

Лабораторная работа № 1

РАЗРАБОТКА РЕМОНТНОГО ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ (СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ)

1. Общие положения

Ремонтный чертеж является первичным документом, определяющим перечень устраняемых дефектов, применяемые методы восстановления, требования к качеству восстановленных деталей, и разрабатывается на деталь (сборочную единицу). Порядок разработки, согласования и утверждения ремонтного чертежа регламентированы стандартом [1].

Ремонтный чертеж является конструкторским документом. Он предназначен для организации ремонтного производства восстановления и ремонта деталей (сборочных единиц), сборки и контроля отремонтированного изделия, изготовления дополнительных ремонтных деталей.

2. Исходные данные для разработки ремонтного чертежа

В производственной практике ремонтные чертежи разрабатывают по техническому заданию на технологические процессы. Исходными данными служат: перечень дефектов с их характеристиками (место расположения, длина и т.п.); рекомендуемые способы устранения дефектов; технические требования на ремонт машин (твердость, шероховатость и т.д.), действующих на момент разработки ремонтных чертежей. Подбор и формирование этих данных является составной частью работы исполнителя задания.

3. Структурная схема ремонтного чертежа

3.1. Общие требования

Форматы чертежа, количество листов, расположение графического материала на поле чертежа регламентированы стандартом [1]. Согласно этим требованиям ремонтный чертеж содержит: изображение восстанавливаемой детали или сборочной единицы, таблицу дефектов, условия и перечень дефектов, при которых деталь не принимается на восстановление, рекомендуемый технологический маршрут восстановления, таблицу категорийных ремонтных размеров, технические требования (при наличии свободного поля чертежа приводятся схемы базирования деталей), спецификацию ремонтного сборочного чертежа. На рис.1 обозначены места расположения составляющих ремонтного чертежа.

Ремонтные чертежи оформляют на листах формата А3. Допускается применять листы других форматов, но не более формата А1. Ремонтные

чертежи могут оформляться на одном или нескольких листах. Во втором случае на первом листе помещаются изображения восстанавливаемой детали (виды), таблица категорийных размеров, технические требования, спецификация. На последующих листах оформляются разрезы, сечения, таблица дефектов. Примеры оформления ремонтных чертежей приводятся в приложениях А, Б.

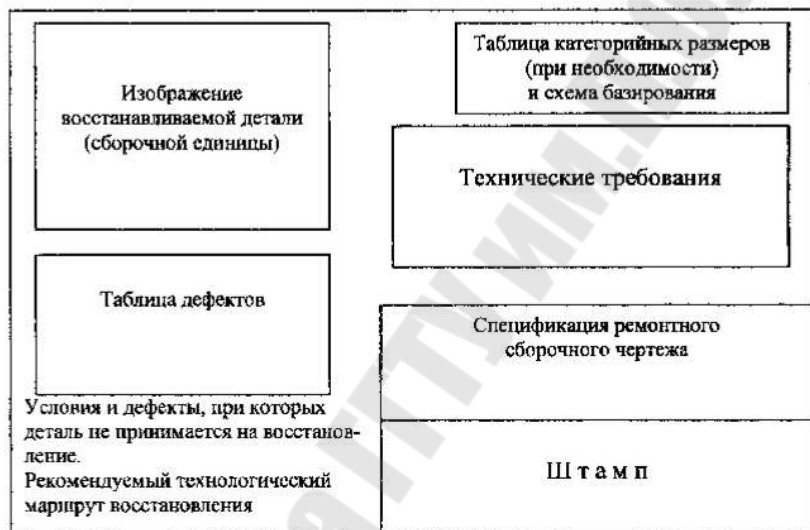


Рис. 1.1. Структурная схема расположения составляющих элементов ремонтного чертежа

3.2. Оформление изображения восстанавливаемой детали

На поле ремонтного чертежа вычерчиваются виды, разрезы, сечения. Выполняются только необходимые виды, разрезы, сечения. На них указывают лишь те размеры, предельные отклонения, допускаемые погрешности взаимного расположения осей и поверхностей, параметры шероховатости поверхностей, которые должны быть обеспечены и проверены в процессе восстановления детали.

Размеры поверхностей, восстанавливаемых до ремонтного размера, проставляют на размерных линиях в виде условных буквенных обозначений d , D , B (соответственно, для резьбовых, гладких цилиндрических и охватываемых (либо охватывающих) поверхностей). Размеры указывают в таблице, расположенной в правой верхней части поля чертежа.

Поверхности, подлежащие восстановлению или обработке, выполняют основной сплошной толстой линией. Остальные поверхности детали изображают сплошной тонкой линией (в 2-3 раза тоньше). Места дефектов нумеруют (Деф.1, Деф.2 и т.д.). Размер цифр позиций, дефектов, буквенных обозначений должен быть в полтора раза больше размерных чисел.

Размеры, которые не контролируются при восстановлении, но необходимы для расчета нормы времени на обработку, выбора оборудования (габаритные размеры), проставляются в виде справочных.

На изделие, которое при ремонте не может быть разъединено или включает дополнительные ремонтные детали (втулки, спиральные вставки и т.п.), выполняется ремонтный чертеж сборочной единицы.

3.3. Оформление таблицы дефектов

Форма таблицы дефектов приведена в приложении А. Таблица дефектов включает: номер дефекта, наименование дефекта, коэффициент повторяемости дефекта, основной способ устранения дефекта, допустимый способ устранения дефекта. Размеры граф не регламентируются. Они определяются объемом текстового материала и наличием свободного поля чертежа. Порядковый номер дефекта обозначают арабскими цифрами.

В графе «Наименование дефекта» приводится формулировка дефектов, по которым деталь, согласно техническим требованиям, подлежит восстановлению. При этом указывают характер дефекта (износ, трещина, повреждение или износ резьбы, изгиб и т.п.) и допустимое значение параметра, контролируемое при дефектации детали (допустимый размер, овальность, конусность и др.).

