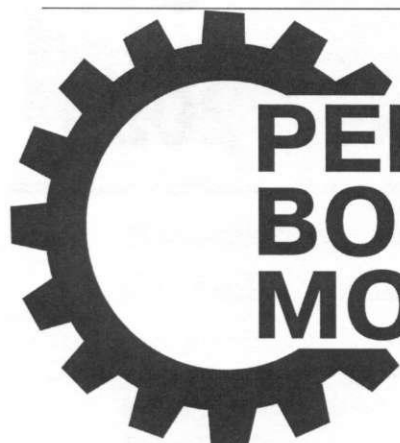




РЕМОНТ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ

7/2020

Рекомендован ВАК для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук по следующим специальностям: 05.02.04 — Трение и износ в машинах (технические науки), 05.02.08 — Технология машиностроения (технические науки), 05.02.11 — Методы контроля и диагностика в машиностроении (технические науки), 05.20.03 — Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки), 05.21.05 — Древесиноведение: технология и оборудование деревопереработки (технические науки). Журнал вошел в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.

Редакционный совет:

Клюев Владимир Владимирович — председатель редакционного совета, академик РАН

Дорохов А.С., чл.-корр. РАН
Лобачевский Я.П., чл.-корр. РАН
Мешалкин В.П., академик РАН
Приходько В.М., чл.-корр. РАН
Гаркунов Д.Н., д-р техн. наук, проф.
Гладков С.А., ген. директор ПО «САЗИ»

Dr. Eric Kochman (USA)
Музыкант Я.А., президент компании
ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»
Русин М.Ю., д-р техн. наук, проф.,
гл. конструктор ОНПП «Технология»

Главный редактор

Баурова Н.И., д-р техн. наук, проф. E-mail: nbaurova@mail.ru

Заместитель главного редактора **Кременский И.Г.**, канд. техн. наук

Редакционная коллегия

Апатенко А.С., д-р техн. наук, проф.
Артемьев Б.В., д-р техн. наук, проф.
Быков В.В., д-р техн. наук, проф.
Гладштейн В.И., д-р техн. наук, проф.
Ерофеев М.Н., д-р техн. наук, проф.
Ефимов А.Г., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ
Ковалевский М.А., канд. экон. наук
Коломейченко А.В., д-р техн. наук, проф.
Кононенко А.С., д-р техн. наук
Кравченко И.Н., д-р техн. наук, проф.

Кузелев Н.Р., д-р техн. наук, проф.
Мельников Э.Л., д-р техн. наук, проф.
Морозов Б.Б., нач. отдела «ОКБ Сухого»
Петрова А.П., д-р техн. наук, проф.
Слинко Д.Б., канд. техн. наук
Схиртладзе А.Г., д-р пед. наук,
канд. техн. наук, проф.
Туполев В.С., канд. техн. наук
Угрюмов С.А., д-р техн. наук, проф.
Шубочкин А.Е., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ

Руководители регионов

Санкт-Петербург
Чуппина С.В., д-р хим. наук, проф.
Татарстан (Казань)
Стоянов О.В., д-р техн. наук, проф.
Якутия
Григорьев И.В., д-р техн. наук, проф.

Уральский регион (Нижний Тагил)
Коротков В.А., д-р техн. наук, проф.
Брянск
Михальченков А.М., д-р техн. наук, проф.
Пенза
Скрябин В.А., д-р техн. наук, проф.
Республика Мордовия
Сенин П.В., д-р техн. наук, проф.

Редактор Зайцева Т.Ф.

При использовании материалов журнала в любой форме ссылка на журнал обязательна.

За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Адрес издательства:

105215, Москва, 9-я Парковая ул., д. 60.

Тел.: 8 (495) 988-98-67, факс: 8 (495) 988-98-65.

