

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского**

Инженерный факультет

Кафедра Технический сервис и общинженерные дисциплины

В.А. Беломестных, С.В. Агафонов, А.В. Кузьмин

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

Учебное пособие

Иркутск 2019

УДК 631.3.004.67(075.8)

Б 435

Беломестных В. А., Агафонов С.В., Кузьмин А.В. Технология ремонта машин. Проектирование технологического процесса восстановления деталей : учебное пособие / В. А. Беломестных, Агафонов С.В., Кузьмин А.В. – Иркутск : ИрГАУ, 2019. - 144 с.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (протокол № от).

Учебное пособие предназначено для теоретического изучения и выполнения курсовой работы «Проектирование технологического процесса восстановления деталей» по дисциплине «Технология ремонта машин» студентов направления бакалавриата 35.03.06 – «Агроинженерия» и 23.03.03 – «Автомобили и автомобильное хозяйство» очной и заочной формы обучения.

Приведена структура и необходимые данные для выполнения курсовой работы по проектированию технологических процессов восстановления деталей с приведением примеров выполнения разделов работы и иллюстративного материала.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, программы дисциплины «Технология ремонта машин» и предназначено для выполнения курсовой работы студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 35.03.06 - «Агроинженерия».

Рецензенты:

д.т.н., профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК»

Болоев П.А.

к.т.н., доцент кафедры «ЭМТП, БЖД и ПО» ИрГСХА Ильин П.И.

© Беломестных В.А., Агафонов С.В., Кузьмин А.В.

© Издательство ИрГАУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Общие указания по выполнению и оформлению курсовой работы	5
2 Методика выполнения курсовой работы.....	10
2.1 Анализ конструкции, условия работы и основные неисправности сборочной единицы.....	10
2.2 Разработка структурной схемы разборки сборочной единицы	11
2.3 Разработка технологического процесса очистки деталей	20
2.4 Разработка технологического процесса дефектации детали	22
2.5 Разработка технологического процесса восстановления деталей	26
2.5.1 Разработка маршрута восстановления и расчленение его на технологические операции.....	28
2.5.2 Анализ условий работы детали.....	35
2.5.3 Выбор рационального способа восстановления деталей	37
2.5.4 Выбор технологических баз и обоснование общих операционных припусков и допусков на обработку.....	46
2.5.5 Выбор технологического оснащения, оборудования, приспособлений, рабочего инструмента и средств контроля....	53
2.5.6 Расчет режимов технологического процесса.....	60
2.5.7 Расчет норм времени на технологические операции.....	87
3 Оформление графической части курсовой работы.....	93
3.1 Оформление технологической документации.....	100
Список использованной литературы.....	121
Приложения.....	122
Приложение А Образец оформления титульного листа.....	123
Приложение Б Образец оформления задания на курсовую работу	124
Приложение В Примеры оформления комплекта технологической документации на технологический процесс восстановления деталей.....	126

Введение

Повышение надежности и качества ремонтируемой сельскохозяйственной техники и эффективное ее использование является основным условием повышения производительности труда в сельском хозяйстве и увеличения объемов сельскохозяйственной продукции.

Ремонтно–обслуживающая база агропромышленного комплекса выполняет большое количество ремонтных работ, направленных на поддержание и восстановление работоспособности сельскохозяйственной техники.

Вторичное использование деталей с допустимым износом и восстановление изношенных деталей, узлов и механизмов, способствует успешному решению проблемы снабжения автохозяйств и ремонтных предприятий запасными частями и даёт большую экономию различных материалов.

Усиление работы в этом направлении рассматривается как неотъемлемая часть экономической стратегии, крупнейший рычаг повышения эффективности производства во всех звеньях народного хозяйства.

Восстановление изношенных деталей машин обеспечивает экономию высококачественного материала, топлива, энергетических и трудовых ресурсов.

Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 5-8 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей. По данным ГОСНИТИ 85% деталей восстанавливают при износе не более 0,3 мм., т.е. их работоспособность восстанавливается при нанесении покрытия незначительной толщины. Однако ресурс восстановленных деталей по сравнению с новыми, во многих случаях, остается низким. В тоже время имеются такие примеры, когда ресурс восстановленных прогрессивными способами, в несколько раз выше ресурса новых деталей.

Основа повышения качества ремонта машин – применение передовых технологий восстановления деталей.

1 Общие указания по выполнению и оформлению курсовой работы

Цель выполнения курсовой работы - овладение методикой и получение практических навыков по проектированию технологических процессов восстановления деталей и ремонта сборочных единиц машин и оборудования.

При выполнении курсовой работы студент должен самостоятельно и творчески решить комплекс задач по проектированию технологических процессов восстановления деталей и ремонта машин. В пособии даны последовательность выполнения работы, формулы для расчетов, некоторые нормативные данные для проектирования, необходимая справочная и учебная литература (см. Список использованной литературы).

Для выполнения курсовой работы студенту выдается бланк-задание, в котором указана тема работы, содержание расчетно-графической части, календарные сроки, а также индивидуально каждому бланк варианта задания с необходимой исходной информацией.

В курсовой работе разрабатывают технологический процесс восстановления деталей, оформляются ремонтные и технологические документы.

Курсовая работа состоит из двух частей:

Расчетно-пояснительной записки и графической части.

Примерное содержание расчетно-пояснительной записки:

Титульный лист. Задание. Исходные данные. Содержание. Введение.

Раздел 1. Анализ конструкции, условий работы и основные неисправности сборочной единицы (изделия);

Раздел 2. Разработка технологического процесса разборки изделия;

Раздел 3. Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали;

Раздел 4. Разработка технологического процесса дефектации детали;

Раздел 5. Разработка технологического процесса восстановления детали;

5.1 Разработка маршрута восстановления и расчленение его на технологические операции;

5.2 Выбор рационального способа восстановления детали;

5.3 Выбор технологического оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств контроля и измерения;

5.4 Выбор баз и обоснование общих операционных припусков и допусков на обработку;

5.5 Расчет режимов технологического процесса;

5.6 Расчет норм времени на технологические операции;

Список использованной литературы.

В графическую часть курсовой работы входят:

1. Структурная схема разборки узла (изделия);

2. Ремонтный чертеж;

3. Маршрутная карта на восстановление 2...3-х дефектов;

4. Операционные карты на восстановление детали, карты эскизов и дефектации.

Пояснительная записка (объемом 25 – 30 страниц) должна быть выполнена в текстовом редакторе Word и распечатана на листах формата А4 (шрифт – Times New Roman, размер – 14 пунктов (pt), интервал – полуторный), выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм. Страницы нумеруют арабскими цифрами. Первой страницей является титульный лист, но номер страницы на нем не ставят. Страницы, содержащие список литературы, которая была использована, и приложения, входят в общую нумерацию. Все разделы пояснительной записки, заключение, список использованной литературы и приложения начинают с новой страницы. Разрешается акцентировать внимание на определенных терминах, формулах, применяя способы графического выделения текста. Текст записки пишется на листах с рамкой и основной надписью по форме 2а ГОСТ 2.104-2006.