Графа «Коэффициент повторяемости дефекта» состоит из численных значений этого показателя с учетом общего количества деталей, поступивших на дефектацию и количества ремонтируемых деталей. Эти сведения относятся к справочным и при отсутствии такой информации эту графу не заполняют.

Графы «Основной способ устранения дефекта» и «Допустимый способ устранения дефекта» следует заполнять по каждому дефекту. Основным является способ, применение которого обеспечивает достижение ресурса восстановленной детали не менее данного показателя для новой детали. Текст излагается кратко. Сюда включаются сведения о наименовании (марке материала, используемого при восстановлении, электроды, порошки, полимерные материалы и др.), также номер стандарта на этот материал. Рекомендации по выбору способа устранения дефекта приведены в литературных источниках [3, 4, 5]. Под таблицей дефектов приводятся примечания. К ним относятся условия и дефекты, при которых деталь не принимается на восстановление, а также описание технологического маршрута восстановления по основному способу устранения дефектов (см. приложения

А, Б). Последнее включает наименование и последовательность операций технологического процесса, номер дефектов, к которым относится данная операция, например, наплавочная (деф.1, 2, 4), фрезерная (деф.3), шлифовальная (деф.1, 2, 4) и т.д.

3.4. Оформление технических требований

Правила оформления технических требований регламентированы ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц». Технические требования оформляются в следующей последовательности:

- технические требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;
- требования к качеству поверхностей детали, покрытию, отделке, окраске и др.;
- некоторые размеры с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных;
- отклонения формы и взаимного расположения поверхностей деталей;
- условия и методы испытания;
- указания о маркировании и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы (ГОСТы, РТМ и т.д.), содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

При этом, в технических требованиях должны быть отражены допускаемые отклонения размеров, шероховатость восстановленных поверхностей, данные о разбросе твердости, наличие пор, раковин, отслоений, прочности сцепления нанесенного слоя и др. параметрах, обусловленных применением того или иного способа.

Ширина текстовой строки должна быть не более 185 мм.

3.5. Схемы базирования детали

При наличии свободного поля чертежа приводятся схемы базирования детали при выполнении основных операций технологического процесса. Условные обозначения опор, зажимов и установочных устройств принимаются в соответствии с действующим стандартом [2].

3.6. Обозначение ремонтного чертежа

Обозначение ремонтного чертежа детали (сборочной единицы) получают добавлением к их маркировке буквы «Р» (ремонтный).

Лабораторная работа № 2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВАЛ»

Цель работы: получить знания в области проектирования технологических процессов восстановления деталей типа «вал», разработать технологический маршрут восстановления детали.

Студент должен знать: условия работы детали типа «вал» в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты деталей и методы их выявления, критерии определения рационального способа восстановления, способы восстановления работоспособности деталей.

Студент должен уметь проектировать технологический процесс восстановления деталей типа «вал».

1. Указания по выполнению работы

Получив задание на разработку маршрута восстановления вала, студент должен:

- изучить и проанализировать чертеж детали;
- на основании рекомендаций п.4 настоящих методических указаний, рекомендуемой литературы, обосновать способы устранения дефектов детали;
- разработать маршрут восстановления детали по полному сочетанию дефектов;
- защитить предложенный маршрут.

2. Общая характеристика валов

Гладкие и шлицевые валы и оси составляют основную часть номенклатуры восстанавливаемых деталей. В большинстве случаев именно эти детали лимитируют ресурс узлов и агрегатов машин. Валы в основном изготавливают из конструкционных и легированных сталей, которые должны иметь высокую прочность, хорошую обрабатываемость, малую чувствительность к концентрации напряжений, а для повышения износостойкости должны воспринимать термическую и химико-термическую обработку. Валы из среднеуглеродистых сталей подвергают термической обработке до твердости HB 230-260. Шейки валов из низкоуглеродистых сталей для повышения износостойкости подвергают цементации с последующей термической обработкой до твердости HRCs 50...60.

Длина восстанавливаемых валов составляет от 100 до 4000 мм, однако, более 90% из них имеет длину в диапазоне 120...1000 мм. Диаметры валов равны 12...210 мм, из них 98 валов с диаметрами 20...60 мм. Масса валов 0,2...50 кг.

В процессе эксплуатации валы подвергаются действию четырех видов нагружения: односторонний изгиб, одностороннее кручение, переменный изгиб и переменный изгиб с кручением (более 70% деталей).

Около 75% цилиндрических поверхностей имеют различные концентраторы напряжений: галтели, пазы под шпопки, кольцевые канавки, отверстия, лыски и резьбы.

3. Технологический процесс восстановления валов

3.1. Дефекты валов

Валы, поступающие на восстановление, имеют следующие характерные дефекты:

- прогиб;
- износ технологических баз;
- износ посадочных мест под подшипники;
- износ поверхности вала под неподвижное соединение (места под ступицы со шпоночными пазами);
- износ поверхности вала под уплотнения;
- износ шпоночного паза;
- износ поверхности вала под подвижное соединение;
- износ шипа;
- износ (срыв) резьбы.

По всей совокупности восстанавливаемых поверхностей валов 46% изнашиваются до 0,3 мм, 27% от 3 до 0,6 мм, 19% от 0,6 до 1,2 мм и 8% - более 1,2 мм.

Качественное восстановление валов возможно при обеспечении: размеров и шероховатости восстанавливаемых поверхностей, их твердости, сплошности покрытия, прочности сцепления нанесенных слоев с основным металлом, а также симметричности, соосности, радиального и торцевого биений обработанных поверхностей, параллельности боковых поверхностей и шпоночных пазов оси вала или образующих базовых поверхностей.