E-mail: admin@nait.ru, rvm@nait.ru, <http://www.nait.ru>

© ООО «Наука и технологии», 2020

● НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

- Кушнарев Л.И., Алешин В.Ф., Кушнарев С.Л., Зимин В.В.** Комплексное инновационное развитие производства, науки и образования 3
- Григорьев И.В., Куницкая О.А., Давтян А.Б.** Современное технологическое оборудование валочных и харвестерных машин 9

● ПРАКТИКА РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ

- Скрябин В.А.** Ремонт деталей технологического оборудования 17
- Бирман А.Р., Свойкин Ф.В., Неслухов В.В., Угрюмов С.А., Свойкин В.Ф.** Плотномер новой конструкции для оценки плотности материалов с разной плавучестью 24
- Сливинский Е.В., Радин С.Ю.** К вопросу повышения долговечности гребней колес трехосных тележек тепловозов 28

● ОБЩИЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

- Андреев К.П., Терентьев В.В., Забара К.А., Шемякин А.В.** Совершенствование технологии хранения сельскохозяйственной техники 32
- Чепурина Е.Л., Севостьянова Д.Л., Чепурин А.В.** Результаты проектирования инженерно-технической службы молочных ферм и комплексов 39
- Маренков И.Г.** Особенности эксплуатации элементов подвески дорожных машин, изготовленных из неметаллических материалов 46



УДК 621.357.74:76

Ремонт деталей технологического оборудования

В.А. СКРЯБИН, д-р техн. наук, профессор

Пензенский государственный университет, г. Пенза, 440026, РФ

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2020-0-7-17-23

Поступила в редакцию 16.10.2019

После доработки 26.02.2020

Принята к публикации 24.03.2020

В статье рассмотрены вопросы технологии ремонта деталей металлорежущих станков, таких как корпуса передней и задней бабок и кулачки распредвалов токарных автоматов и полуавтоматов. Рассмотрены особенности их восстановления и применяемые при этом технология и оборудование.

Ключевые слова: технологии ремонта деталей, металлорежущие станки, особенности их восстановления.

Problems of the repair technology of such parts of metal-cutting machines as bodies of the front and rear headstocks and camshafts of turning machines and semi-automatic machines are discussed. Features of their recovery and technologies and equipment used in this case are considered.

Keywords: technology, repair, part, metal-cutting machine, recovery.

Характерными дефектами корпусных деталей металлорежущих станков, таких как корпуса передней и задней бабок, изготовленных из серого чугуна, являются: изнашивание посадочных отверстий под подшипники и стаканы, резьбовых отверстий, отверстий под валики переключения передач, под установочные штифты, сколы и трещины, коробление присоединительных поверхностей. Наибольшая повторяемость дефектов встречается у посадочных отверстий под подшипники и стаканы. Наибольшую сложность технологического процесса (ТП) восстановления корпусов представляет устранение этих дефектов. Изнашивание, старение материала и деформации корпусов, являющиеся результатом динамических нагрузок в процессе их эксплуатации, приводят к нарушению достигнутых при изготовлении диаметральных размеров отверстий, их взаимного расположения, отклонению от параллельности и перпендикулярности осей отверстий между собой и от базовых поверхностей. Поэтому ТП восстановления корпусов должен обеспечивать доведение размеров отверстий до номинальных и коррекцию их пространственного расположения, выдерживание точностных параметров,

отклонения от которых не должны превышать, мм [1–3]: межосевых расстояний 0,03–0,1, от соосности отверстий 0,02–0,05, отклонения от параллельности осей 0,05–0,17 на длине до 350 мм, отклонения от перпендикулярности осей отверстий к базовым поверхностям 0,03–0,08 на длине 100 мм и др.

При восстановлении корпусных деталей необходимо правильно выбрать способ нанесения покрытия изношенных поверхностей, схему базирования и закрепления и технологию механической обработки, обеспечивающих восстановление и износостойкость поверхностей, и заданные параметры точности.

Для восстановления большинства корпусов наиболее рациональной является схема базирования, которую использовало предприятие-изготовитель детали. Однако использование технологических баз завода-изготовителя без определенной коррекции ТП восстановления не всегда эффективно. У большинства корпусных деталей при их изготовлении комплект технологических баз составляет плоскость и расположенные в ней два базовых отверстия. Диаметральные размеры последних у поступающих в ремонт корпусов в большинстве случаев отли-

чаются от заданных рабочими чертежами. При изготовлении корпусных деталей в процессе их многократных установок и снятий на установочных приспособлениях базовые отверстия изнашиваются на 0,04—0,25 мм. Кроме того, при диагональном расположении отверстий у большинства корпусных деталей в процессе эксплуатации нарушается межосевое расстояние отверстий. Поэтому при проектировании установочных приспособлений, предназначенных для реализации ТП восстановления корпусов, нужно учитывать износ базовых отверстий и изменение их межосевого расстояния. Уменьшение погрешности установки корпусов достигается введением в ТП их восстановления слесарной операции по развертыванию базовых отверстий не более чем на 0,1 мм с соответствующим увеличением диаметров установочных пальцев приспособления.

