцы), сплошные, эллипсоидного типа, а также с насечкой вдоль всей головки. Такие головки закрепляют на гибком валу с приводом от электродвигателя.

Эллипсоидные головки применяют для предварительной очистки сильно загрязненных кипяточных труб. Окончательную очистку проводят раскидными головками. Во время очистки труб их промывают водой для удаления накипи и охлаждения головки.

11.7.2 Устранение других неисправностей

Прогоревшие участки жаровой камеры вырезают, изготавливают вставку и приваривают ее встык газовой горелкой без скоса кромок. Чтобы избежать трещин от усадки при остывании шва, вставку делают слегка выпуклой. После приварки и охлаждения сварных швов вставка выравнивается.

Для уменьшения деформации стенки вставки с периметром более 600 мм приваривают обратно-ступенчатым способом, участками длиной не более 180 мм. Жаровые трубы с выпучинами не ремонтируют.

Прогоревшие кипяточные трубы заменяют новыми, бесшовными.

Рабочие поверхности негерметичных предохранительных клапанов притирают, прогоревшие колосниковые решетки заменяют.

Неисправные краны и вентили разбирают и притирают. Водомерное стекло и детали предохранительных клапанов очищают от накипи или заменяют.

Манометры проверяют на специальных стендах.

После ремонта котлы подвергают гидравлическому испытанию водой под давлением 0,06 МПа. В случае обнаружения течи и пороков в сварных швах их устраняют газовой сваркой, после чего гидравлическое испытание котла повторяют.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы причины снижения показателей работы центробежных насосов?
2. Какими способами восстанавливают детали погружных насосов?
3. Как удаляют накипь из котлов?
4. Способы восстановления рабочих органов измельчителей кормов?
5. Как проводят испытание вакуумного насоса.
6. Характерные дефекты теплообменных аппаратов холодильных установок.
7. Особенности ремонта молочной посуды.

12 РЕМОНТ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

12.1 Ремонт сварочного и наплавочного оборудования

Сварочные и наплавочные операции широко применяют при ремонте машин и восстановлении изношенных деталей, а качество выполнения этих операций в значительной мере зависит от исправности устройств по их энергетическому обеспечению. Электрические сварочные и наплавочные установки обеспечиваются электрической энергией от сварочных генераторов, преобразователей, выпрямителей, трансформаторов и т. д. Перечисленные устройства относятся к электроустановкам специального (технологического) назначения, а по характеру возможных неисправностей и методов их устранения имеют много общего с силовым электрооборудованием.

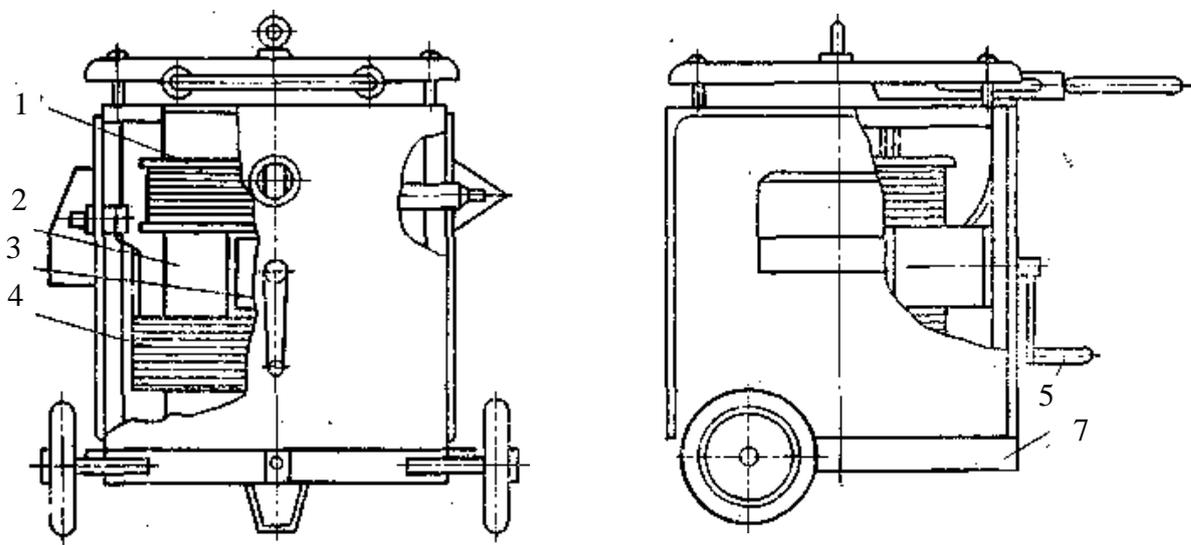
12.1.1 Ремонт сварочных трансформаторов

Для дуговой сварки применяют трансформаторы с подвижными катушками (типа ТД) и с подвижными магнитными шунтами (например, СТШ-500). Основные элементы трансформаторов (рисунок 49): катушки обмоток, магнитопровод, магнитные шунты, механизм регулирования сварочного тока и защитный кожух.

К возможным их неисправностям относятся: *витковые замыкания обмоток, нарушение работы регулятора сварочного тока, ослабление контактных соединений, разрушение изоляции сердечника и стяжных шпилек.*

Разборку трансформатора начинают со снятия кожуха (или трансформатор вынимают из кожуха), затем освобождают стяжные болты магнитопровода и снимают стягивающее ярмо. После этого выбивают соединительные пластины магнитопровода и снимают катушки.

Обмотки, имеющие витковые замыкания или сильное разрушение изоляции выводных концов, перематывают (с использованием специальных шаблонов).



1 – катушка вторичной обмотки; 2 – магнитопровод; 3 – магнитные шунты; 4 – катушка первичной обмотки; 5 – рукоятка; 6 – кожух

Рисунок 49 – Сварочный трансформатор с подвижными магнитными шунтами

Поврежденные (обгоревшие и окислившиеся) контактные зажимы реставрируют (разбирают, зачищают, восстанавливают резьбу) или заменяют.