3.2. Выбор рационального способа восстановления детали

В ремонтном производстве применяется большое количество методов и способов восстановления деталей [5-6] так, например, коленчатые валы можно восстановить 16-ю способами, гильзы цилиндров - 6-ю, опорные катки гусеничных тракторов - 12-ю и так далее.

На выбор способа восстановления детали влияет: оснащенность производства необходимым технологическим оборудованием, величина партии восстанавливаемых деталей, совместимость восстановленной поверхности с комплексуемой деталью, материал детали, величина ее износа, характер нагрузки, действующей на деталь, стоимость восстановления и т.д.

В связи с этим методика выбора восстановления предусматривает последовательное применение трех критериев:

- технологического;
- долговечности;
- технико-экономического.

Технологический критерий или критерий применимости выбирают на основе анализа конструктивных особенностей и условий эксплуатации детали, износа, а также технологических возможностей известных способов восстановления.

По отдельным поверхностям типовых деталей существуют несколько приемлемых способов восстановления отличающихся уровнем надежности или стоимостью. Выбрать рациональный из них применительно к конкретным условиям – задача инженера.

Критерий долговечности рассчитывается по формуле

$$K_d = \frac{T_v}{T_n},$$

где K_d - коэффициент долговечности;

T_v - технический ресурс восстановленной детали, час;

T_n - технический ресурс новой детали, час.

При определении критерия долговечности пользуются справочными данными по техническому ресурсу деталей.

Значение K_d должно быть более 0,8. При значении $K_d < 0,8$ выбранный способ восстановления не применяется.

Технико-экономический критерий количественно оценивается неравенством

$$C_v \leq K_d \cdot C_n.$$

где C_v и C_n - стоимость восстановления и изготовления детали.

Стоимость изготовления детали принимается по действующему прейскуранту цен на детали, стоимость восстановления детали определяется калькуляцией затрат на заработную плату производственным рабочим, материалы, общеховые, общезаводские и внезаводские накладные расходы.

3.3. Схема технологического процесса восстановления валов

Восстановление валов рекомендуется вести по трем технологическим маршрутам. Схема технологического процесса восстановления, включающая все три маршрута, приведена на рис.2.1.

3.4. Дефектация валов

Дефектацию деталей производят с целью определения их технического состояния. Дефектацию производят в соответствии с технологическими условиями на дефектацию. Измерение и контроль деталей выполняют теми инструментами и средствами, которые указаны в технических требованиях. Универсальные средства измерения должны обеспечивать точность измерения, не превышающее поле допуска размера детали.

3.5. Правка валов

Правкой устраняют остаточные деформации валов. Правку производят на прессе типа П 6326 с использованием призм. Контроль величины прогиба проводят индикатором часового типа ИЧ со стойкой.

Холодная правка не всегда дает устойчивые результаты, так как в металле в результате наклепа могут возникнуть внутренние напряжения, накладываются на остаточные напряжения, которые сохранились в детали.

Эти явления устраняются в процессе горячей правки, при которой участки, подвергшиеся деформации, нагревают до температуры 600...900°C.

3.6. Подготовка технологических баз

Точность механической обработки при восстановлении деталей зависит от правильного выбора технологических баз и их состояния [6].

Для гладких, ступенчатых, фланцевых, шлицевых и зубчатых валов геометрические оси всех обрабатываемых цилиндрических поверхностей должны лежать на одной прямой. Геометрические оси шлицев (по сечению) должны проходить через геометрический центр сечения вала. Боковые поверхности шлицев и поверхность дна шлицевой канавки должны быть параллельны оси вала.

Технологической базой при обработке валов при их восстановлении являются конические поверхности центровых отверстий.

3.7. Восстановление шпоночных пазов

Шпоночные пазы восстанавливают заваркой в среде CO_2 ручной дуговой и газовой сваркой с последующим фрезерованием шпоночного паза номинального размера.

Если позволяет конструкция узла, то допускается фрезерование шпоночного паза, сместив его расположение на 180°.



Рис 2.1. Схема технологического процесса восстановления валов

3.8. Восстановление шпоночных пазов

Шпоночные пазы восстанавливают заваркой в среде CO_2 ручной дуговой и газовой сваркой с последующим фрезерованием шпоночного паза номинального размера.

Если позволяет конструкция узла, то допускается фрезерование шпоночного паза, сместив его расположение на 180° .

3.9. Восстановление резьбы

Наружную резьбу на валах восстанавливают наплавкой в среде углекислого газа, ручной, дуговой и газовой наплавками. Для этого удаляют точением старую резьбу, вал наплавляют одним из методов сварки, протачивают и нарезают резьбу номинального размера.

При восстановлении резьбы небольших диаметров 14...30 мм можно применять способ электроконтактной приварки проволоки.

Способ основан на использовании сварочного тока для нагрева присадочной проволоки и детали и формирования сварочного шва под давлением. При этом присадочную проволоку укладывают во впадины резьбы, зажимают проволоку и деталь между электродами сварочной машины. Диаметр проволоки должен быть равен шагу резьбы.

При прохождении сварочного тока в месте контакта проволоки и детали происходит их разогрев до температуры сварки. Благодаря сжатию электродов присадочная проволока полностью заполняет впадину резьбы и сваривается с ее боковыми гранями, образуя сварное соединение.

3.10. Восстановление посадочных поверхностей

Посадочные поверхности под подшипники восстанавливают:

- наплавкой в среде углекислого газа;
- газотермическим напылением порошков без последующего оплавления;
- электроконтактной приваркой стальной ленты;
- электроконтактной приваркой стальной ленты с армированием твердыми сплавами;
- электромеханическим выхаживанием и выглаживанием;
- гальваническими процессами.

Наплавку в среде CO_2 проводят по винтовой линии проволокой Ип-30ХГ СА на универсальном наплавочном станке У-656.