Графическая часть выполняется на листах формата А3-А4. Графическая часть размещается после приложения, формат листов А3 складывается до формата А4 и прикладывается к записке.

Нумерация страниц пояснительной записки сквозная, размещенная внизу по центру.

Принятые технические и технологические решения должны иметь соответствующие обоснования, ссылки на нормативные документы и другие источники информации.

Рисунки, схемы, таблицы, помещенные в расчетно-пояснительной записке, нумеруются в пределах разделов и снабжаются под рисуночными надписями и заголовками.

Текст должен быть кратким, лаконичным и соответствовать стилю, принятому в научно-технической литературе, т.е. от третьего лица в изъявительном наклонении, употребляя глаголы неопределенной формы.

Текст записки следует разделять на разделы (главы) и подразделы, а при необходимости – на пункты и подпункты. Степень дробления материала разделов зависит от его объема и содержания. Разделы должны быть пронумерованы в пределах всей записки арабскими цифрами, без точки. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Если в подразделе имеются пункты, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления ставится дефис. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Переносы слов в заголовках и их подчеркивание не допускаются. Точку в конце заголовков, разделов и подразделов не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Каждый раздел записки следует начинать с нового листа. Текст записки выполняют на формах, установленных стандартами ЕСКД. Каждый лист оформляется рамкой, имеющей расстояние 20 мм от левой стороны листа и 5 мм от трех остальных. Расстояние от рамки до границ текста следует оставлять в начале и в конце строк – не менее 3 мм, от текста до верхней или нижней сторон рамки – не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом 12,5 мм.

В формулах символы и обозначения должны быть четко написаны, чтобы было ясно, какому алфавиту принадлежит буква. Если несколько величин обозначают одной буквой, то для их отличия необходимо применять индексацию. Формулы размещают по центру текста. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под нею. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. После формулы, если за ней идет расшифровка символов, ставят запятую, между символом и текстом расшифровки – тире, между элементами расшифровки – точку с запятой. Размерность буквенного обозначения отделяют от текста расшифровки запятой. Знак умножения в формулах ставят только перед числами и между дробями.

Все формулы, если их в записке более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы. Ссылки в тексте на номер формулы дают в круглых скобках, например «...в формуле (1.1)».

Цифровой материал в записке следует приводить в виде таблиц. Согласно ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам» таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы (при его наличии) должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа. При ссылке следует писать слово «таблица» с ука-

занием ее номера. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием ее номера. Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят. Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы. Рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной $2s$. Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа (например «В миллиметрах»), а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Ремонтно-технологическая документация выполняется в соответствии требованиями ЕСКД и ЕСТД.

Для выполнения курсовой работы необходимо использовать справочную информацию.

Для проектирования технологических процессов необходимы три вида информации: базовая информация; руководящая информация; справочная информация.

Базовая информация - включает в себя данные, которые отражены в конструкторской документации на изделие, и программы восстановления этого изделия.

Руководящая информация - это сведения, которые содержатся в стандартах на технологические процессы, на оборудование и оснастку, в документах на перспективные технологические процессы, в инструкциях.

Справочная информация - это данные о действующих технологических процессах, о прогрессивных методах и способах восстановления деталей; о технологическом оборудовании и оснастке, нормативы норм расхода материалов, режимов обработки и припусков и т.д.

2 Методика выполнения курсовой работы

2.1 Анализ конструкции, условия работы и основные неисправности сборочной единицы (изделия)

Раздел разрабатывается на основании ознакомления с конструкцией сборочной единицы, условиями ее работы с указанием основных неисправностей и наиболее изнашиваемых в эксплуатации деталей. При этом отражаются основные требования по обеспечению работоспособности сборочной единицы, признаки и характер неисправностей, требующие ее разборки и ремонта. Описание устройства сопровождается ссылкой на чертеж (эскиз), который целесообразно представить в записке.

В этом разделе приводят:

- название изделия (узла) и номер по каталогу;
- назначение (выполняемая функция) изделия (узла);
- описание устройства по сборочному чертежу изделия (узла);
- схематичное изображение конструкции изделия (узла) на формате А4 с указанием направления движения, действия сил, моментов, реакций в опорах, результирующих сил и моментов;
- описание принципа работы изделия;
- основные неисправности изделия с указанием причин их возникновения и их связь с выполняемой функцией, характером движения основных деталей, передаваемых усилий и моментов.

Описание устройства изделия (узла) начинают с указания места расположения изделия в общей функциональной схеме агрегата или машины в целом и способа закрепления ее на месте монтажа. Далее перечисляют составные части изделия, начиная с базовой, с постепенным переходом на узлы первого, второго и других, более высоких порядков, и заканчивают описанием исполнительных или других деталей.

При описании устройства изделия (узла) рекомендуется пользоваться учебниками, справочниками и другими источниками.

Принцип работы изделия обычно излагается в той последовательности, в какой осуществляется передача движений сил и моментов. При этом обязательная ссылка на позиции сборочного чертежа изделия и на направление движения (вращения), сил (реакций) и передающих моментов на схеме конструкции.

Далее перечисляют основные неисправности и отказы, которые возникают (или могут возникнуть) в процессе эксплуатации изделия. Описывают признаки их проявления и обнаружения. Подробно излагают причины возникновения неисправностей.

Перечисляют детали и их сопрягаемые поверхности, износ которых приводит к перечисленным неисправностям и отказам изделия и узла. Раскрывают их связь с выполняемой функцией, характером нагружения и движения деталей, передаваемых усилий и моментов. При этом необходимо показать достоинства и недостатки конструкции изделия с точки зрения долговечности.

2.2 Разработка структурной схемы разборки сборочной единицы

Разработка технологических процессов разборки (сборки) производится поэтапно в следующей последовательности:

- анализируется конструкция, неисправности и ремонтная технологичность сборочной единицы;
- разрабатывается структурная схема разборки (сборки) с выделением последовательности выполнения операций и определением технических требований на их выполнение;
- разрабатываются технологические операции с определением их содержания, выбором технологического оборудования и оснастки, расчетом режимов и норм времени;
- оформляется технологический процесс комплектом документов на технологический процесс разборки (сборки) или структурной схемой.

Разборка узла, агрегата или машины в целом осуществляется в определенной последовательности, которая определяется конструкцией изделия, а также программой ремонтного предприятия и ее однородностью в отношении типов и марок ремонтируемых машин.

При разработке схемы разборки ставится задача расчленив заданный узел на составные элементы (группы, подгруппы) таким образом, чтобы можно было осуществлять разборку наибольшего количества этих элементов независимо одного от другого (параллельно). Такое расчленение дает возможность при организации ремонтных работ (в предприятиях с заданной программой) обоснованно закреплять те или другие ремонтные работы за конкретными исполнителями.

Началом схемы разборки является сборочная единица, а концом – базовая деталь. Схему разборки строят так, чтобы соответствующие сборочные единицы были представлены в ней в том порядке, в каком эти элементы представляется возможным снимать при разборке узла.