Следует также учитывать, что у корпусных деталей, подлежащих восстановлению, на базовых плоскостях, как правило, имеются задиры и забоины, возникающие в процессе демонтирования агрегатов и транспортирования корпусов. Наличие указанных дефектов в местах контакта технологической (установочной) базы корпуса с установочными пластинами приспособления приводит к увеличению припуска на обработку основных отверстий, нарушению взаимного расположения осей последних и плоских поверхностей, а также осей резьбовых отверстий относительно восстановленных отверстий. В результате могут возникнуть трудности в обеспечении собираемости сопряжений. Поэтому в ТП восстановления корпусных деталей нужно вводить зачистку базовых поверхностей последних в местах контакта с установочными элементами приспособлений.

При восстановлении корпусных деталей следует растачивать все основные отверстия, связанные между собой размерами с жесткими допусками и имеющие важное функциональное назначение (отверстия под подшипники и стаканы под них, под оси шестерен или отверстия, определяющие относительное расположение присоединяемых деталей и сборочных единиц) за одну установку вне зависимости от того, изношены все отверстия или только некоторые из них. При этом следует использовать схему базирования, которую применяли в основном

производстве, вводя в ТП операции зенкерования и развертывания базовых (установочных) отверстий на ремонтный размер по накладному кондуктору. Последний необходимо базировать по конструкторской базе корпусной детали. Ремонтные размеры установочных отверстий, не используемых в качестве сборочных баз, не должны превышать их номинальные размеры более чем на 0,2 мм.

На установочном приспособлении опорные пластины нужно располагать напротив мест технологической установочной базы детали, которые обладают минимальными отклонениями от плоскостности, а также смещать относительно наружного контура детали внутрь на 2—5 мм. При невыполнении этого требования при закреплении корпусной детали возникают деформации, соизмеримые по величине с допуском на межосевое расстояние. Если технологические отверстия корпуса используют под штифты или крепежные болты, то эти отверстия нужно заплавить или запрессовать в них заглушки. После этого по кондуктору сверлить и развертывать технологические отверстия.

Для восстановления основных (посадочных) отверстий корпусов следует принимать те способы, при которых на поверхность отверстий наносят слой материала толщиной не менее 1 мм, обеспечивающий последующую точную их обработку лезвийным инструментом на серийном оборудовании. К этим способам относятся: газотермическое нанесение порошковых материалов, металлизация, установка ремонтных втулок.

Основные отверстия корпусных деталей можно восстанавливать путем постановки свертных тонкостенных колец с их последующим креплением в отверстия раскатыванием. Отверстия восстанавливаемого корпуса растачивают на 0,9—1 мм на сторону. Затем в них нарезают винтовые канавки с треугольным профилем с углом при вершине, равным 60—80°, и глубиной 0,3—0,5 мм. В зависимости от длины отверстий шаг винтовых канавок выбирают 3—5 мм. При растачивании скорость резания изменяется в диапазоне 80—100 м/мин, подача 0,12—0,2 мм/об. Затем в отверстия запрессовывают свертные кольца из углеродистой листовой стали толщиной 1,2—1,5 мм и раскатывают многороликовыми дифференциальными раскатками.

При раскатывании металл колец деформируется и заполняет винтовые канавки. При этом обеспечивается высокая прочность соединений и надежная работа сопряжений. Раскатывание можно выполнить на радиально-сверлильных, горизонтально-расточных или на специальных агрегатных станках.

Минимальная величина натяга раскатывания зависит от материала колец и диаметрального размера восстанавливаемого отверстия. Например, с учетом допусков на предварительно расточенные отверстия и на толщину листа натяг раскатывания основных отверстий диаметром 80—160 мм (материал колец Ст. 3, сталь 20, 30) равен 0,16—0,55 мм, при частоте вращения раскатников 150—300 мин⁻¹. Чем больше диаметральный размер отверстия, тем меньше назначают частоту вращения раскатника. Подача в пределах 0,2—0,5 мм/об.

Закрепляющее раскатывание свертных колец обеспечивает благоприятные условия для последующего чистового растачивания.