Режим наплавки: диаметр проволоки 0,8...1,6 мм, скорость подачи проволоки 100...170 м/ч, частота вращения детали 4 мин⁻¹, скорость наплавки 10...60 мм/ч, подача 1...3 мм/об, сварочный ток 80...220 А, напряжение 18...24 В, вылет электрода 14...18 мм, смещение электрода с зенита 8 мм.

Наплавленные поверхности с твердостью до 45 HR C₂ обрабатывают точением резцами с твердосплавными пластинами Т15К6 по режиму: скорость резания 40...45 м/мин, подача 0,15...0,3 мм/об, глубина резания 0,5...0,7 мм.

После токарной обработки производят шлифование. Припуск на шлифование не более 0,3 мм.

При твердости наплавленного слоя свыше 45 HR C₂ его целесообразно обрабатывать шлифованием – предварительным и окончательным кругами, соответственно, из нормального электрокорунда зернистостью 40...50, твердостью СТ...СТ1, средней структуры, связка – керамическая.

Чистовую обработку производят кругом из белого электрокорунда Э8А, зернистостью 25...40, твердость СМ2...С1, связка – керамическая.

Технологический процесс восстановления газопламенным напылением включает:

- подготовку поверхности для напыления;
- напыление покрытия;
- механическую обработку напыленного слоя.

Подготовка поверхности для напыления включает очистку от загрязнения мойкой в растворе с СМС типа «Лабомид 102, 203».

Для удаления следов износа и создания шероховатости деталь подвергают механической обработке на глубину не более 0,85 мм.

Для деталей, изготовленных из незакаленных сталей, не подверженных знакопеременным нагрузкам, подготовительной операцией перед напылением порошка является нарезание «чужой» резьбы. При этом вершина реза должна быть смещена на 3...5 мм относительно линии центров станка, шаг резьбы 0,2...0,4 мм, глубина резания 0,1...0,2 мм.

Для закаленных деталей, работающих при знакопеременных нагрузках, а также закаленных деталей шероховатость поверхности перед напылением создается струйной обработкой абразивом (корунд) зернистостью 80...120 мкм при давлении воздуха 0,5...0,6 МПа, расстояние сопла от детали 70...90 мм.

Напыление порошка на восстановительную поверхность проводят в два этапа:

первый этап – напыление адгезионного подслоя порошком алюминия-никеля толщиной 0,06...0,1 мм;

второй этап – напыление основного слоя порошка, толщина которого на сторону должна быть на 0,2...0,3 мм больше номинального размера восстанавливаемой детали.

Наибольшей прочностью сцепления с основным металлом обладают покрытия, толщина которых не превышает 1,0...1,2 мм.

Напыление производят на токарно-винторезном станке с использованием горелки ОКС-5531.

В качестве напыляемого основного слоя может служить порошок ПГ-СРЗ, обеспечивающий твердость 38...40 HR C₂, прочность сцепления с основным металлом 15...18·10⁶ Н/м².

Поверхности, восстановленные газоплазменным напылением, можно обрабатывать резом с твердосплавной пластиной из зльбора по режиму: скорость резания – 40 м/мин, глубина резания – 0,5 мм, подача 0,05...0,1 мм/об. Стойкость реза – 30 мин.

Финишное шлифование ведут кругом 64С25...40СМ16К при скорости круга 30...35 м/с, скорость детали 12...20 м/мин, скорость съема металла 3000...500 мм³/мин.

3.11. Восстановление шлицевых поверхностей

При восстановлении шлицев применяют:

- вибродуговую наплавку под флюсом;
- наплавку под флюсом;
- наплавку в среде CO₂;
- контактную сварку;
- пластическое деформирование.

Изношенные боковые части поверхности шлицев при вибродуговой наплавке под флюсом производят продольными валиками проволокой марки Св 10ГС, диаметром 1,0...1,2 мм по режиму: сварочный ток 80...85 А, напряжение дуги 20...32 В, скорость наплавки 16...28 м/ч, скорость подачи электродной проволоки 14 м/ч, амплитуда колебания электрода 1...1,5 мм.

С целью снижения коробления вала каждую последующую наплавку производят с диаметрально противоположной стороны от предыдущей.

Шлицевые валы, имеющие шлицы в средней части вала, наплавляют от середины к концу вала.

Мелкие шлицы наплавляют под флюсом без вибрации продольными валиками. Электродную проволоку устанавливают строго по середине впадины между шлицами.

На торце детали для предотвращения стекания расплавленного металла устанавливают медную шабру толщиной 3...5 мм, диаметром на 1...2 мм больше диаметра детали.

Термически обработанные шлицевые валы, изготовленные из легированных сталей 40Х, 18ХГТ, наплавляют под флюсом АН-348А проволокой Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543-82) или проволокой П класса (ГОСТ 2246-70). Шлицевые валы, изготовленные из среднеуглеродистых сталей 30, 35, 45, наплавляют проволокой Нп-30ХГСА под флюсом АН-348А по режиму: сварочный ток обратной полярности 180...250 А; напряжение дуги 26...30 В; диаметр проволоки 2 мм; вылет электрода 17...18 мм; скорость подачи электродной проволоки 140...180 м/ч.

Кроме продольной наплавки шлицев, применяют наплавку шлицевых валов по винтовой линии, при этом каждый последующий шов должен перекрывать предыдущий на одну треть. При наплавке валов с глубокими впадинами шлицев рекомендуется предварительно проточить шлицы на половину их высоты.

При наплавке шпилей в среде углекислого газа вкрутовую наплавку начинают, отступив от края шпилей на 3..5 мм. Режим наплавки: проволока Нп-30ХГСА диаметром 1,6...2,0 мм, сварочный ток обратной полярности 220...240 А, напряжение 22...24 В, скорость подачи проволоки 165...170 м/ч, частота вращения детали 3-4 мин⁻¹. Шаг наплавки 3,5...4,7 мм/об, вылет электрода 14...18 мм, смещение электрода с зенита детали 8...10 мм, расход CO₂ ~ 1000л/ч. Наплавленный металл имеет твердость HB 260...300.