Группы, подгруппы и детали изображают на схеме в виде прямоугольников с указанием индекса, наименования и количества элементов. Последовательность выполнения операций указывается стрелками. Для сложных узлов сборку отдельных сборочных единиц можно представлять отдельной схемой.

Структурная схема – это графическое изображение условными обозначениями очередности снятия (установки) сборочных единиц и деталей при разборке (сборке) ремонтируемого объекта.

Различают укрупненную и развернутую схемы.

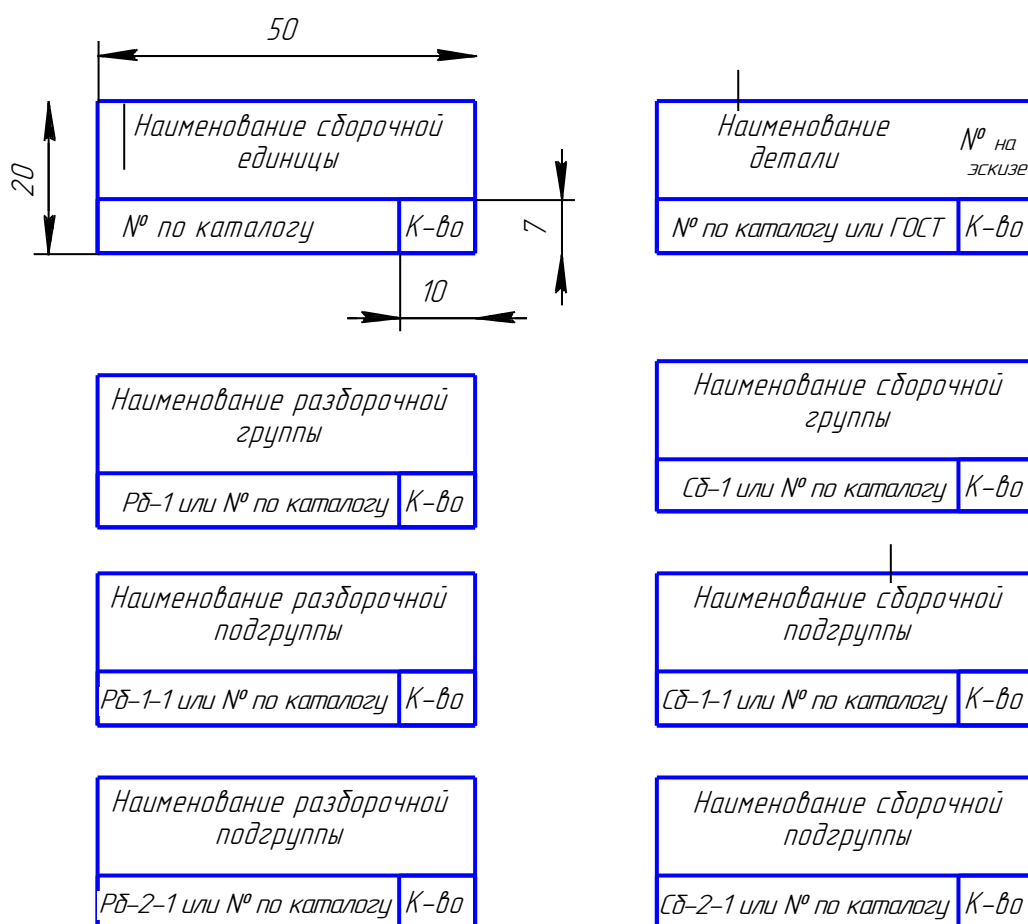
На укрупненной схеме показывается последовательность снятия (установки) только сборочных единиц, а на развернутой – всех составных частей: сборочных единиц и деталей.

Сборочные единицы, входящие в состав изделия, при разборке структурных схем называют разборочными (сборочными) группами и подгруппами. Сборочная единица, входящая непосредственно в состав изделия, называется группой, а сборочные единицы, входящие в состав группы, – подгруппами.

Различают подгруппы 1-го, 2-го и более высоких порядков. Подгруппа 1-го порядка входит в состав группы, подгруппа 2-го порядка входит в состав подгруппы 1-го порядка и т. д.

Разборочные (сборочные) группы обозначаются в структурных схемах индексами Рб-1, Рб-2, (Сб-1, Сб-2), а подгруппы – индексами Рб-1-1, Рб-1-2, Рб-2-1, Рб-2-2, (Сб-1-1, Сб-1-2, Сб-2-1, Сб-2-2) или обозначением по каталогу деталей и сборочных единиц, состоящему из комбинации цифр и букв.

Условные обозначения, применяемые в структурных схемах, представлены на рисунке 2.1.



Рб-1, Сб-1 – соответственно разборочная и сборочная группа (цифры указывают последовательность демонтажа при разборке и установки группы при сборке сборочной единицы); Рб-1-1, Сб-1-1 – первая цифра указывает порядок подгруппы (1 – первый), вторая – последовательность демонтажа при разборке и установки подгруппы при сборке сборочной единицы

Рисунок 2.1 – Условные обозначения элементов структурных схем

Основные принципы построения схем заключаются в следующем:

- схема должна строиться в направлении слева направо или сверху вниз с условных обозначений сборочных единиц, групп, подгрупп и деталей;
- число групп и подгрупп должно быть максимальным;
- схема разборки начинается условным обозначением сборочной единицы и заканчивается условным обозначением базовой детали;
- схема сборки – наоборот: начинается с базовой детали и заканчивается сборочной единицей;
- разборка разборочных групп и подгрупп должна аналогично заканчиваться базовой деталью группы или подгруппы;
- сборка сборочных групп и подгрупп начинается также с базовой детали;
- детали изображаются на схемах с учетом очередности их снятия или установки.

Укрупненная структурная схема разборки представлена на рисунке 2.2.