При раскатывании свертных колец стенки отверстий корпусных деталей подвергаются значительным радиальным нагрузкам и испытывают упругие деформации. Как правило, толщина стенок отверстий корпусов неодинакова (т.е. неравножестка). Из-за этого деформации стенок корпуса по длине окружности различны по величине. Вследствие этого при раскатывании колец не обеспечивается требуемая точность размеров и формы отверстий, а также их взаимного расположения.

В этом случае для восстановления взаимного расположения основных отверстий применяют чистовое растачивание (припуск 0,1—0,3 мм на сторону, скорость резания 90—130 м/мин, подача 0,05—0,1 мм/об). Уменьшение шероховатости восстанавливаемых поверхностей отверстий обеспечивается за счет совмещения растачивания с упрочняющим выглаживанием. Для реализации этой комбинированной обработки в гнездо оправки или бор-

штанги последовательно за резцом устанавливают и закрепляют одношариковый раскатник (припуск на выглаживание 0,01—0,02 мм).

Такой способ восстановления отверстий эффективен, его преимуществами являются: простота и возможность его реализации на серийном оборудовании; использование недорогого металлического листа в качестве компенсатора износа; обеспечение физико-механических характеристик восстановленных поверхностей, значения которых практически равны значени-



Рис. 1. Схема технологического процесса восстановления корпусных деталей

ям характеристик новых деталей; минимальное ослабление перемычек корпуса; отсутствие теплопередачи в материал корпуса; возможность повторного восстановления основных отверстий.

Приведенная технология восстановления (рис. 1) обеспечивает заданное относительное расположение всех рабочих поверхностей корпусных деталей. Предпочтительные диаметральные размеры отверстий, подвергаемых восстановлению, 40—250 мм.

Восстанавливать изношенные отверстия корпусов можно также посредством размерных отверстий свертных колец, которые устанавливают в отверстиях с использованием низких температур. В этом случае технология включает растачивание отверстия до заданного размера, установку охлажденного в жидком азоте размерного свертного кольца в отверстие. Возможен предварительный нагрев корпусной детали. Размерное свертное кольцо после установки окончательно формируется до номинального диаметального размера посредством дорнования. Такая технология позволяет исключить операции раскатывания (что важно для корпусов из алюминиевых сплавов) и окончательного чистового растачивания, сократить потребность в дорогих и сложных для ремонтного производства раскатниках.

Восстановление корпусов возможно путем заливки изношенного отверстия эпоксидной смолой с наполнителем, состоящим из мелкой прокаленной чугунной стружки или графитового порошка. Этот способ не требует специального оборудования, приспособлений и инструмента. Так, при восстановлении отверстий под подшипники не требуется растачивания под подшипник большего диаметального размера или под запрессовку колец или втулок, а также их вторичного растачивания на необходимый размер. Технологическая последовательность восстановления этим способом отверстий корпусов под подшипники качения: разборка узла, очистка корпуса от смазки и грязи, промывка; увеличение шероховатости поверхности восстанавливаемого отверстия (делают надфилем грубым напильником, шабером), приготовление эпоксидной смолы (на 100 вес. ч. смолы 150 вес. ч. измельченной прокаленной чугунной стружки или графитового порошка), обез-

жиривание поверхности отверстия, просушка, нанесение на поверхности восстанавливаемого отверстия слоя смеси, выдержка до неполного загустения смеси, сборка вала с подшипниками и другими деталями; сборка узла; выдержка в течение 8—15 ч, очистка от наплывов.

В процессе эксплуатации корпусов происходит изнашивание резьбовых отверстий. Их можно восстанавливать посредством постановки резьбовых спиральных вставок. Последняя выполнена в виде спиральной пружины, изготовленной из коррозионно-стойкой проволоки ромбического сечения. Наружная поверхность последней образует резьбовое соединение с отверстием в корпусе, а внутренняя поверхность — со шпилькой или болтом. Восстановление резьбовых отверстий включает следующие операции: рассверливание отверстий, нарезание резьбы под спиральную вставку, установку вставки в подготовленное отверстие, снятие технологического поводка с ввернутой вставки. Комплект инструментов для восстановления резьбовых отверстий содержит: сверла, метчики, монтажный ключ для установки спиральной вставки, бородок для удаления технологического поводка и стандартные разного размера вставки.

Изношенные отверстия корпусов под валики переключения восстанавливают путем постановки втулок [4, 5].