Наплавленные шпильцевые валы подвергают нормализации при температуре 850...870°C, выдержке в печи в течение 1 часа и охлаждению на воздухе. Затем проверяют бисение вала и при необходимости правят его. После протачивания наплавляемого участка шпильцы фрезеруют по старым заходам. Шпильцевую часть вала закалывают при нагреве до 850°C и охлаждении в масле. Отпуск шпильцевой части вала производят при температуре 200...250°C с охлаждением на воздухе. Твердость шпильцевой части составляет HB 370...420. После термической обработки вала шпильцы шлифуют.

Восстановление шпилей контактной сваркой производят приваркой контактной сваркой к вершинам шпилей полосы или проволоки с одновременной осадкой или раздачей шпилей по ширине. Технологический процесс включает следующие операции:

- заготовка полос или проволоки необходимой длины и толщины;
- прихватка заготовок сваркой в одной или нескольких точках;
- одновременная приварка полос (проволоки) к вершине шпиль и раздача шпиль на установке ОКС-11274 ГОСНИТИ;
- фрезерование шпилей;
- термическая обработка шпилей;
- шлифование шпилей.

Восстановление шпилей пластическим деформированием с помощью многороликовых головок с последующим калиброванием шпилей по толщине производят без нагрева вала. Технологический процесс включает следующие операции:

- нормализация шпильцевого вала нагревом до 800...850°C, выдержкой в печи 1 час с охлаждением на воздухе;
- раздача шпилей продавливанием вала через шпильцерасточную роликовую головку гидравлическим прессом;
- раздача шпилей с последующим низким отпуском;
- шлифование шпилей;
- калибрование шпилей продавливанием вала через головку с калибровочными роликами, гидравлическим прессом.

Точность восстановления шпилей зависит от точности изготовления шпильцерасточной головки и калибровочных роликов. Максимальное отклонение размеров толщины шпилей на шестирولیковой головке 0,1...0,12 мм.

4. Контрольные вопросы

1. Назовите характерные дефекты детали типа «вал».
2. Назовите критерии выбора рационального способа восстановления.
3. Перечислите способы восстановления шлицевых поверхностей.
4. Перечислите способы восстановления посадочных мест под подшипники.
5. Перечислите способы восстановления шпоночных пазов.
6. Назовите пути формирования качества восстановления валов.

Лабораторная работа № 3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ

Цель работы: получить знания в области проектирования технологических процессов восстановления деталей типа «корпус», разработать технологический маршрут восстановления детали.

Студент должен знать: характерные дефекты деталей и методы их выявления; критерии определения рационального способа восстановления; способы восстановления работоспособности деталей.

Студент должен уметь: проектировать технологический процесс восстановления деталей типа «корпус».

1. Указания по выполнению работы

Получив задание на разработку маршрута восстановления корпусной детали, студент должен:

- изучить и проанализировать ремонтный чертеж детали;
- на основании рекомендаций п.3 настоящих методических указаний, рекомендуемой литературы обосновать способы устранения дефектов детали;
- разработать маршрут восстановления детали по полному сочетанию дефектов;
- записать предлагаемый маршрут.

2. Технологические рекомендации по устранению дефектов

Корпусные детали машин изготавливают в основном из серого чугуна, реже углеродистых сталей, ковкого чугуна, легированных сталей и сплавов цветных металлов.

Основные дефекты:

- трещины, пробойны;
- коробление, неплоскостность прилачных плоскостей;
- износ и повреждение резьбы в отверстиях;
- износ поверхностей посадочных отверстий под подшипники, втулки и т.д.;
- нарушение соосности отверстий;
- нарушение параллельности отверстий;
- нарушение межосевых расстояний.

Корпусные детали обычно не восстанавливают при наличии внутренних обломов, трещин, проходящих через посадочные места под подшипники. В начале ликвидируют трещины и пробойны. Для этого применяют сварочные процессы или полимерные материалы.

Коробление, неплоскостность привалочных плоскостей ликвидируют фрезерованием, плоским шлифованием, шабрением.

2.1. Выбор рационального способа восстановления детали

В ремонтном производстве существует и применяется большое количество методов и способов восстановления деталей.

Основная задача технологии ремонта деталей – это обеспечение восстановления нарушенных при эксплуатации посадок в сопрягаемых деталях, износостойкости и антикоррозионной стойкости каждой отдельной детали.

На выбор способа восстановления детали влияет: оснащенность производства необходимым технологическим оборудованием, величина партии восстанавливаемых деталей, совместимость восстановленной поверхности с комплектующей деталью, материал детали. Величина ее износа, характер нагрузки, действующей на деталь, стоимость восстановления и т.д.

Методика выбора способа восстановления предусматривает последовательное применение критериев:

1. Технологического.
2. Долговечности.
3. Техничко-экономического.

Технологический критерий (критерий применимости) выбирают на основе анализа конструктивных особенностей и условий эксплуатации корпусной детали, износа, а также технологических возможностей известных способов восстановления.

По отдельным поверхностям корпусных деталей существуют несколько приемлемых способов восстановления, различающихся между собой уровнем надежности или стоимостью.

Например, резьбовые отверстия в корпусной детали можно восстановить 6 способами. Выбирать приемлемый из них применительно к конкретным условиям – задача инженера.

Критерий долговечности рассчитывается по формуле

$$K_d = T_B / T_H,$$

где K_d – коэффициент долговечности;

T_B – технический ресурс восстановленной детали, час.;

T_H – технический ресурс новой детали, час.

При определении критерия долговечности пользуются справочными данными по техническому ресурсу деталей.