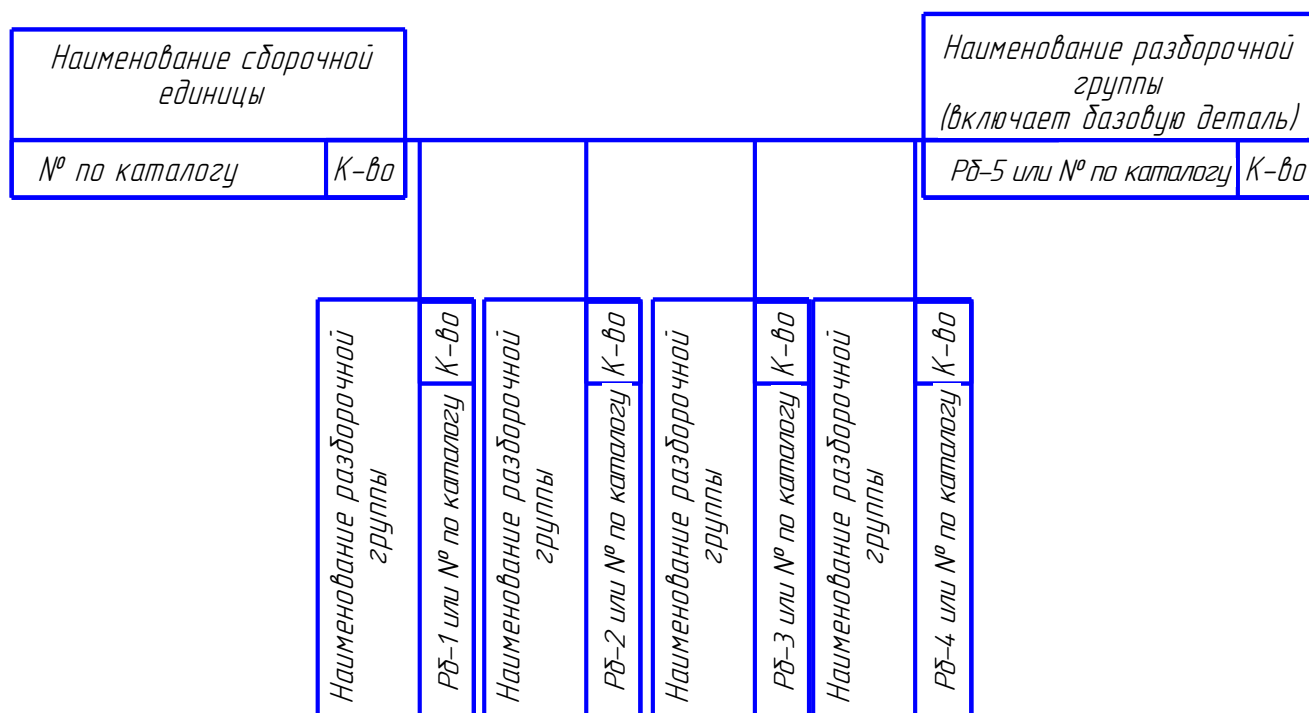


Рисунок 2.2 – Укрупненная структурная схема разборки

Выявление возможных групп и подгрупп, выбор базовой детали, уточнение номенклатуры не разукomплектовываемых деталей могут быть осуществ-

лены в результате изучения сборочного чертежа и каталога деталей и сборочных единиц.

В процессе капитального ремонта осуществляют полную разборку изделия, а при текущем ремонте – частичную разборку, необходимую для замены только поврежденных сборочных групп, подгрупп или деталей. Эта особенность должна учитываться при разработке схем разборки (сборки) для условий текущего ремонта.

После разработки в структурной схеме последовательности снятия (установки) деталей, сборочных единиц (групп, подгрупп), формируют технологические операции и определяют технические требования на их выполнение.

Технологическая операция разборки (сборки) – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте с одним объектом работы (сборочной единицей, группой, подгруппой).

Технологическими операциями разборки будут следующие:

- разборка сборочной единицы на детали и разборочные группы;
- разборка разборочных групп на детали и разборочные подгруппы 1-го порядка;
- разборка разборочных подгрупп 1-го порядка на детали и подгруппы 2-го порядка и т. д.

Последовательность выполнения операций технологического процесса разборки:

- разборка сборочной единицы на детали и разборочные группы; - разборка разборочных групп на детали и подгруппы в последовательности их снятия;
- разборка разборочных подгрупп 1-го порядка на детали и подгруппы 2-го порядка в последовательности их снятия;
- разборка разборочных групп 2-го порядка в последовательности их снятия и т. д.

Допускается разборку (сборку) подгрупп, состоящих из небольшого количества деталей и не требующих применения специального оборудования, оснастки и технологий, не формировать отдельными операциями.

Номера операций разборки (сборки) и технические требования на выполнение работ условно изображаются окружностью диаметром 8–10 мм. Внутри окружности указывается порядковый номер операции (05, 10, 15 и т. д.) или порядковый номер технических требований (Т1; Т2; Т3 и т. д.).

Структурная схема разборки (сборки) оформляется графически на листах А3-А4 и состоит из эскиза сборочной единицы с указанием на выносных линиях с полочками номеров позиций всех деталей, самой схемы и содержания технических требований на выполнение разборочно-сборочных работ. Технические требования оформляются текстом над основным штампом строками шириной 185 мм (приложения Д, К).

Разработанный технологический процесс разборки (сборки) сборочной единицы оформляется комплектом технологических документов. Технологический процесс разборки сборочной единицы оформляется маршрутным описанием.

Проектирование технологического процесса разборки заключается в разработке маршрутной карты.

При разработке маршрутного процесса приводим сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

Маршрутная карта представляет собой технологический документ, содержащий описание технологического процесса разборки по всем операциям различных видов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах.

Технологический процесс разборки (сборки) по степени детализации относится к маршрутно-операционному описанию и составляется как для всего изделия (общая разборка), так и для его составных частей (узлов и агрегатов).

Для разработки технологического процесса разборки необходимо изучить соответствующие типовые технологические процессы и требования на разборку изделия (узла).

Структурная схема общей разборки (сборки) изделия показаны на рисунке 2.3.