Разрушенные участки изоляции сердечника восстанавливают покрытием лаком предварительно очищенных от старой изоляции пластин или прокладыванием между ними слоя папиросной бумаги. Стяжные шпильки изолируют с помощью лакоткани или электрокартона.

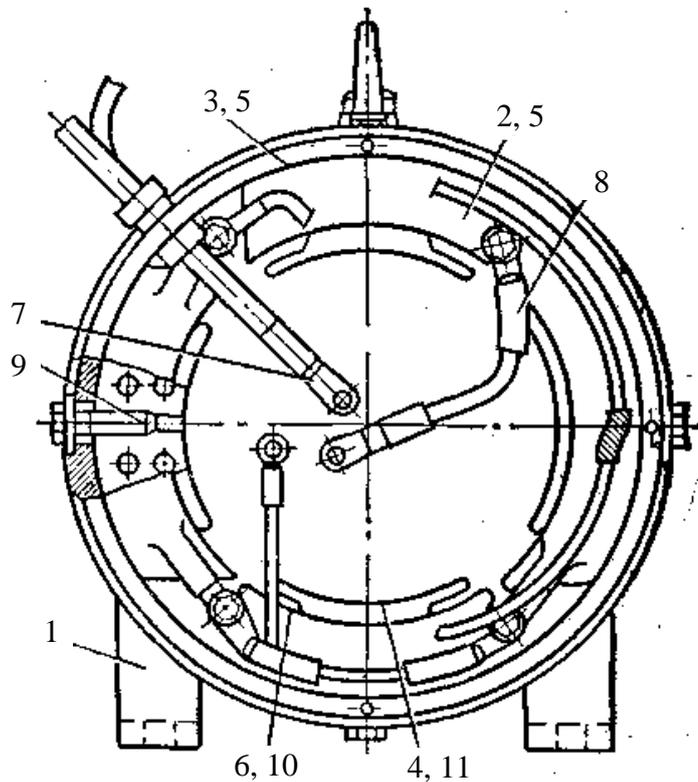
Каждый отремонтированный сварочный трансформатор подвергают контрольным испытаниям, при которых проверяют электрическую прочность изоляции, напряжение холостого хода, пределы регулирования сварочного тока, погрешность шкалы регулятора тока и т. д.

12.1.2 Ремонт сварочных генераторов и преобразователей

Сварочный преобразователь представляет собой комбинацию электродвигателя переменного тока и сварочного генератора постоянного тока. В качестве последних используют, например, универсальные сварочные генераторы ГД-304 и ГД-502, предназначенные для ручной сварки, сварки под флюсом на крутопадающих внешних характеристиках и в углекислом газе на жестких характеристиках. Основные элементы этих генераторов: статор с полюсами, якорь, корпус с подшипниковыми щитами, коллектор и токосъемный механизм.

Технологические операции ремонта индуктора – важнейшей сборочной единицы генератора. Подетальная локализация дефектов индуктора схематически представлена на рисунке 50.

К числу наиболее серьезных неисправностей относятся *повреждения обмоток возбуждения и дополнительных полюсов*, а также *повреждения листов сердечника*. Поврежденные элементы заменяют новыми при капитальном ремонте, который требуется также при возникновении трещин на корпусе и на посадочных поверхностях под щиты. Трещины в зависимости от их характера, а также от материала и толщины стенок корпуса заделывают, используя способы, рассмотренные при ремонте корпусных деталей металлорежущих станков (сварочно-наплавочные; эпоксидными композициями).



1 – разрушения (трещины и обломы) лап; 2 – обрыв провода в обмотках; 3 – трещины на корпусе и посадочных поверхностях; 4 – выгорание и оплавление листов сердечников полюсов; 5 – забоины и заусенцы на посадочных поверхностях; 6 – повреждение лакового покрытия и внешних слоев изоляции катушек; 7 – обгорание и оплавление наконечников проводов; 8 – обгорание и растрескивание изоляции выводных и соединительных проводов; 9 – нарушение крепления сердечников полюсов к станине; 10 – нарушение крепления катушек полюсов; 11 – повреждение антикоррозионного покрытия, задиры и заусенцы на поверхности сердечников полюсов

Рисунок 50 – Схема расположения дефектов индуктора сварочного генератора

Обгоревшие и потрескавшиеся участки изоляции выводных и соединительных проводов покрывают изоляционной лентой в три слоя. Провода с поврежденной изоляцией по всей длине и с поврежденными жилами заменяют новыми. Окислившиеся, подгоревшие или потемневшие контактные поверхности наконечников зачищают (напильником и шлифовальной шкуркой) до металлического блеска.

Обгоревшие или оплавленные наконечники выводных и соединительных проводов заменяют в такой последовательности:

- 1 снимают провода с поврежденными наконечниками

- 2 наконечники отпаивают,
- 3 зачищают и облуживают выводные концы,
- 4 устанавливают новые наконечники,
- 5 обжимают и припаивают припоем ПОС-40,
- 6 подсоединяют восстановленный провод.

Поврежденные участки антикоррозионных покрытий, задиры и заусенцы на поверхности сердечников полюсов зачищают шабером и шлифовальной шкуркой, продувают сжатым воздухом, покрывают лаком БТ-99 и просушивают на воздухе в течение 3...4 ч.

Нарушение крепления катушек полюсов устраняют в следующем порядке:

- 1 отсоединяют провода и шины; вывертывают болты крепления и снимают прокладки и катушки с полюсного сердечника;
- 2 заменяют дополнительные прокладки предварительно изготовленными из электроизоляционного картона прокладками толщиной 0,2 мм;
- 3 проводят сборку, повторяя весь процесс в обратной последовательности с выполнением ряда операций вспомогательного характера (в зависимости от конструктивных особенностей генератора или преобразователя).

Нарушение крепления сердечников полюсов к станине устраняют подтягиванием болтов. Дефекты ликвидируют сварочными и наплавными операциями с последующей механической обработкой.

12.2 Ремонт 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 щупом.

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 25x25 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 большом 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.

