



УДК 621.357.74:76

Восстановление корпусных деталей металлорежущих станков

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

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, 440026, Российская Федерация.

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2026-0-4-3-7

Поступила в редакцию 10.10.2025

После доработки 28.11.2025

Принята к публикации 13.01.2026

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

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

This article examines the repair technology for metal-cutting machine parts, such as headstock and tailstock housings. The specifics of their restoration and the technology and equipment used in this process are considered.

Keywords: technologies for repairing parts, metal-cutting machines, features of their restoration.

Введение

Характерными дефектами корпусных деталей металлорежущих станков, 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, а также 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, отклонений от параллельности и перпендикулярности осей отверстий между собой и от базовых поверхностей.

Материалы и методы

Технологический процесс восстановления корпусов должен обеспечивать доведение размеров отверстий до номинальных и коррекцию их пространственного расположения, выдерживание точностных параметров, отклонения от которых не должны превышать 1—3 мм: межосевых расстояний 0,03—0,1 мм, от соосности отверстий 0,02—0,05 мм, отклонения от параллельности осей 0,05—0,17 мм на длине до 350 мм, отклонения от перпендикулярности осей отверстий к базовым поверхностям 0,03—0,08 мм на длине 100 мм и др.

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

Для восстановления большинства корпусов наиболее рациональной является схема базирования, которая использовалась пред-

приятием-изготовителем 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 отличаются от заданных рабочими чертежами. При изготовлении корпусных деталей в процессе их многократных установок и снятий на установочные приспособления 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 демонтажа 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, которая применялась на основном производстве, вводя в ТП операции зенкерование и развертывание 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 нужно 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 нанесе-

ние порошковых материалов, металлизация, установка ремонтных втулок.

Основные отверстия корпусных деталей можно восстанавливать путем постановки свертных тонкостенных колец с их последующим закреплением в отверстиях 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 ϵ равным 60—80° и глубиной 0,3—0,5 мм. В зависимости от длины отверстий шаг винтовых канавок выбирают равным 3—5 мм. При растачивании скорость резания изменяется в диапазоне 80—100 м/мин, а 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. 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. неравножесткая). 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 борштанги последовательно за резцом устанавливают и закрепляют одношариковый раскатник (припуск на выглаживание 0,01—0,02 мм).

Такой способ восстановления отверстий эффективен и характеризуется следующими преимуществами: простотой и возможностью его реализации на серийном оборудовании; использованием недорогого металлического листа в качестве компенсатора износа; обеспечением физико-механических характеристик восстановленных поверхностей, значения которых практически равны значениям характеристик новых деталей; минимальным ослаблением перемычек корпуса; отсутствием теплопередачи в материал корпуса; возможностью повторного восстановления основных отверстий.

Приведенный алгоритм технологии восстановления (рисунок) обеспечивает заданное относительное расположение всех рабочих поверхностей корпусных деталей. Предпочтительные диаметральные размеры отверстий, подвергаемых восстановлению, составляют 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 от-

верстие. Возможен предварительный нагрев корпусной детали. Размерное свертное кольцо после установки окончательно формируется до номинального диаметрального 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 диаметрального 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 следующая: разборка узла; очистка корпуса от смазки и грязи; промывка; увеличение шероховатости поверхности восстанавливаемого отверстия (делают надирь грубым напильником, шабером); приготовление эпоксидной смолы (на 100 вес. ч. смолы 150 вес. ч. измельченной прокаленной чугунной стружки или графитового порошка); обезжиривание поверхности отверстия, просушка; нанесение на поверхность 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

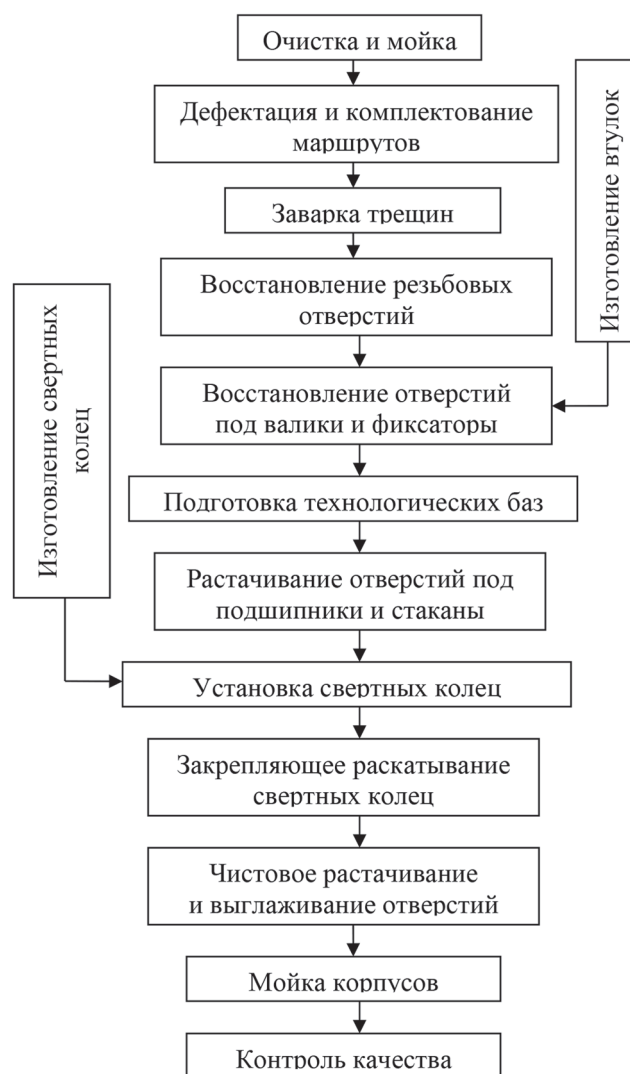


Схема технологического процесса восстановления корпусных деталей

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, изготовленных из малоуглеродистой стали, фигурных вставок. 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: подготовка паза; запрессовка вставки в паз; зачистка поверхности со вставкой. 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. Пазы 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 наплавленного металла с металлом корпуса. Это создает дополнительное со-

противление сдвигающей силе, возникающей при действии на корпусную деталь динамических нагрузок. Наличие в зоне сварки шпилек понижает внутреннее напряжение в наплавленном 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.

Выводы

Рассмотренные технологии восстановления корпусных деталей обеспечивают их высокий эксплуатационный ресурс.

Финансирование работы

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Авторы данной работы заявляют, что при подготовке статьи технологии искусственного интеллекта не использовались.

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. Ремонт технологического оборудования / А.Г. Схиртладзе, В.А. Скрябин: учебник. М.: КУРС:ИНФРА-М, 2018. 352 с.