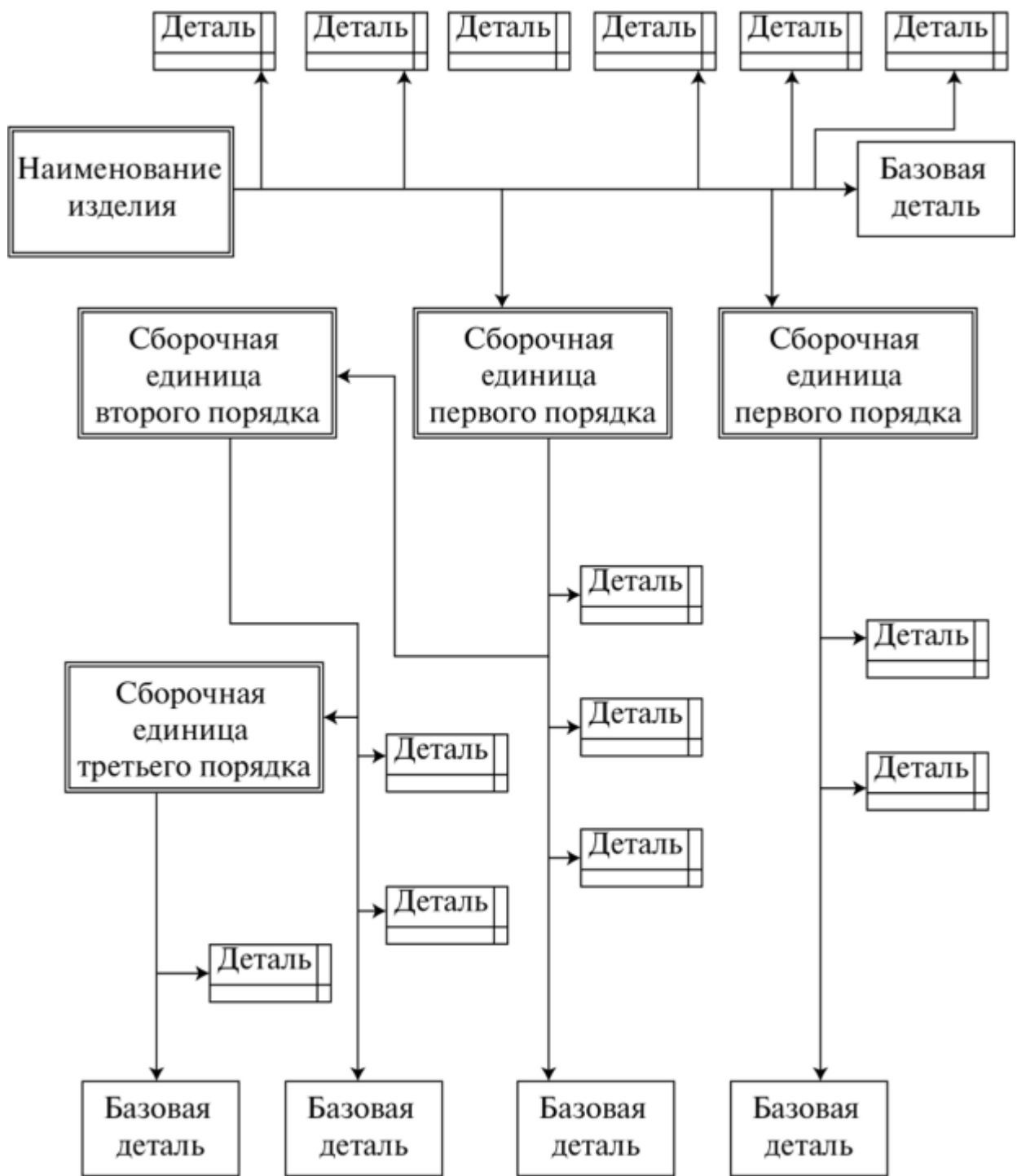


Рисунок 2.3 - Структурная схема разборки изделия на узлы

Каждый элемент изделия условно обозначен на схеме (см. рисунок 2.4) прямоугольником, разделенным на три части, а иногда на четыре части. В

верхней части записывают наименование детали (узла), в левой нижней части номер детали по каталогу (спецификации), в правой нижней части - количество данной детали в узле (изделий).

В том случае, когда условное обозначение детали (узла) разделено на четыре части, четвертая клетка располагается в левом верхнем углу (см. рисунок 2.4) и в нее заносится номер позиции детали (узла) по сборочному чертежу.

На схеме разборки прямоугольники, изображающие снимаемые сборочные единицы (узлы), располагаются слева по ходу разборки, а отдельные детали - справа.

На схеме сборки, прямоугольники, изображающие устанавливаемые сборочные единицы - справа, а отдельные детали - слева.

Схема разборки начинается с данного изделия (узла), завершается базовым узлом (деталью). Началом схемы сборки изделия (узла) является базовый узел (деталь), а концом изделия (узел).

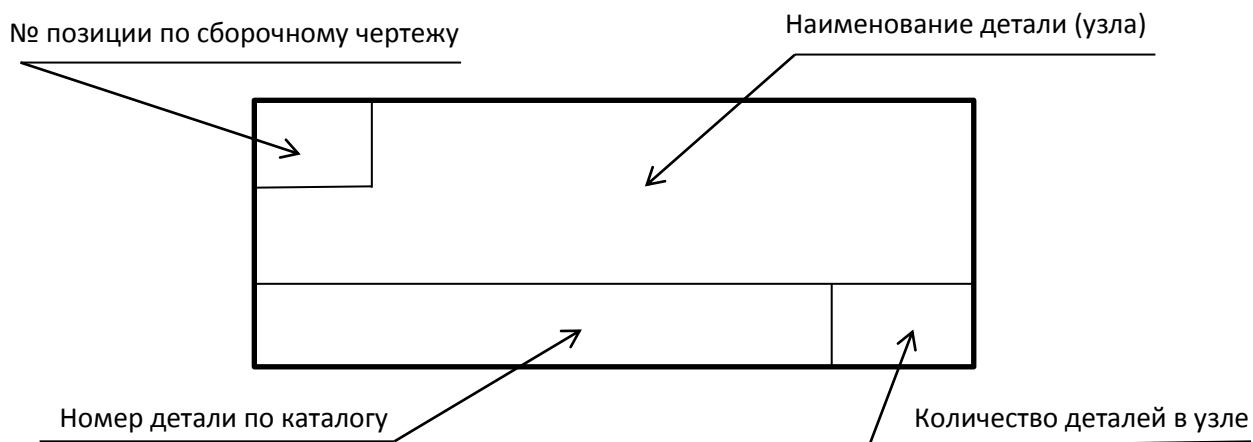


Рисунок 2.4 - Условное обозначение детали (узла) на структурных схемах разборки (сборки)

Если сборочная единица не имеет обозначения по основному конструкторскому документу, т.е. является лишь технологической сборочной единицей, то ее обозначение формируется следующим образом: ей присваивается обозначение той сборочной единицы, куда она входит с добавлением буквы Т. Если

таких сборочных единиц несколько, то с добавлением цифры, соответствующей их количеству (Т2, Т3).

Условные обозначения деталей (узлов) на схеме разборки (сборки) располагают в той последовательности, в какой они участвуют в процессе разборки и сборки.

При необходимости на схемах сборки показывают расстановку контрольных операций, делают дополнительные надписи, определяющие содержание сборочных и контрольных операций, например, "приварить, сверлить совместно с...", "отрегулировать зазор..." и т.д.

После разработки структурной схемы разборки (сборки) изделия (узла) приступают к описанию технологического процесса разборки (сборки) изделия (узла). Технология разборки (сборки) изделия (узла) включает в себя:

1. Разработка и (или) уточнение технических условий на разборку изделия;
2. Определение и оптимизация состава, содержания и последовательности операций и переходов;
3. Нормирование операций технологического процесса;
4. Выбор и определение технологического оборудования, оснастки и контрольно-измерительных приборов;
5. Определение требований техники безопасности и производственной санитарии.

Наиболее сложным, трудоемким и ответственным этапом разработки технологического процесса разборки является определение и оптимизация состава, содержание и последовательность операций и переходов. При этом назначаемые операции, переходы и применяемые приемы, оборудование, приспособление и инструменты должны быть такими, чтобы обеспечить минимальное повреждение деталей и максимальный выход годных деталей.

Разработка технологического процесса разборки осуществляется с использованием передового опыта, максимально возможной механизации и создания лучших условий труда.

2.3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) деталей

Основными этапами проектирования технологических процессов (ТП) очистки (мойки) являются:

- 1) технические, санитарные и экологические требования, предъявляемые к очистке (мойке);
- 2) изучение существующих технологий очистки (типовых, заводских, перспективных);
- 3) изучение состава и свойств загрязнений;
- 4) обоснование способов удаления загрязнений и контроля качества очистки (мойки);
- 5) разработка перспективной схемы ТП очистки (мойки);
- 6) обоснование технического оснащения рабочих мест и разработка технологических операций;
- 7) оформление документов ТП очистки (мойки).