12.3 Ремонт металлорежущих станков

12.3.1 Ремонт шпиндельного узла и подшипников токарно-винторезного станка

Характерные дефекты это *износы*: опорных шеек, шеек под зубчатые колеса, муфты и т.д.; поверхности конического отверстия под центр или инструмент; резьбы на переднем конце под патрон, опорных буртов; шпоночных пазов.

Шпиндельный узел – один из наиболее ответственных узлов станка, от состояния которого зависит точность и качество обрабатываемых деталей. Если ось шпинделя не параллельна направляющим станины, то нельзя получить обрабатываемые поверхности правильной формы.

При ремонте шпиндельный узел разбирают, восстанавливают шпиндель и затем его подшипники.

Ремонт опорных шеек шпинделя. Восстанавливают правильную форму шеек шпинделя: шлифованием до устранения следов износа (под ремонтный размер) с одновременным уменьшением диаметра отверстия в подшипниках или наращиванием шеек шпинделя до заданного размера.

В последнем случае шейки предварительно шлифуют до выведения следов износа.

Наращивание производят следующими методами: железнение; хромирование; вибродуговая наплавка; наплавка в среде углекислого газа и т.д.

Затем шейки шлифуют в круглошлифовальных или на токарных станках, оборудованных специальными приспособлениями до нормального или увеличенного (в соответствии с диаметром подшипника) размеров.

Доводку проводят на токарном станке при помощи плоского чугунного притира или пасты ГОИ.

Восстановление поверхности конического отверстия под центр или инструмент. В процессе ремонта шпинделя осматривают поверхность конического отверстия и, если потребуется, устраняют задиры. При помощи конусного калибра проверяют правильность конуса:

- 1 на поверхность конического калибра по двум взаимно перпендикулярным плоскостям наносят карандашом четыре линии;
- 2 вводят калибр в отверстие шпинделя;
- 3 прижимая, поворачивают его на 90° .

Конус не требует восстановления, если после проведенных действий линии на поверхности калибра полностью сотрутся или на каждой из них останутся нестертые места не более 5 мм при общем протяжении не более 30% длины линии.

Восстанавливают незначительный износ поверхности конического отверстия шлифованием до ближайшего стандартного размера переднего центра, при помощи переносного суппортно-шлифовального приспособления, устанавливаемого на самом ремонтируемом токарном станке.

При значительном износе – растачивают под переходную втулку.

Механическую обработку, как в первом, так и во втором случае ведут только после ремонта станины, суппорта, шпинделя и его опор, что обеспечивает совпадение оси конического отверстия с осью самого шпинделя.

Изношенную резьбу переднего конца шпинделя под планшайбу или патрон измеряют в нескольких местах, так как передняя часть изнашивается больше. Восстановление проводят наплавкой в среде CO₂ или автоматической наплавкой под слоем флюса с последующим протачиванием поверхности и нарезанием резьбы под нормальную резьбу. Наплавку ведут с обязательным охлаждением водой внутренней поверхности шпинделя. Наплавлять следует перед исправлением шеек и конусного отверстия.

Резьбу под установочные гайки исправляют калиброванием резцами или перенарезают под ближайший ремонтный размер.

Изношенные шпоночные пазы:

1 Увеличивают подгонкой или фрезерованием под ремонтную шпонку с одновременной подгонкой или фрезерованием паза в сопряженной детали.

2 Изготавливают комбинированную шпонку с утолщенной частью для паза на шпинделе и нормальной частью для паза на сопрягаемой детали.

3 Прорезанием нового шпоночного паза нормального размера под углом 90° или 180° к старому.

Кроме указанных дефектов, у других металлорежущих станков имеются специфические дефекты, восстановление которых рассмотрено ниже.

12.3.2 Ремонт шпинделей радиально-сверлильных станков

Износ (разработка) окна для снятия инструмента.

Окно в шпинделе прорезают на долбежном станке в длину и ширину под специальную стальную вставку, закаленную до твердости HRC 55-62. наружные плоскости вставки шлифуют под размеры окна в шпинделе с учетом припуска. Конец шпинделя разогревают в масле и запрессовывают вставку в окно шпинделя.

12.3.3 Ремонт шпинделей шлифовальных станков

Износ поверхности конуса переднего конца шлифовального шпинделя.

Конусный конец шлифовывают до выведения следов износа, наращивают хромированием, железнением, наплавкой в среде углекислого газа и шлифуют под нормальный размер.

12.3.4 Ремонт шпиндельного узла вертикальных алмазно-расточных станков

Конструкция шпинделей этих станков отличается от конструкции шпинделей других металлорежущих станков. Сам шпиндель в процессе эксплуатации практически не изнашивается. Изнашиваются два радиально-упорных подшипника, которые заменяют новыми. После замены проворачивание резцовой головки вручную шпиндель должен вращаться равномерно, без заеданий.

12.3.5 Ремонт подшипников шпиндельного узла

В зависимости от конструкции шпиндельного узла в нем встречаются неразъемные и разъемные подшипники.

Неразъемные подшипники

1 Подгоняют (проверяют и, если нужно, пришабривают) наружные поверхности вкладышей переднего и заднего подшипников к их гнездам. Прилегание подшипников в гнездах должно быть плотным, качание подшипников не допускается.

2 Зачищают масляные канавки и устанавливают подшипники в гнезда.

3 Проверяют плотность прилегания шеек шпинделя к подшипникам. Устанавливают в подшипники шпиндель, шейки которого смазаны слоем краски, затягивают регулировочные гайки, проворачивают шпиндель в подшипниках несколько раз в разных направлениях.

4 Отпустив гайки, вынимают шпиндель и осматривают шейки, если нужно проводят одновременное шабрение вкладышей переднего и заднего

подшипников, проверяя точность подгонки по краске.

5 Проверяют параллельность оси шпинделя направляющим станины в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью индикатора и оправки, входящей в отверстие шпинделя.

6 У отремонтированных подшипников запас затяжки (боковой зазор) должен быть не менее 3...5 мм.

Разъемные подшипники.

Ремонтируют после того, как отремонтирован шпиндель.