Появившиеся за время эксплуатации корпусных деталей трещины устраняют посредством металлических фигурных вставок, изготовленных из малоуглеродистой стали. Кромки трещины стягивают за счет установки последних в специально выполненные пазы. Вставки выполняют в виде цилиндров, соединенных перемычками. Форма подготовляемого паза корпуса, имеющего трещину, должна соответствовать форме вставки. Паз состоит из ряда цилиндрических отверстий, соединенных между собой посредством пропила, ширина которого равна ширине перемычки фигурной вставки. Герметичность трещины обеспечивают путем запрессовки вставки с применением эпоксидного композиционного материала.

Технология устранения трещины посредством фигурных вставок включает следующие операции: подготовку паза; запрессовку вставки в паз; зачистку поверхности со встав-

кой. Если ширина трещины превышает 0,2 мм, то ее следует предварительно стянуть струбциной. Паз подготавливают следующим образом. Сначала по накладному кондуктору сверлят отверстия перпендикулярно трещине. Затем специальной просечкой удаляют перемычки между отверстиями. Паза под вставки располагают параллельно друг другу на расстоянии 25—50 мм. Если длина трещины не превышает 50 мм, то устанавливают одну вставку. Эффект стягивания трещины обеспечивается за счет разности шагов (0,2 мм) осей просверленных отверстий и цилиндров вставки. Трещины и обломы корпусных деталей устраняют также заваркой.

При заварке трещин в чугунных корпусах специальными электродами в ряде случаев применяют шпильки, которые ввертывают в предварительно подготовленные резьбовые отверстия по длине трещины. Диаметр шпилек составляет 0,3—0,5 толщины стенки детали, глубина ввертывания шпильки — 1,5 ее диаметра, выступающая часть — 4—6 мм. Тем самым достигается увеличение площади сцепления наплавляемого металла с металлом корпуса. Это создает дополнительное сопротивление сдвигающей силе, возникающей при действии на корпусную деталь динамических нагрузок. Наличие в зоне сварки шпилек понижает внутреннее напряжение в наплавляемом металле и препятствует при остывании шва отслаиванию из-за различных коэффициентов усадки стали (наплавленный металл) и чугуна (корпусная деталь).

При подготовке корпуса к заварке трещины ее края до установки шпилек скашивают под углом 90—120°. Заварку трещины начинают с обварки шпилек кольцевыми валиками с перерывами для охлаждения. Затем обычным способом по обеим сторонам кромок наплавляют металл.

Рассмотренные технологии восстановления корпусных деталей обеспечивают их высокий эксплуатационный ресурс. Актуальным также является вопрос восстановления кулачков распределителей токарных автоматов и полуавтоматов. Распределители с кулачками предназначены для реализации жесткой программы обработки (за счет профиля кулачков) путем обеспечения движения рабочих и холостых ходов суппортов станков.

В настоящее время для восстановления кулачков применяют электродугую наплавку. Этот технологический процесс имеет ряд недостатков, среди которых: выгорание легирующих элементов в процессе восстановления; наличие в наплавленном слое окислов и шлаковых включений; насыщение расплавленного металла водородом, азотом и кислородом воздуха; сильный перегрев металла электрической дугой. Все это ухудшает структуру металла, способствует появлению трещин, значительно снижает усталостную прочность изделия и в результате может приводить к его поломке во время эксплуатации. Кроме того, применение дуговых способов восстановления вызывает деформацию деталей, особенно стальных, а для устранения ее требуется правка. Поэтому разработка технологии восстановления чугунных и стальных кулачков, лишенной указанных недостатков, является актуальной.

Электроконтактная пайка отличается от дуговых способов восстановления тем, что нанесение поверхностного слоя происходит без расплавления основного материала.

Непременными условиями качественной пайки являются наличие самофлюсующегося припоя, позволяющего очистить место пайки от окислов, а также соблюдение температурных режимов пайки, учитывающих температурные условия работы деталей, температуру плавления основных соединяемых деталей и температуру плавления припоя.