Исходной информацией для разработки ТП очистки (мойки) являются:

- технические и санитарные требования на очистку (мойку) сборочных единиц и деталей;
- состав и свойства загрязнений и рекомендуемые способы удаления загрязнений; номенклатура технических моющих средств и режимы их применения; типовые и перспективные ТП очистки (мойки) изделий;
- тип ремонтного производства, программа и др. Технические требования определяют требования к чистоте поверхности и методу контроля остаточной загрязненности [4, 5].

В зависимости от количества остаточных загрязнений различают макроочистку, микроочистку и активационную очистку.

Макроочистка представляет собой процесс удаления загрязнений до уровней, обусловленных шероховатостью поверхности, т. е. при такой очистке остаются загрязнения во впадинах между выступами шероховатости. При макроочистке необходимо очищать поверхности от загрязнений до уровней, обу-

словленных шероховатостью поверхности. Так, для 4-го класса шероховатости допустимая загрязненность поверхности составляет 1,25 мг/см², для 5–6 классов – до 0,70 мг/см².

Микроочистка предусматривает удаление загрязнений из микронеровностей поверхности, что предшествует операциям сборки, окраски и другим технологическим операциям.

Уровень микроочистки, когда удаляют следы загрязнений из впадин шероховатой поверхности, важно соблюдать на конечных операциях сборки сборочных единиц и агрегатов, а также при подготовке поверхности к нанесению лакокрасочных покрытий. От чистоты поверхностей при сборке зависят надежность и ресурс изделий, а при окраске – адгезия лакокрасочных покрытий. Для 7–9 классов шероховатости допустимая загрязненность поверхности составляет до 0,25 мг/см².

Активационную очистку применяют при нанесении гальванических покрытий и достигают стравливанием слоя металла толщиной 2–15 мкм для удаления тончайшей окисной пленки и обнажения структуры металла.

Выбор способов и технологических режимов очистки (мойки) определяется составом и свойствами загрязнений [5].

Для очистки сборочных единиц и деталей от остатков масел, асфальтосмолистых и других загрязнений наиболее экономичным способом является мойка в погружных машинах с использованием низкотемпературных растворяющеэмульгирующих (РИТМ) и биоразлагаемых деэмульгирующих (ТЕМП-100Д, ТЕМП-200Д) моющих средств.

После изучения исходной информации, состава, свойств и выбора способов удаления загрязнений составляется перспективная схема ТП очистки, включающая общий план и последовательность выполнения очистных операций.

Проектирование и выбор технологий очистки объектов ремонта целесообразно осуществлять с учетом трех основных критериев:

1) технологический, обеспечивающий требуемую степень очистки поверхности, при минимальном использовании ресурсов;

2) энергетический, предусматривающий минимальные затраты энергии;

3) экологический, обеспечивающий охрану и защиту окружающей среды.

Совершенствование ТП очистки изделий предполагает внедрение очистных машин нового поколения, не требующих потребления воды или моющего раствора, или требующих их наименьшего объема по отношению к типовым машинам. Перспективными в этом плане являются: высоконапорная струйная очистка с применением специальных адаптеров (турбофреза, турбопульсатор, пенный, кавитационный и гидропескоструйный насадки); виброабразивная, вакуумная, ультразвуковая, криогенная и другая очистка; применение комбинированных моечных машин нового поколения с быстро трансформируемыми моечными средами; создание экономичных, экологически безопасных локальных и централизованных оборотных и бессточных систем водоснабжения с регенерацией и утилизацией отходов очистки.

2.4 Разработка технологического процесса дефектации детали

Разработка технологического процесса дефектации осуществляется на основании последовательности следующих этапов:

- анализа дефектов;

- обоснования способов, оборудования, технических средств обнаружения дефектов;

- разработки оптимального технологического маршрута и технологических операций;

- оформления технологического процесса комплектом документов на технологический процесс дефектации или картой дефектации.

На основе анализа дефектов формируются исходные данные для разработки технологического процесса дефектации.

Для анализа дефектов используют информацию из следующих источников:

- руководств по капитальному ремонту машин, сборочных единиц;
- руководств по текущему ремонту машин;
- технических требований на капитальный ремонт машин;
- технических требований на текущий ремонт машин, сборочных единиц.

При этом устанавливается перечень, наименование (характеристика) дефектов, размеры по рабочему чертежу и допустимые в сопряжении с бывшими в эксплуатации и новыми деталями, заключения по возможности устранения дефектов (браковать или ремонтировать).

По результатам анализа все дефекты по возможности их устранения объединяются в две группы:

- устранимые (исправимые);
- неустранимые (неисправимые).

Для обнаружения дефектов детали применяют следующие способы:

- внешний осмотр (визуальный контроль);
- остукивание;
- опробование;
- контроль размеров и формы поверхностей;
- контроль взаимного положения поверхностей и осей детали;
- выявление скрытых дефектов;
- испытание с помощью специальных приборов и стендов.

Визуально, внешним осмотром выявляют видимые повреждения и изменения первоначальной формы детали: трещины, пробоины, обломы, выкрашивание, раковины, изменение цвета, задиры, забоины, изгибы, коробление, срыв резьбы.

Для повышения эффективности визуального контроля используются лупы 10-кратного увеличения (ГОСТ 25706–83).

Остукиванием выявляют малозаметные трещины, ослабление заклепочных и резьбовых соединений, появление зазоров в соединениях с натягом.

Опробованием вручную определяется пригодность резьб (завертывая и отвертывая резьбовые калибры-кольца (ГОСТ 17763–72)), пробки (ГОСТ 24997–81) с крутящим моментом M , $N \cdot m$, составляющим $0,06d$ резьбы), состояние подшипников качения и подвижных соединений.

Для контроля отклонения размеров и формы поверхностей применяется специальный (калибры, шаблоны) и универсальный измерительный инструмент.

Для контроля валов используют предельные калибры-скобы (ГОСТ 24851–81, ГОСТ 18355–73, ГОСТ 18356–93), для контроля отверстий – калибры-пробки (ГОСТ 14810–80, ГОСТ 14815–89).

Универсальный инструмент включает: штангенциркули (ГОСТ 166–89); штангенглубиномеры (ГОСТ 162–90); штангензубомеры (ТУ-032-773; ГОСТ 166–89); нутромеры индикаторные (ГОСТ 868–82); микрометры гладкие (ГОСТ 6507–90); микрометры зубомерные (ГОСТ 6507–90); микрометры рычажные (ГОСТ 4381–87); индикаторы часового типа (ГОСТ 577–88); линейки поверочные (ГОСТ 8026–75); наборы щупов (ГОСТ 882–75); набор радиусных шаблонов (ГОСТ 4126–82); стойки, штативы (ГОСТ 10197–70); приборы проверки на биение (ТУ 2-034-543).

Контроль взаимного положения поверхностей и осей деталей проводится на поверочной плите с использованием штативов (стоек) с измерительными головками или специальными приборами и приспособлениями.

Выявление скрытых дефектов производится неразрушающими методами (ГОСТ 18353): ультразвуковым, электромагнитным, магнитопорошковым и капиллярным.