Зазор между шейкой шпинделя и вкладышами разъемных подшипников регулируется по мере износа вкладышей и шейки шпинделя удалением парных прокладок. (Комплект регулировочных прокладок подбирается из пластин толщиной 0,1...0,3 мм.)

Для регулировки в отремонтированных подшипниках зазор должен быть в пределах 1...1,5 мм.

Ремонтируют в следующем порядке.

1 Пригоняют, а если нужно пришабривают наружные цилиндрические поверхности и внутренние торцы буртиков нижних половинок вкладышей к их гнездам, а верхних половинок вкладышей к крышкам, добиваясь плотного прилегания по всей поверхности.

2 Установив нижние вкладыши в гнезда, укладывают на них отремонтированный шпиндель, шейки которого покрыты тонким слоем краски. Накладывают крышки подшипников с верхними вкладышами с проложенными в местах разъемов комплектом прокладок. Равномерно затягивают болты и проворачивают шпиндель несколько раз.

3 Отвертывают болты, снимают крышки, вынимают шпиндель и пришабривают по краске одновременно рабочие поверхности верхних и нижних половинок вкладышей верхнего и нижнего подшипников до получения требуемой точности.

Шабрение можно значительно сократить, если после грубого шабрения ввести притирку рабочих поверхностей с помощью точно изготовленной при-

тир-скалки, диаметр которой должен превышать диаметр шейки шпинделя на зазор между шейкой и подшипником. Притирку ведут до тех пор пока не менее 70 % поверхности не будет притерто.

Иногда применяют заливку подшипников баббитом слоем не более 0,3...0,6 мм, чтобы избежать его деформации в процессе работы (притирать пастой ГОИ нельзя).

4 Контролируют точность шабрения, биение шпинделя и параллельность его оси направляющим станины в вертикальной и горизонтальной плоскостях по установленному на суппорте индикатору и контрольной оправке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие параметры оцениваются при контроле геометрической точности токарно-винторезных станков?
2. Какие способы контроля применяют при определении отклонения направляющих от прямолинейности?
3. Способы ремонта и восстановления направляющих станков.
4. Как восстанавливают подшипники шпиндельного узла?
5. В чем особенности восстановления ходовых винтов и гаек?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от физической сущности процессов и технологических признаков способы восстановления принято делить на десять групп [6].

1 *Слесарно-механическая обработка* (обработка под ремонтный размер, постановка дополнительной ремонтной детали, обработка до выведения следов износа и придания правильной геометрической формы, перекомплектовка). При слесарно-механической обработке износы поверхностей устраняют слесарной или механической обработкой с изменением их первоначальных размеров. Для получения необходимой посадки применяют соединяемые детали с измененными параметрами или ставят компенсатор износа.

2 *Пластическое деформирование* (вытяжка, оттяжка; правка (на прессах, наклепом), механическая раздача, гидротермическая раздача, электрогидравлическая раздача, раскатка, механическое обжатие, осадка. Выдавливание, накатка, электромеханическая высадка). Используя способы, основанные на пластическом деформировании, размеры изношенных поверхностей восстанавливают за счет перераспределения металла от нерабочих участков к рабочим, причем объем детали остается постоянным. Способы характеризуются простотой, высокой производительностью и качеством.

3 *Нанесение полимерных материалов* (напыление: газопламенное; в псевдосжиженном слое (вихревое, вибрационное, вибровихревое; опрессовка, литье под давлением, нанесение шпателем, валиком, кистью). Технология нанесения полимерных материалов отличается простотой и доступностью, низкой себестоимостью, высокой производительностью и хорошим качеством.

4 *Ручная сварка и наплавка* (газовая, дуговая, аргонодуговая, кузнечная, термитная, плазменная, контактная). Широко распространена в ремонтном производстве из-за простоты и доступности ручная сварка и наплавка, однако она малопроизводительна, металлоемка и не всегда обеспечивает требуемое качество.

5 *Механизированная дуговая сварка и наплавка* (автоматическая под флюсом; в среде защитных газов: аргоне; углекислом газе, водяном паре; с комбинированной защитой; дуговая с газопламенной защитой; вибродуговая; порош-

ковой проволокой или лентой; широкослойная; лежачим электродом; плазменная; многоэлектродная; с одновременным деформированием; с одновременной механической обработкой). При механизированной дуговой сварке и наплавке источником теплоты для плавления присадочного материала и поверхности детали служит теплота электрической дуги. 70...80 % изношенных деталей восстанавливают сварочно-наплавочными способами, но из-за ряда факторов (термическое воздействие на основной металл, значительные припуски на механическую обработку, коробление) целесообразны при восстановлении сильноизношенных деталей.

6 *Механизированные бездуговые способы сварки и наплавки* (индукционная (высокочастотная); электрошлаковая; контактная сварка и наварка; трением; газовая; электроннолучевая; ультразвуковая; диффузионная; лазерная; взрывом; магнитоимпульсная; печная наварка). Источником теплоты при механизированной бездуговой сварке и наплавке служат потери от вихревых токов, джоулева теплота, теплота сгораемых газов и пр. Этим способам присущи недостатки дуговых способов сварки и наплавки.

7 *Газотермическое напыление* (металлизация) (дуговая; газопламенная; плазменная; детонационная; высокочастотная; электроимпульсная; ионноплазменная). Газотермическое нанесение (металлизация) заключается в напылении расплавленного присадочного материала (металл, полимеры и т.д.) с помощью сжатого воздуха на подготовленную поверхность детали. Способы различаются в зависимости от источника теплоты: дуговое – теплота электрической дуги; газопламенное – газового пламени и т.д. Нанесение металла называют металлизацией. Способы характеризуются высокой производительностью. Серьезным недостатком является плохое сцепление покрытия с основным металлом.

8 *Гальванические и химические покрытия* (железнение: постоянным током, периодическим током, проточное, местное (вневанное); хромирование: проточное, струйное; меднение; цинкование; нанесение сплавов и композиционных покрытий; электроконтактное нанесение (электронатирание)). В основе гальванических способов лежит явление электролиза. Их различают по виду

осаждаемого металла; роду используемого тока; способу осаждения. Высокопроизводительны, не оказывают термического воздействия на деталь, позволяют точно регулировать толщину покрытия, в ряде случаев исключить последующую механическую обработку. Недостатками является многооперационность, сложность и экологическая вредность технологии.