Значение K_d должно быть более 0,8. При значении $K_d < 0,8$ выбранный способ восстановления не применяется.

Техничко-экономический критерий количественно оценивается неравенством $C_B \leq K_d \cdot C_H$,

где C_B и C_H – стоимость восстановления и изготовления детали.

Стоимость изготовления детали принимается по действующему прейскуранту цен на детали, стоимость восстановления детали определяется калькуляцией затрат на заработную плату производственным рабочим, материалы, общешовые, общезаводские и внезаводские накладные расходы.

2.2. Ремонт резьбовых отверстий

В ремонте производств применяют следующие способы ремонта резьбовых отверстий в корпусных деталях:

- заварка отверстий с последующим сверлением и нарезанием резьбы;
- установка ввертыша;
- сверление отверстия и нарезание резьбы увеличенного размера;
- уплотнение резьбового соединения путем применения полимерных материалов;
- установка резьбовой спиральной вставки.

Ремонтировать резьбовые отверстия с помощью спиральных вставок можно при износе резьбы, а также при вымятинах, забоинах, стянутых и выкрашенных нитках резьбы. Наличие трещин или сколов в резьбовых отверстиях не допускается.

Технологический процесс восстановления резьбовых отверстий спиральными вставками предусматривает следующие операции: рассверливание резьбовых отверстий, нарезание резьбы в отверстиях детали под спиральную вставку; установку спиральной вставки в подготовленное резьбовое отверстие; удаление технологического поводка с установленной спиральной вставки; контроль резьбовых отверстий. Размеры сверл, метчиков и рассверленных отверстий приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Размеры сверл, метчиков и рассверленных отверстий

Размер изношенной резьбы	Диаметр сверла, мм	Диаметр рассверленного отверстия	Размер метчика, мм
M6	7,0	6,96...7,12	M8x1
M8	8,7	8,70...8,86	M10x1,25
M10	10,5	10,45...10,62	M12x1,5
M12	12,2	12,18...12,38	M14x1,75
M12x1,25	12,7	12,70...12,86	M14x1,25
M14	14,0	13,90...14,13	M16x2
M14x1,5	14,5	14,45...14,62	M16x1,5
M16	16,2	16,20...16,40	M18x2
M16x1,5	16,5	16,45...16,62	M18x1,5
M18	18,0	18,10...18,42	M20x2,5

Продолжение таблицы 3.1.

M18×1,5	18,0	17,90...18,13	M20×1,25
M20	20,0	20,10...20,40	M22×2,5
M20×1,5	20,5	20,45...20,62	M22×1,5
M22	22,0	22,10...22,40	M24×2,5
M22×1,5	22,5	22,45...22,62	M24×1,5
M24	24,1	24,14...24,46	M27×3
M24×1,5	25,5	24,45...25,62	M27×1,5
M27	27,0	27,14...27,46	M30×3
M30	29,6	29,55...29,88	M33×3,5

2.3. Восстановление посадочных отверстий

Восстановление посадочных отверстий в корпусных деталях можно производить:

- методом дополнительных деталей (колец, втулок, свертных втулок);
- гальваническим наращиванием (местным железнением, гальваническим нитрованием, железнением в проточном электролите);
- полимерными материалами;
- газотермическим напылением порошковых материалов (газоплазменным, дуговым).

2.3.1. Метод дополнительных деталей

Для постановки колец, втулок отверстия растачивают до диаметра больше номинального не менее, чем на 6 мм, а кольца изготавливают под посадку с зазором до 0,01...0,03 мм с тем, чтобы поставить кольца на эпоксидный состав. Кольца в этом случае изготавливают номинального размера по внутреннему диаметру и последующая их обработка в корпусе не требуется. Овальность отверстий после растачивания не должна превышать 0,03 мм, а разностенность устанавливаемых колец 0,02 мм.

Кольца, втулки могут быть установлены и без эпоксидного состава. В этом случае их изготавливают с наружным диаметром, обеспечивающим посадку с натягом. Окончательная обработка внутреннего диаметра втулки производится после запрессовки в корпус.

Восстановление посадочных отверстий в корпусных деталях путем установки стальных свертных втулок.

Технологический процесс восстановления посадочных отверстий производится в последовательности:

1 маршрут

- расточить посадочное отверстие с $Ra=6,3 \dots 2,5$ мкм;
- снять заходную фаску в отверстия $0,5 \times 45^\circ$;

- изготовить свертную втулку из стальной ленты;
- обезжирить поверхности отверстия и втулки;
- приготовить эпоксидный состав;
- нанести эпоксидный состав на поверхность отверстия;
- установить свертную втулку в отверстие;
- раскатать втулку;
- расточить отверстие до номинального размера.

II маршрут

- расточить посадочное отверстие с Ra 2,5...1,25 мкм;
- нарезать винтовую канавку с шагом ~ 1 мм глубиной 0,37...0,35 мм;
- снять заходную фаску в отверстии $0,5 \times 45^\circ$;
- изготовить свертную втулку из стальной ленты;
- установить свертную втулку в отверстие;
- раскатать втулку;
- расточить отверстие до номинального размера.

Отверстие под свертную втулку растачивают в зависимости от толщины применяемой стальной ленты и с учетом припуска на растачивание втулки после раскатывания. Припуск на растачивание в зависимости от диаметра втулки принимается 0,1...0,3 мм. Рекомендуемая толщина ленты 0,8...1,7 мм. Диаметр отверстия для установки свертной втулки определяют по формуле:

$$d_2 = d_1 + 2t - \delta,$$

где d_2 - диаметр расточенного отверстия, мм;
 d_1 - номинальный диаметр отверстия, мм;
 t - толщина ленты, мм;
 δ - припуск на механическую обработку, мм.

Для изготовления свертных втулок используется стальная холоднокатанная лента из углеродистой конструкционной стали 35, 40, 50, 55 (ГОСТ 2284-79). Для изготовления свертных втулок применяется лента только со светлой поверхностью без следов коррозии.