К средствам дефектоскопического контроля относят дефектоскопы, дефектоскопические материалы.

Испытание деталей и сборочных единиц производится, в основном для контроля целостности, герметичности на специальных стендах. Его применяют для обнаружения сквозных дефектов.

Выбор измерительного инструмента производится в зависимости от требуемой точности измерения, которая определяется значением допустимого безремонта размера и размера по рабочему чертежу.

Основными характеристиками, по которым выбирается измерительный инструмент, являются: диапазон измерений; цена деления шкалы прибора; точность измерения.

Точность прибора характеризуется классом точности по ГОСТ 8.404 и определяется допустимой погрешностью измерения. Нутромеры индикаторные и микрометры гладкие выпускаются нескольких классов точности.

При дефектации измеренное значение размера сравнивается со значением допустимого безремонта размера. Предельная погрешность измерения определяется Государственными стандартами и техническими условиями на средства контроля.

При разработке технологического маршрута необходимо руководствоваться следующими правилами:

- в первую очередь определяются неустраняемые дефекты, при которых деталь бракуется, затем выявляются устраняемые дефекты;
- последовательность выявления каждой группы дефектов – от простых способов к сложным – включает: визуальный контроль, остукивание, опробование, выявление скрытых дефектов, контроль размеров и формы поверхностей, контроль взаимного положения поверхностей и осей детали, испытание;
- визуальным контролем, при возможности, одновременно выявляются неустраняемые и устраняемые дефекты;
- последовательность измерительного контроля дефектных поверхностей детали определяется коэффициентами повторяемости данного вида дефекта и производится от больших значений к меньшим.

В комплект документов технологического процесса дефектации детали входят:

- титульный лист (ТЛ) форма 2 ГОСТ 3.1105–84; - карта эскизов (КЭ) форма 7 ГОСТ 3.1105–84;

- маршрутная карта (МК) технологического процесса дефектации детали: заглавный и последующие листы форма 2,1б ГОСТ 3.1118–82;

- операционные карты сложных технологических операций, таких как дефектоскопия (магнитопорошковая, ультразвуковая и др.), послеремонтных испытаний.

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс дефектации представлен в приложении Е.

2.5 Разработка технологического процесса восстановления деталей

При выполнении данного раздела необходимо выполнить:

- 1 Разработать маршрут восстановления деталей.
- 2 Анализ условий работы детали.
- 3 Выбор рационального способа восстановления деталей.
- 4 Выбрать технологическое оборудование, приспособления, рабочий инструмент и средства контроля.
- 5 Выбрать технологические базы и определить припуски на обработку.
- 6 Расчет режимов технологического процесса.
- 7 Расчет норм времени на выполнение операций восстановления деталей.

В зависимости от количества изделий, охватываемых процессом (ГОСТ 3.1109), установлены следующие процессы:

- Единичный - технологический процесс ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

- Типовой - технологический процесс ремонта группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками, характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов.

- Групповой - технологический процесс ремонта изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

По степени детализации процессы подразделяют на три варианта описания:

1. **Маршрутное** - сокращенное описание операций, выполняемых по маршрутной карте (МК), в которой их содержание излагается укрупненно, без указания переходов и режимов обработки.

2. **Маршрутно-операционное** - сокращенное описание операций, выполняемых по МК или карте технологического процесса (КТП), в которых содержание излагается укрупненно, без указания переходов и режимов обработки, а отдельные операции даются полно, с указанием переходов и режимов обработки.

3. **Операционное** - полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и режимов обработки.

При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль связующего документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операций), наименование операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

По форме организации восстановления различают: подефектную, маршрутную и маршрутно-групповую технологию.

Подефектная технология используется в тех случаях, когда программа восстановления деталей небольшая, и заключается в том, что технологический процесс восстановления деталей разрабатывается на каждый объект в отдельности. При подефектной технологии детали для восстановления комплектуют только по наименованиям, без учета имеющихся в них сочетаний дефектов. Подефектная технология применяется на небольших ремонтных предприятиях.

Маршрутная технология предусматривает разработку технологического процесса на устранение определенного сочетания дефектов, т.к. детали имеют различные сочетания дефектов, устраняемые различными способами, то все сочетание дефектов не может быть охвачено одним маршрутом, с одним технологическим процессом. Для каждого сочетания дефектов необходим свой технологический процесс (маршрут).

Маршрутная технология имеет наиболее выгодную последовательность выполнения технологических операций при кратчайшем маршруте прохождения деталей по цехам и участкам.

Для установления вероятности сочетания дефектов в одноименных деталях необходимо иметь экспериментальные данные.

Маршрутно-групповая технология предусматривает объединение конструктивно схожих деталей в классы (группы) и разработку единого (типового) маршрутно-технологического процесса восстановления группы деталей на одном оборудовании с применением единой оснастки и инструментов.

2.5.1 Разработка маршрута восстановления и расчленение его на технологические операции

В зависимости от сочетания дефектов детали группируют в варианты сочетания дефектов. После заполнения вариантов сочетания дефектов определяют количество деталей в процентах, имеющих одинаковое сочетание дефектов.

Учитывая сложность дефектов и применяемую технологию их устранения, близкие варианты сочетания дефектов при необходимости объединяют. Для этих вариантов сочетания дефектов разрабатывают единый маршрут. Число маршрутов должно быть минимальным (2...3). Каждому маршруту присваивают номер.

Выбирают рациональный способ устранения дефектов по каждому маршруту. Разрабатывают схему технологического процесса устранения каждого дефекта и составляют план выполнения всех операций, предусмотренных маршрутом.

Детали с дефектами, сочетание которых не укладывается в основные маршруты, направляют по редкому маршруту.

План операций технологического процесса восстановления детали должен быть нацелен на устранение комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом.

При этом маршрут восстановления составляют с учетом следующих требований:

1. Одноименные операции по всему маршруту должны быть объединены.
2. Каждая последующая операция должна обеспечить сохранность качества рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях.

Последовательность выполнения операций восстановления детали составляют в следующем порядке:

1. Подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей и т. д.);
2. Механическая обработка, которая обеспечивает устранение дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным, в том числе и специальным поверхностям;
3. Восстановление изношенных поверхностей (наплавка, напыление и т.д.). В первую очередь выполняют операции, при которых детали нагревают до высокой температуры (сварка, наплавка, термические обработки);
4. Правка детали (это операция выполняется по мере необходимости);
5. Механическая обработка детали;
6. Контрольные операции.

По каждому маршруту восстановления составляют таблицу (см. таблицу 2.1), в которой записывают последовательность всех операций.