9 *Термическая и химикотермическая обработка* (закалка, отпуск; диффузионное: борирование, цинкование, титанирование, хромирование, хромотитанирование, хромоазотирование). Термическую обработку применяют для упрочнения и восстановления физико-механических свойств деталей. Химикотермическую (диффузионная металлизация) – для восстановления и повышения износостойкости малоизношенных деталей.

10 *Другие способы* (заливка жидким металлом; намораживание; напекание; пайка; пайко-сварка; электроискровое наращивание и легирование).

Использование способов восстановления направлено на возобновление геометрической формы и размеров детали, взамен изношенных в процессе эксплуатации или внутреннего строения материала детали (рисунок 4).

Для компенсации износа и возобновления геометрических параметров детали проводят: наращивание поверхностных слоев материала взамен изношенных; пластическое деформирование для устранения пластических деформаций эксплуатационного происхождения или для перераспределения материала на восстановление размеров изношенного участка; замену части детали и установку дополнительных элементов; удаление части материала тем или иным способом обработки ее поверхностных слоев.

К операциям по восстановлению физико-механических свойств материала деталей следует отнести устранение макроскопических дефектов (например, выявленных очагов разрушения) и упрочнение материала тем или иным способом обработки (термической, термомеханической, поверхностным пластическим деформированием) для ослабления вредного воздействия микрповреждений в наиболее ответственных участках деталей (рисунок 41).

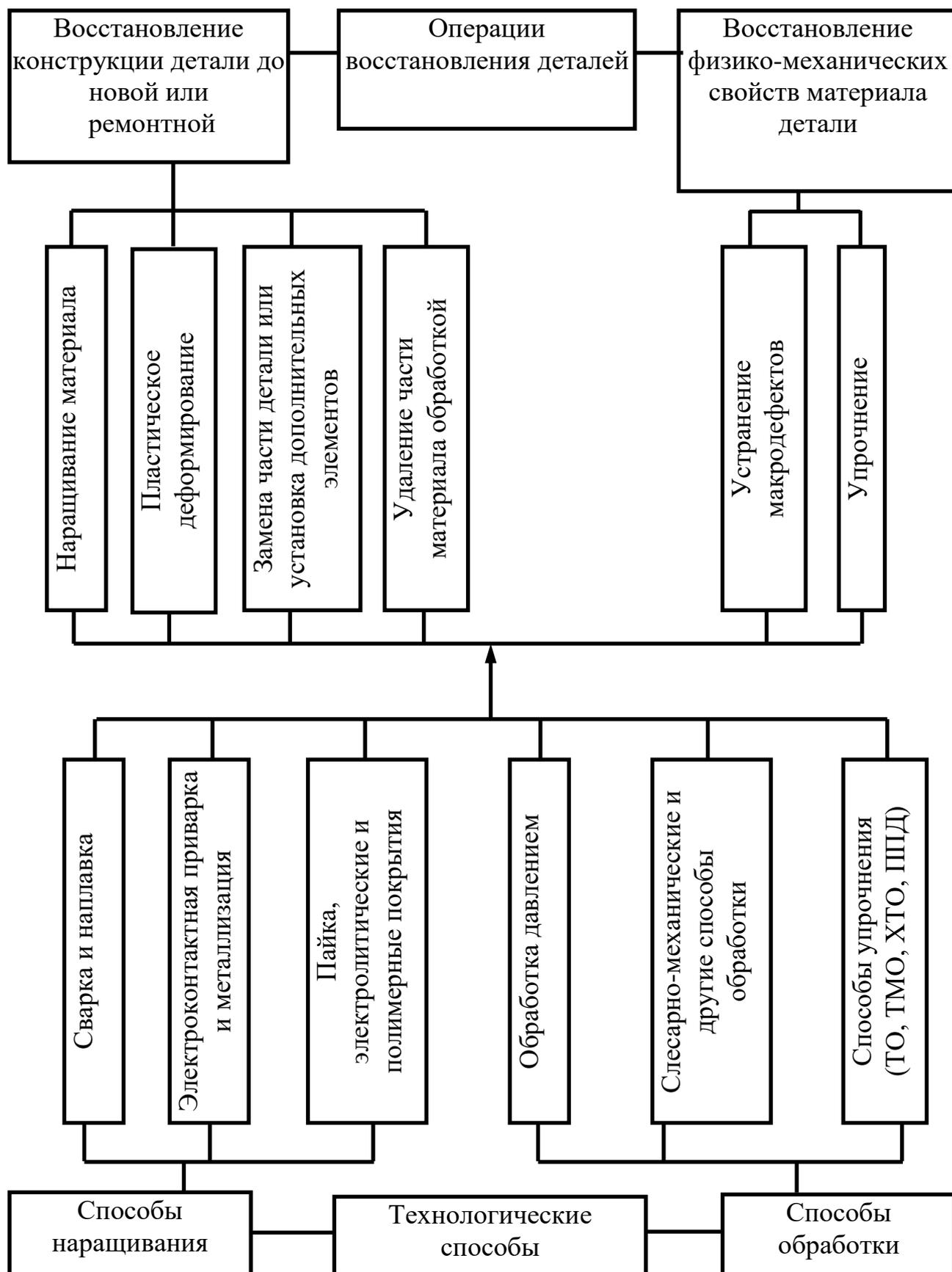


Рисунок 41 – Операции восстановления деталей и применяемые для этого технологические способы

По степени теплового воздействия на деталь в процессе восстановления можно выделить способы, при которых:

- происходит перевод поверхностного слоя детали в зоне соединения в жидкую фазу без применения давления (методы на основе сварки плавлением и заливки жидким металлом);
- один или два соединяемых металла (поверхностный слой детали, прищадочный материал) остаются в твердой фазе (газотермическое напыление, пайка, сварка давлением);
- используются дополнительные элементы (вставки, стяжки, пластины и т.д.), химические и электрохимические методы, полимерные материалы.