Проведенные исследования и практический опыт показали, что наиболее приемлемыми материалами для стальных и чугунных деталей являются никромовые самофлюсующиеся порошковые припои системы Ni—Cr—B—Si, а температурный интервал пайки лежит в пределах 850—1150 °С. Указанные припои отвечают требованиям, предъявляемым к пайке сталей и чугунов. Они хорошо смачивают паяемые поверхности, обладают достаточной жидкотекучестью, заполняют паяльные зазоры, обеспечивая высокую прочность паяного соединения. Поэтому наиболее приемлемыми для восстановления чугунных и стальных кулачков являются припои марок ПГ-СР. При этом ПГ-СР2 применяется для получения поверхностного слоя с твердостью <45HRC, 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 [3—8].

Способ ремонта заключается в нанесении припоя на изношенную поверхность кулачка с целью восстановления его профиля до эталонного. Для этого изделие перед восстановлением тщательно очищают от загрязнений. Затем осуществляют сопоставление размеров эталонного кулачка (рис. 2, а) и изношенного (рис. 2, б) с целью определения количества пастообразного припоя, необходимого для восстановления исходного профиля.

После этого изготавливают формирующую стальную ленту 1 (рис. 3), ширина которой рав-

на 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.

При толщине слоя смеси менее 30 мкм в паяном слое могут возникать «лыски» при приложении давления от дисковых электродов 1 (рис. 4) вследствие выдавливания припоя из пространства между кулачком и лентой. При толщине слоя более 50 мкм увеличивается расход смеси, а качество паяного шва ухудшается из-за неполного расплавления припоя.

Ленту 3 (рис. 5) с нанесенным припоем устанавливают на изношенный кулачок 1 таким образом, чтобы массив 4 смеси заполнил изношенную зону кулачка. Концы ленты сваривают с образованием шва 2. К наружной поверхности ленты подводят дисковые электроды и прижимают с усилием сжатия 800 Н. На дисковые электроды от трансформатора Тр подают