Длину заготовки ленты для изготовления свертных втулок определяют по формуле

$$L = \pi \cdot (d_{2\max} - t_{\min}) + \Delta L,$$

где $d_{2\max}$ - максимальный диаметр расточенного отверстия, мм;
 $t_{\min}$ - минимальная толщина ленты;

$$t_{\min} = t - \delta,$$

где δ - допуск на толщину ленты по ГОСТ 2284-79.

Ширину ленты принимают равной ширине восстанавливаемого отверстия с учетом увеличения ширины втулки за счет осевого перемещения металла в процессе раскатывания. Значение относительной осевой деформации для толщин ленты 0,7...1,7 мм и диаметров отверстий в пределах 18...250 мм составляет 10...15%.

Свертную ремонтную втулку можно изготавливать либо путем штамповки – гибки из рулонной ленты, либо путем гибки в трехвалковом гибочном приспособлении.

2.3.2. Гальваническое наращивание

Местное железнение является одним из эффективных способов восстановления посадочных мест под подшипники.

Технологический процесс выполняется в следующей последовательности:

- расточить посадочное место;
- промыть бензином или 10% раствором NaOH;
- определить толщину и время наращивания

$$t = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{D_c \cdot \eta \cdot c}, \text{ час.}$$

где t - время наращивания, ч;

h - толщина покрытия, мм;

γ - удельная масса наращиваемого металла, $\gamma = 7,75 \text{ г/см}^3$;

D_c - катодная плотность тока, А/дм^2 ;

η - выход по току ($\eta = 0,9 \dots 0,95$);

c - электрохимический эквивалент, $c = 1,043 \text{ г/А} \cdot \text{час}$;

- зачистить поверхность наждачной шкуркой до металлического блеска, обработать 50% раствором соляной кислоты, промыть холодной водой;
- обезжирить поверхность обработанным карбидом или известью, промыть водой;
- собрать ванночку для местного железнения (отверстие гнезда подшипника закрыть снизу крышкой из винипласта или другого материала (5-8...10 мм) с резиновой прокладкой, которая по диаметру должна быть больше гнезда подшипника на 15...20 мм;
- залить электролит (500 г/л хлористого железа, 0,5...2,5 г/л соляной кислоты и 1 г/л аскорбиновой кислоты или глюкозы;
- установить анод из малоуглеродистой стали;
- произвести анодную обработку в течение 3...5 мин. при плотности тока 10 А/дм^2 ;
- железнить поверхность до установленного размера при плотности тока $10...15 \text{ А/дм}^2$;
- слить электролит, промыть водой, обработать известью или кальцинированной содой, промыть водой;
- расточить отверстие до номинального размера.

Для восстановления посадочных мест под подшипники в корпусных деталях может быть применен способ безванного электролитического осаждения металлов, называемый гальваническим натиранием. Сущность его заключается в том, что определенной формы электрод, покрытый адсорбирующим электролитматериалом, приводят в контакт с деталью и включают в цепь постоянного тока. Деталь, подлежащая натиранию, соединяется с отрицательным полюсом, а электрод с положительным. Адсорбирующий материал, насыщенный электролитом, служит электролитической ванной и при включении тока в нем происходит процесс электролиза. На поверхности детали происходит наращивание металла, ионы которого находились в растворе.

Технологический процесс включает: предварительную механическую обработку; обезжиривание, промывку горячей и холодной водой, травление (декапирование) с последующей промывкой водой и нанесением покрытия, расточку отверстия до номинального размера.

Обезжиривание и травление удобно вести натиранием, используя для этих целей специальные тампоподдержатели и растворы. Для обезжиривания используется электролит: 20 г/л едкого натрия, 30 г/л углекислого натрия; 10г/л тринатрийфосфата; время 25...30 с. при $D_k=150...250 \text{ А/дм}^2$.

Анодное травление ведут в течение 3...6 с. раствором соляной кислоты 30...40 г/л или серной 100...130 г/л при $D_k=100...150 \text{ А/дм}^2$.

Для улучшения прочности сцепления в начальный период осаждения металла следует поддерживать плотность тока не более 30...40 А/дм^2 , затем постепенно ее повышать до номинальных значений 150...250 А/дм^2 .

2.3.3 Применение полимерных материалов

При незначительных износах до 0,2 мм посадочные отверстия можно восстанавливать эпоксидными составами.

На предварительно подготовленную поверхность отверстий необходимо нанести эпоксидный состав и через 30 мин приступить к формированию слоя путем протягивания через отверстие пуансона, имеющего заданный размер и смазанного тонким слоем масла.

2.3.4 Газотермическое напыление

Технологический процесс восстановления посадочных мест газотермическим напылением (газопламенной, дуговой металлизацией) выполняется в следующей последовательности:

- механическая обработка поверхности до выведения следов износа и придания правильной геометрической формы на глубину не менее 0,1 мм на сторону;
- изоляция поверхностей, подлежащих напылению;
- абразивно-струйная обработка поверхности для активизации поверхностного слоя и придания нужной шероховатости ($Ra=20...30 \text{ мкм}$);

- нагрев детали перед напылением до температуры 90...160°C для снижения возникающих остаточных внутренних напряжений в покрытии, удаление адсорбированной влаги и нефтепродуктов;

- напыление покрытия;

- механическая обработка (расточивание, шлифование) восстановленного отверстия до номинального размера.

Нарушение соосности отверстий, нарушение параллельности отверстий, нарушение межцентровых расстояний устраняется при растачивании посадочных мест на координатно-расточных станках или на расточных станках с применением кондукторных плит.