Необходимо учитывать, что в зависимости от способов восстановления затраты снижаются в такой последовательности: замена части детали → установка дополнительной детали → электролитическое наращивание → сварка и наплавка → восстановление полимерными материалами → восстановление обработкой под ремонтный размер (самый дешевый).

Исходя из анализа современных способов восстановления можно предложить рекомендации по их применению, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Способы восстановления деталей и область их применения

Способ восстановления	Область применения
1	2
СВАРКА	
ручная дуговая	Заварка трещин, обломов, приварка накладок, вставок, заплат, наплавка износостойких материалов
автоматическая и механизированная дуговая	Заварка трещин, обломов, приварка накладок, вставок, заплат, сварка тонколистового материала
аргонодуговая	Сварка и наплавка алюминия и коррозионно-стойких сталей
газовая	Заварка трещин, обломов, сварка тонколистового материала
контактная	Сварка тонколистового материала

1	2
трением	Стыковая сварка деталей и их элементов разной конфигурации при повышенных требованиях к качеству сварки
электрошлаковая	Приварка обломов, сварка крупногабаритных деталей
электронно-лучевая	Сварка ответственных деталей с высокой точностью
ультразвуковая	Сварка цветных металлов, стали
взрывом	Сварка разнородных материалов
давлением	Сварка деталей и их элементов, различных по конфигурации
НАПЛАВКА	
дуговая под флюсом	Наплавка деталей диаметром более 50 мм при повышенных требованиях к качеству наплавленного материала с толщиной наплавленного слоя более 1 мм
дуговая в углекислом газе	Наплавка стальных деталей диаметром более 16 мм широкой номенклатуры, работающих в различных условиях
дуговая порошковой проволокой или лентой	Наплавка износостойких слоев на деталях, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, ударных нагрузок
аргоно-дуговая	Наплавка алюминиевых деталей и деталей из коррозионно-стойких сталей
контактная	Наплавка гладких цилиндрических внутренних и наружных поверхностей с износом не более 1 мм
вибродуговая	Наплавка стальных деталей, работающих в различных условиях при невысоких требованиях к сопротивлению усталости
газовая	Наплавка цилиндрических и профильных поверхностей с местным износом при повышенных требованиях к износостойкости
плазменная	Наплавка ответственных деталей при повышенных требованиях к износостойкости и сопротивлению усталости
электрошлаковая	Наплавка деталей со значительным износом, превышающим 6 мм по толщине
индукционная	Наплавка износостойких материалов
МЕТАЛЛИЗАЦИЯ	
газопламенная	Наружные и внутренние цилиндрические поверхности, работающие при отсутствии динамических нагрузок
дуговая	Наружные и внутренние цилиндрические поверхности с невысокими требованиями к прочности сцепления

1	2
плазменная	Наружные и внутренние цилиндрические поверхности
детонационная	Покрытия с особыми свойствами
ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ	
раздача	Восстановление наружных поверхностей полых деталей
вытяжка	Восстановление длины детали
обжатие	Восстановление внутренних размеров детали
выдавливание	Местное деформирование с целью восстановления профиля и размеров рабочих поверхностей
оттяжка	Восстановление формы рабочих поверхностей
правка	Восстановление формы
термомеханическая обработка	Восстановление физико-механических характеристик. Упрочнение
ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ	
железнение	Восстановление наружных и внутренних поверхностей деталей с износом не более 0,2...0,5 мм
хромирование	Восстановление наружных и внутренних поверхностей деталей с износом не более 0,2 мм и высокими требованиями по износостойкости
НАНЕСЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
	Восстановление формы поверхности облицовок и оперений; антифрикционных, электроизоляционных и декоративных покрытий. Восстановление посадочных поверхностей, заделка трещин и пробоин
СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ	
обработка под ремонтный размер	Восстановление формы и посадки
применение дополнительной ремонтной детали	Восстановление наружных поверхностей деталей, профильных поверхностей, отверстий, резьбовых соединений
ДРУГИЕ СПОСОБЫ	
Пайка	Восстановление герметичности
Диффузионная металлизация	Восстановление поверхностей с износом не более 0,02...0,05 мм, поверхностное упрочнение
Термическая и химико-термическая обработка	Восстановление физико-механических свойств, структуры материала, упрочнение
Заливка жидким металлом	Наплавка деталей со значительным износом при повышенным требованиям к износостойкости

Рассматривая способы восстановления применительно к различным видам сопряжений деталей можно сделать следующие выводы.

1 *Детали прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры* имеют износ не более нескольких микрометров. Рекомендуемые способы восстановления – исправление геометрической формы поверхности отверстия втулок и поверхности плунжеров с последующим нанесением на поверхность износостойкого слоя химическим никелированием или гальваническим хромированием и механической обработкой (доводкой и притиркой), диффузионной металлизацией.

2 *Валы и оси, имеющие посадочные поверхности под подшипники и другие детали, предельный износ которых не превышает 0,3 мм.* Целесообразно восстанавливать гальваническим хромированием или железнением, вибродуговой или плазменной наплавкой, наплавкой в среде углекислого газа, электроконтактной приваркой стальной ленты.

3 *Цилиндрические стальные детали с предельным износом от 0,3 до 2 мм* – вибродуговой наплавкой; наплавкой в среде CO₂; электроконтактным напеканием металлических порошков; железнением; электроконтактной приваркой стальной ленты.

4 *Цилиндрические детали с предельными износами более 2 мм и диаметром рабочей части более 50 мм* (опорные катки, поддерживающие ролики и т.д.). Предпочтительно восстанавливать способами, позволяющими получить покрытия значительной толщины: наплавка под слоем флюса; электрошлаковая наплавка; заливка жидким металлом.

5 *Стальные и бронзовые детали с износом, компенсируемым конструктивным запасом металла самой детали* (поршневые пальцы, бронзовые втулки). Их можно восстанавливать пластической деформацией в холодном и горячем состоянии.

6 *Стальные детали с местным износом на цилиндрической поверхности* (шлицевые валы, коромысла клапанов) восстанавливают пластическим деформированием, ручной наплавкой изношенных мест, вибродуговой наплавкой или автоматической наплавкой под слоем флюса.