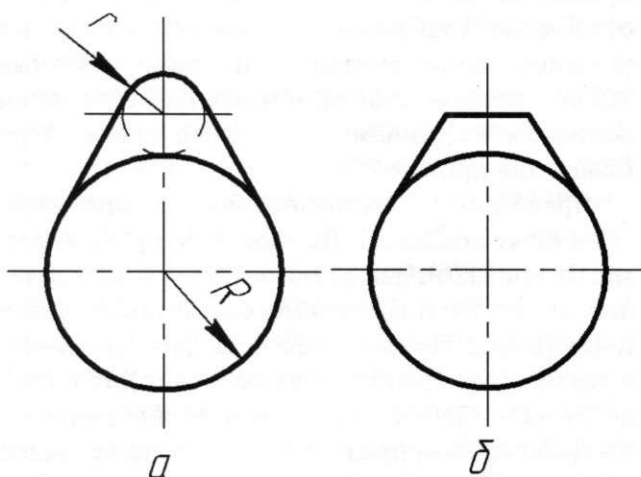


Рис. 2. Исходный (а) и изношенный (б) кулачки

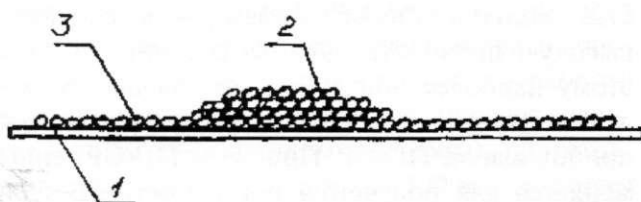


Рис. 3. Схема расположения пастообразного припоя на поверхности ленты

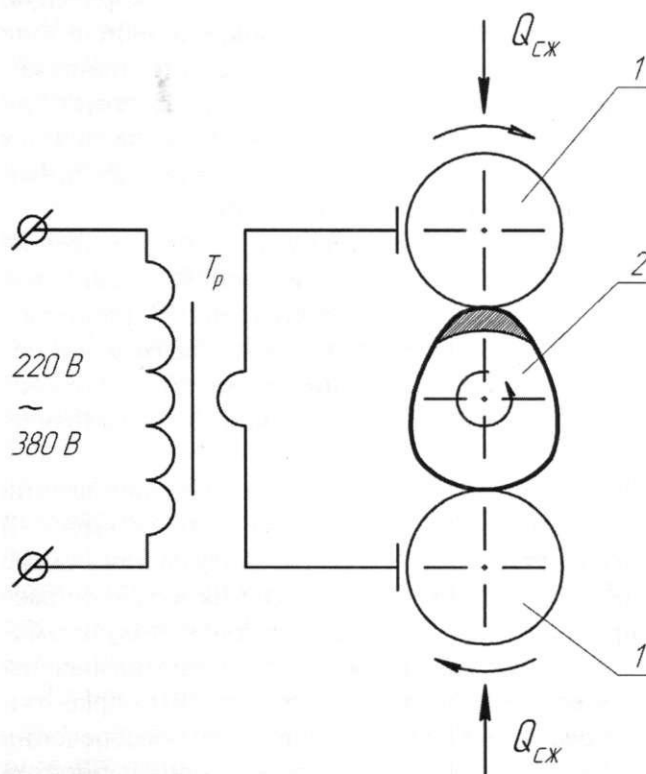


Рис. 4. Схема приварки

напряжение 3,5—4,5 В, обеспечивающее силу тока 5000—6000 А. Кулачок приводят во вращение с переменной скоростью, пропорциональной отношению r/R (см. рис. 2, а). 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. рис. 4) 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.

Таким образом, своевременный ремонт деталей технологического оборудования позволяет обеспечить их долговременную эксплуатацию в процессе работы металлорежущих станков.

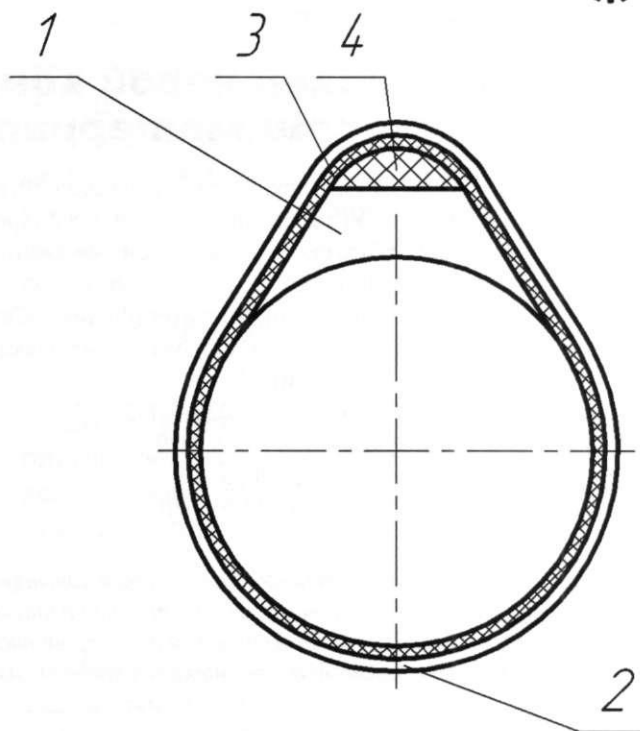


Рис. 5. Поперечное сечение восстановленного кулачка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горохов В.А., Иванов В.П., Схиртладзе А.Г. и др. Технология, оснащение и организация ремонтно-восстановительного производства. Старый Оскол.: ООО «ТНТ». 2013. 552 с.
2. Схиртладзе А.Г. Технологическое производство в машиностроении. М.: Высшая школа. 2007. 927 с.
3. Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А., Борискин В.П. Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2011. 432 с.
4. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. М.: Машиностроение. 1976. 320 с.
5. Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А. Ремонт технологического оборудования. М.: КУРС: ИНФРА-М. 2018. 352 с.
6. Рудской А.И., Баурова Н.И. Технологическая наследственность при производстве и эксплуатации конструкционных материалов // Технология металлов. 2019. № 2. С. 2—10.
7. Скрябин В.А. Технология ремонта деталей ременных передач промышленного оборудования // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 5. С. 7—15.
8. Скрябин В.А., Схиртладзе А.Г. Обеспечение правильности монтажа и эксплуатации пневмотранспортных установок при ремонте изделий // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 1. С. 3—6.

ВНИМАНИЕ! ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ!

При представлении статьи в редакцию необходимо соблюдать следующие условия для учета в системе РИНЦ:

- указывать достоверное место работы автора (точное название организации, совпадающее с названием, зарегистрированным на сайте <http://elibrary.ru>);
- библиографические ссылки давать **без ошибок** (название статьи, полное название журнала, год, том, номер издания, страницы).

При несовпадении данных автора и elibrary система на запросы НЕ отвечает, т. к. не находит этих данных на своем портале.

В этом случае редакция не принимает никаких претензий.