3. Контрольные вопросы

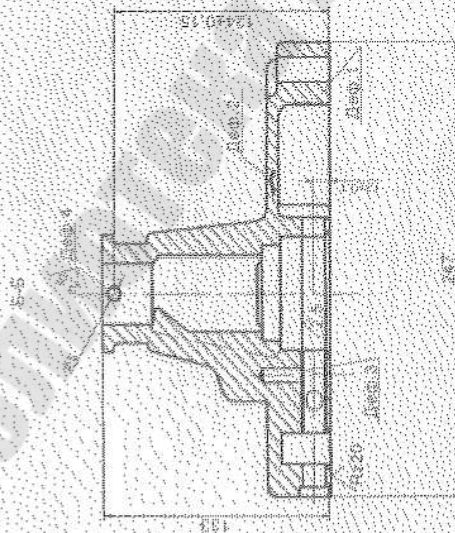
1. Назовите характерные дефекты деталей типа «корпус».
2. Как определить овальность, конусность, несоосность посадочных мест под подшипники?
3. Назовите критерии выбора рационального способа восстановления.
4. Перечислите способы устранения трещин, пробоя.
5. Перечислите основные способы восстановления резьбы.
6. Перечислите основные способы восстановления посадочных мест под подшипники.
7. Какими путями можно формировать качество восстановленной поверхности?

ЛИТЕРАТУРА

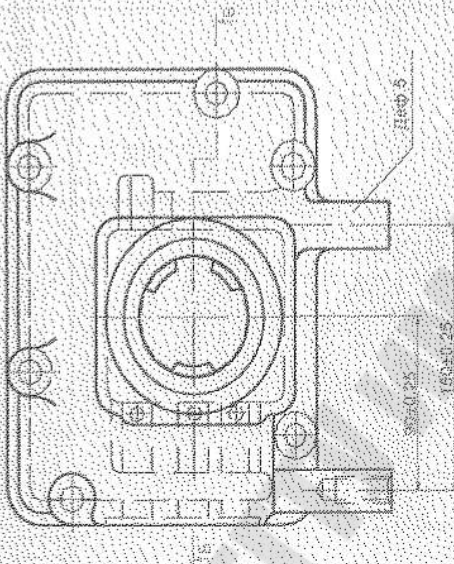
1. ОСТ 70.0009.006-85. Чертежи ремонтные. Порядок разработки, согласования и утверждения.
2. ГОСТ 3.1107-81. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
3. Ремонт машин /Под ред. Н.Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 360 с.
4. Черновол М.И. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники. – Киев, 1989. – 256 с.
5. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин. – М.: Высшая школа, 1981. – 344 с.
6. Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
7. Воловик Б.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981 – 360 с.
8. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 420 с.

№ дф	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости дефекта		Основной способ устранения дефекта	Допускаемые способы устранения дефекта
		От общего количества поступивших деталей	От общего количества ремонтнопригодных деталей		
1	Повреждение износ или срыв резьбы более 2-х витков	0,20	0,21	Запаять проволокой СВ-08ГЭС ГОСТ 2246-70 в углекислом газе	Запаять электродом УОНИ 13/55 ГОСТ 9467-75 Кварцевать
2	Износ поверхности отверстия до раз- мера более Ø15,1 мм	0,70	0,72	Расточить до ремонтного размера	Нанести покрытие на основе эпоксидной смолы ЭД-16 ГОСТ 10587-84
3	Глубина впадин более 0,15 мм	0,26	0,27	Прокатать	
4	Износ рабочей по- верхности впадин до размера менее 8,5 мм	0,80	0,85	Нанести порошковым ПГ-10Н-01 ТУ 48-4205- 156-82 огнестойкое титано- му технологическому	Нанести проволокой 1,2 мм НГ-30Х1 ГА ГОСТ 10543-82 в угле- кислом газе
5	Износ впадин до размера более 79,4 мм	0,17	0,19	Прокатать (83094 0202 00 То же	То же

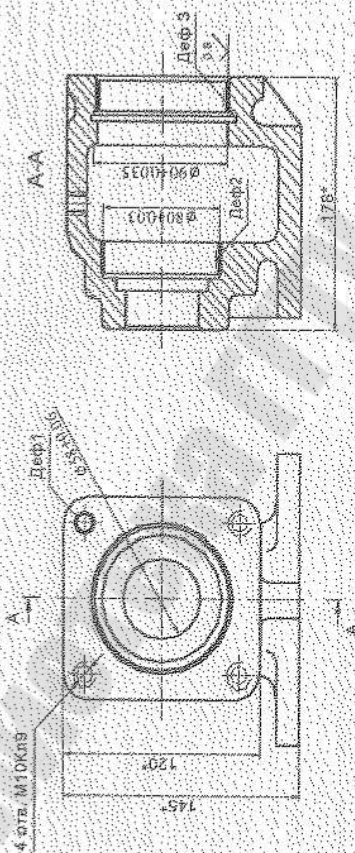
Утвержденный метод
ремонтов дф. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.



- Шарикоподшипник
Лист 1 - Шарики на фланце
Лист 2 - Трещина
Лист 3 - Кольцо отсечки на шарике с диаметром 13.17 мм.
Лист 4 - Кольцо отсечки на шарике с диаметром 13.17 мм.
Лист 5 - Обжим подшипника шарикоподшипника с шарикоподшипником



Корпус подшипника		Корпус подшипника	
Материал	Измерения	Материал	Измерения
Сталь	14.7	Сталь	14.7
Латунь		Латунь	
Бронза		Бронза	
Алюминий		Алюминий	
Дерево		Дерево	
Пластик		Пластик	
Резина		Резина	
Силикон		Силикон	
Полупроводник		Полупроводник	
Стекло		Стекло	
Керамика		Керамика	
Композит		Композит	
Другое		Другое	



Наименование дефекта:
Деф. 1 - Износ поверхности резьбы
Деф. 2, Деф. 3 - Износ посадочных мест под подшипники.

[illegible]