7 *Чугунные детали с местным износом* – ручной сваркой и наплавкой с применением специальных электродов.

8 *Чугунные и другие детали с трещинами и пробоинами*. Трещины в чугунных деталях заделывают холодной сваркой и наплавкой; нанесением оксидных композиций; слесарно-механическими способами.

9 *Детали из алюминиевых сплавов с трещинами, коррозионными разрушениями, поломками*. Восстанавливают аргоннодуговой и газовой сваркой с применением специальных флюсов или без них.

10 *Клапанные и другие пружины сжатия*. Наиболее рациональный способ восстановления таких деталей – поверхностный наклеп фасонным роликом при обкатывании поверхности витков.

11 *Массивные стальные детали с большим износом* целесообразно восстанавливать заливкой металла и электрошлаковой наплавкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; под ред. В.П. Иванова. М.: Машиностроение, 2003. 672 с.
- 2 Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. М.: Мастерство; Высш. школа, 2001. 496 с.
- 3 Надежность и ремонт машин / под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.
- 4 Практикум по ремонту машин / под ред. Е.А. Пучина. М.: КолосС, 2009. 327 с.
- 5 Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 604 с.
- 6 Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. Ч. II. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 368 с.
- 7 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Черноиванова. Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. 992 с.
- 8 Технология ремонта машин / под ред. Е.А. Пучина. М.: КолосС, 2007. 488 с.
- 9 Тюрева А.А., Козарез И.В. Проектирование технологических процессов ремонта и восстановления. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. 180 с.
- 10 Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1989. 589 с.
- 11 Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В. Курсовое проектирование по технологии ремонта машин. М.: Колос, 2010.
- 12 Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 376 с.
- 13 Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ГОСНИТИ, 2003. 488 с.
- 14 Тюрева А.А., Козарез И.В. Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. 150 с.
- 15 www.gosniti.ru
- 16 www.rosinformagrotech.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
1 КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ.....	8
1.1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСАДОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ	8
1.2 УСТРАНЕНИЕ НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ (ТРЕЩИНЫ, ОБЛОМЫ, ПРОБОИНЫ).....	19
1.3 ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ ОТВЕРСТИЙ.....	31
1.4 УСТРАНЕНИЕ КОРОБЛЕНИЯ ИЛИ ДЕФОРМАЦИЙ УСТАНОВОЧНЫХ, ПРИВАЛОЧНЫХ И СТЫКОВЫХ ПЛОСКОСТЕЙ.....	35
2 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВАЛ».....	37
2.1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	37
2.1.1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРЕННЫХ И ШАТУННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	44
2.2 ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ	52
2.3 ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕНИЯ ФОРМЫ (ИЗГИБА).....	53
2.4 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ.....	56
2.5 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	58
2.6 ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЛАЧКОВ (НА ПРИМЕРЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА)	60
3 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРОВ.....	64
3.1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	65
4 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ.....	70
4.1 ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА (ШЕСТЕРНИ)	70
4.2 ЗВЕЗДОЧКИ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ	74
4.3 ШКИВЫ.....	76
5 ВОССТАНОВЛЕНИЕ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ	79
6 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	83
7 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ (ПРЕЦИЗИОННЫХ) ДЕТАЛЕЙ.....	85
7.1 ПРЕЦИЗИОННЫЕ ДЕТАЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМА.....	86
7.2 ПРЕЦИЗИОННЫЕ ДЕТАЛИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ.....	90
8 ПЛОСКИЕ ДЕТАЛИ (ПЛУЖНЫЕ ЛЕМЕХА).....	94
8.1 ДЕФЕКТЫ ПЛУЖНОГО ЛЕМЕХА	94
8.2 МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ.....	96
8.2.1 МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ УСТРАНИТЬ ОДИН ДЕФЕКТ.....	97
8.2.2 МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ УСТРАНИТЬ ДВА ДЕФЕКТА.....	105
8.2.3 МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ УСТРАНИТЬ ТРИ И БОЛЕЕ ДЕФЕКТОВ	108
9 ДЕТАЛИ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ.....	113

9.1	ДЕТАЛИ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН	113
9.2	АВТОМОБИЛЬНЫЕ ШИНЫ	127
10	РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	136
10.1	КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	137
10.2	ДЕФЕКТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	142
10.3	ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	149
10.4	РЕМОНТ ПУСКОЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ.	162
11	РЕМОНТ АГРЕГАТОВ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ	165
11.1	АГРЕГАТЫ И СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	166
11.1.1	ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ	166
11.1.2	ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ	167
11.1.3	НАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ	174
11.1.4	ВОДOPРОВОДНАЯ АРМАТУРА И ВОДOPАЗБОРНЫЕ УСТРОЙСТВА	175
11.1.5	АВТОПОИЛКИ	176
11.2	РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА	177
11.2.1	ПАСТЕРИЗАТОР	177
11.2.2	ОХЛАДИТЕЛЬ-ОЧИСТИТЕЛЬ МОЛОКА	178
11.2.3	СЕПАРАТОР	178
11.2.4	РЕМОНТ МОЛОЧНЫХ ДИАФРАГМЕННЫХ НАСОСОВ	180
11.2.5	РЕМОНТ ПОСУДЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕВОЗКИ МОЛОКА	180
11.3	РЕМОНТ ДООИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	181
11.3.1	РЕМОНТ ПУЛЬСАТОРА	182
11.3.2	РЕМОНТ КОЛЛЕКТОРА	184
11.3.3	РЕМОНТ ДООИЛЬНЫХ СТАКАНОВ	185
11.3.4	РЕМОНТ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ	190
11.4	РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	194
11.4.1	КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СИСТЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	194
11.4.2	УСТРАНЕНИЕ НЕГЕРМЕТИЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ	196
11.4.3	РЕМОНТ КОМПРЕССОРОВ	197
11.4.4	ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	201
11.4.5	РЕМОНТ КОНДЕНСАТОРА, ПАНЕЛЕЙ ИСПАРИТЕЛЯ, ТЕПЛООБМЕННИКА, РЕСИВЕРА	203
11.4.6	РЕМОНТ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ	204
11.4.7	ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПОСЛЕ РЕМОНТА И ЗАПРАВКА ХЛАДОНОМ	208
11.5	РЕМОНТ КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН	209

11.6 РЕМОНТ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ПО РАЗДАЧЕ КОРМОВ И УДАЛЕНИЮ НАВОЗА	212
11.6.1 ЦЕПИ СКРЕБКОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ.....	213
11.6.2 РЕМОНТ ЦЕПЕЙ НАВОЗООБОРОЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ.....	215
11.7 РЕМОНТ КОТЛОВ, ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ И ПАРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ.....	217
11.7.1 УДАЛЕНИЕ НАКИПИ	218
11.7.2 УСТРАНЕНИЕ ДРУГИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	219
12 РЕМОНТ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	220
12.1 РЕМОНТ СВАРОЧНОГО И НАПЛАВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	220
12.1.1 РЕМОНТ СВАРОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	221
12.1.2 РЕМОНТ СВАРОЧНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	222
12.2 РЕМОНТ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО И ПОДЪЕМНО- ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	224
12.3 РЕМОНТ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ	226
12.3.1 РЕМОНТ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА И ПОДШИПНИКОВ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА.....	226
12.3.2 РЕМОНТ ШПИНДЕЛЕЙ РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ	228
12.3.3 РЕМОНТ ШПИНДЕЛЕЙ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ	229
12.3.4 РЕМОНТ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ВЕРТИКАЛЬНЫХ АЛМАЗНО- РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ	229
12.3.5 РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА.....	229
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	232
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	241

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Критерии пригодности для ремонта местных повреждений

Дефекты	Первый вид ремонта		Второй вид ремонта	
	Покрышки			
	диагональные	радиальные	диагональные	радиальные
1	2	3	4	5
Трещины, порезы, разрывы, частичный (местный) износ покрышек и другие механические повреждения без оголения корда	Допускаются без ограничений		Допускаются без ограничений	
Сквозные проколы	Допускаются без ограничения размером до 5 мм – у покрышек легковых автомобилей; до 10 мм – у покрышек грузовых автомобилей	Допускаются не более пяти повреждений на расстоянии не менее 100 мм друг от друга; размером до 5 мм – у покрышек легковых автомобилей; до 10 мм – у покрышек грузовых автомобилей	Допускается без ограничения размером до 10 мм	Допускаются на расстоянии не менее 100 мм друг от друга

1	2	3	4	5
<p>Внутреннее или наружное повреждение одного слоя корда каркаса у покрышек типа Р и не более двух слоев корда каркаса покрышек диагональной конструкции для грузовых автомобилей</p>	<p>Допускаются в количестве не более двух, размером до 100 мм – у покрышек легковых автомобилей и 150 мм – у покрышек грузовых автомобилей</p>	<p>Не допускается</p>	<p>Допускаются не более четырех повреждений размером до 100 мм – у покрышек легковых автомобилей и 150 мм – у покрышек грузовых автомобилей на расстоянии $1/5$ длины окружности одно от другого</p>	<p>Допускается одно повреждение размерами: вдоль нитей корда – до 100 мм; поперек нитей корда – до 50 мм без повреждения брекера</p>
<p>Сквозные или несквозные повреждения более одного слоя корда каркаса у покрышек типа Р и более двух слоев корда каркаса у покрышек диагональной конструкции для грузовых автомобилей</p>	<p>Не допускается</p>		<p>Допускается в количестве не более одного, размером до 50 мм – у покрышек легковых автомобилей и до 100 мм – у покрышек грузовых автомобилей</p>	<p>Допускается одно повреждение: по боковине вдоль нитей корда каркаса – до 75 мм; там же поперек нитей – до 50 мм; по беговой части – до 50 мм в любом направлении</p>

Таблица 2 – Критерии пригодности покрышек для восстановления

Дефекты	Первый класс восстановления		Второй класс восстановления	
	автомобили			
	легковые	грузовые	легковые	грузовые
1	2		3	
Износ рисунка, трещина, порезы, вырывы и другие механические повреждения протектора и покровной резины боковин	Допускаются без ограничений			
Проколы сквозные или несквозные (затрагивающие более 50% слоев каркаса) на расстоянии не менее 100 мм друг от друга диаметром: до 5 мм до 10 мм	Допускается в количестве (штук), не более			
	5 не допускаются	3 2	3 2	5 3
Отслоение протектора и покровной резины боковин без повреждений слоев корда	–	Без оголения корда – на 0,2 длины окружности; с оголением – не допускается	Допускаются: без оголения корда – по всей окружности; с оголением корда – на 0,2 длины окружности	
Повреждение или разрушение корда брекера без повреждения каркаса (кроме проколов)	Не допускаются		Допускаются повреждения только верхнего слоя брекера общей длиной или шириной (размером) – до 150 мм или одно повреждение нескольких слоев брекера – до 50 мм	

1	2	3
Внутренние или наружные повреждения одного слоя корда каркаса (кроме проколов)	Не допускаются	Допускается одно повреждение по внутренней поверхности каркаса или одно наружное повреждение по боковине размером до 100 мм – у диагональных шин и до 75 мм - радиальных шин или одно наружное повреждение по беговой дорожке размером до 50 мм
Сквозные или несквозные повреждения более одного слоя корда каркаса (помимо проколов)	Не допускается	Допускается одно повреждение размером до 50 мм – у диагональных шин и до 30 мм – у радиальных шин

Учебное пособие

Михальченков Александр Михайлович

Козарез Ирина Владимировна

Тюрева Анна Анатольевна

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Учебное пособие

**для изучения дисциплин: «Технология ремонта машин»,
«Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники»
для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся
по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия
профиль Технический сервис в АПК**

Редактор Павлютина И.П.

Компьютерная верстка Егорова Т.А.

Подписано к печати 21.02.2018 г. Формат 60x84 1/16. Бумага печатная.

Усл.п.л. 14,46. Тираж 100 экз. Изд. №5525.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, Брянский ГАУ