Таблица 2.1 - Маршрут восстановления деталей

№ п/п	Наименование операций	Оборудование

При разработке технологического маршрута определяют последовательность выполнения технологических операций, основное оборудование и руководствуются следующими правилами:

- в первую очередь выполняют операции, вызывающие изменение физико-механических свойств и формы детали, возникновение остаточных напряжений (сварка, наплавка, заварка пазов);

- затем предусматривают операции, устраняющие отрицательное влияние энергетических воздействий (правка, термообработка);

- для валов, при отсутствии их изгиба, первыми выполняются операции по восстановлению или изготовлению базовых поверхностей;

- перед нанесением тонких покрытий выполняют операции по удалению дефектных слоев металла, приданию правильной формы (цилиндричность, прямолинейность и т. д.), обеспечению эксплуатационной толщины покрытия и созданию необходимой шероховатости;

- в случае возникновения необходимости обеспечения высокой твердости поверхности термической обработкой последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая, термическая, чистовая механическая обработка;

- при изготовлении шпоночных пазов последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая обработка цилиндрической поверхности, изготовление шпоночного паза, чистовая механическая обработка цилиндрической поверхности;

- при изготовлении точных отверстий осевым инструментом полная последовательность выполнения операций следующая: сверление (рассверливание), зенкерование, зенкование фасок, развертывание;

- вспомогательные поверхности (фаски, проточки) изготавливаются перед чистовой обработкой основных поверхностей;

- легкоповреждаемые и точные поверхности обрабатываются в конце маршрута;

- перед наплавкой радиальные отверстия под шплинты на резьбовых концах валов должны быть заглушены вставками из токопроводящих материалов;

- для корпусных деталей операции по восстановлению базовых поверхностей выполняются после восстановления целостности и формы детали (заделки трещин, пробоин и т. д.) перед механической обработкой точных отверстий (посадочных мест под подшипники, валики, оси).

Технологический маршрут описывается действиями с указанием поверхностей, номеров дефектов и основных исполнительных размеров.

Образец описания технологического маршрута восстановления детали: править фаски центровых отверстий; заварить шпоночный паз (Деф. 2); править вал; шлифовать поверхность (Деф. 1) до $\varnothing 49,6$ мм; приварить ленту электроконтактным способом на поверхность (Деф. 1) до $\varnothing 50,4$ мм; точить фаску $2 \times 45^\circ$ и проточку и т. д.

При разработке операций технологического процесса восстановления детали решаются следующие задачи:

- выбор основного оборудования;
- выбор вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных и т. д.);
- формирование содержания и последовательности переходов;
- выбор средств технологического оснащения: приспособлений, вспомогательного, режущего, слесарно-монтажного, специального инструмента и средств измерений;
- назначение и расчет технологических режимов и норм времени.

При выборе основного оборудования учитывается:

- вид обработки;
- требуемая точность обработки поверхностей;
- габаритные размеры и масса детали;
- принятая схема базирования;
- экономичность выполнения операции.

При выборе вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных проволок, лент и т. д.) учитываются требования к физико-механическим свойствам (твердости, износостойкости) восстанавливаемых поверхностей.

Порядок разработки и описания технологической операции:

- номер и наименование;
- выбор основного оборудования (наименование и обозначение);
- выбор вспомогательных материалов (проволок, лент и т. д.);
- определение содержания вспомогательного перехода (при его наличии);

- выбор технологического оснащения вспомогательного перехода;
- определение вспомогательного времени на установку и закрепление детали;
- определение содержания технологического перехода с указанием исполнительных размеров и технических требований на его выполнение;
- выбор технологического оснащения технологического перехода;
- назначение и расчет технологических режимов и норм времени (основного и вспомогательного);
- обоснование подготовительно-заключительного времени на выполнение операции;
- расчет штучного времени.

Например, при восстановлении детали с применением методов наращивания материала можно выделить следующие основные этапы технологии.

Подготовительный этап. Независимо от способа восстановления он включает подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка деталей). Часто на этом этапе выполняется также механическая обработка для восстановления базовых поверхностей детали, придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, подготовки их к нанесению покрытий (нарезание «рваной» резьбы), устранения отдельных дефектов (задиры) или подготовки их к устранению (разделка трещин под сварку) и т.д.

Наращивание изношенных поверхностей для создания припуска на обработку (наплавка, напыление и пр.). Здесь в первую очередь выполняют операции, связанные с высокотемпературным воздействием на деталь, при котором возможны структурные изменения металла и деформации деталей (наплавка, сварка, термообработка). Затем выполняются операции, не требующие нагрева детали, например, электролитические процессы осталивания или хромирования. При необходимости детали повторно подвергают правке и термообработке.

Предварительная и окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и др.) восстанавливаемых поверхностей для обеспечения предъявляемых к ним требований.

Контроль качества восстановленных деталей. Контролируется качество выполнения отдельных операций и в конце технологического процесса восстановления детали проводится окончательный ее контроль.

В других случаях возможны иные этапы восстановления детали.

При восстановлении деталей операции технологического процесса назначаются в следующем порядке:

- в первую очередь выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);

- механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении – нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

- наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и пр.).

При этом в первую очередь выполняют операции, при которых детали нагревают до высокой температуры (сварка, наплавка, термическая обработка). Если необходимо, то детали подвергают вторичной правке. Затем выполняют операции, не требующие нагрева деталей (хромирование, железнение и др.);

- окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и др.);

- контрольные операции назначают в конце технологического процесса и после выполнения наиболее ответственных операций.

Разработка технологического процесса восстановления деталей осуществляется путем последовательного выполнения следующих этапов:

1. Анализ условий работы детали (характеризуя деталь, указывают ее наименование, число деталей в сборочной единице, материал, вид термообработки, твердость, массу; описывают функции детали в сборочной единице; указывают, с какими деталями сопрягаются поверхности, подлежащие восстанов-

лению, характер их соединения; рассматривают условия работы детали (вид трения, характер действия нагрузки и агрессивность среды);

2. Выбор способа восстановления детали;

3. Выбор баз и обоснование общих операционных припусков и допусков на обработку;

4. Составление технологического маршрута восстановления детали;

5. Разработка технологических операций восстановления деталей:

- выбор средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений и мерительного инструмента);

- выбор и расчет технологических режимов (резания, наплавки и др.);

- обоснование операционных допусков и припусков на обработку;

- нормирование операций;

- оформление технологического процесса комплектом документов на технологический процесс (КДТП) или ремонтным чертежом (приложения Ж и И).

На основе анализа конструкции, условий работы и дефектов детали формируются исходные данные для разработки технологического процесса.

Для анализа используют информацию из следующих источников:

- чертежа детали;

- результатов дефектации детали;

- руководств по капитальному ремонту или технических требований на капитальный ремонт машины;

- технического описания и инструкции (руководства) по эксплуатации машины. При анализе дефектов необходимо рассмотреть виды изнашивания дефектных поверхностей, величины их износа.

Условия, при которых деталь не принимается на восстановление, устанавливаются перечнем неустраняемых дефектов. Перечень неустраняемых дефектов определяется техническими требованиями (руководствами) по капитальному (текущему) ремонту машин и сборочных единиц и отсутствием эффективных технологий устранения дефектов, когда восстановление детали технически невозможно или экономически нецелесообразно.

2.5.2 Анализ условий работы детали

Анализ условий работы детали проводится для всех сопрягаемых поверхностей в следующей последовательности:

- все сопрягаемые поверхности классифицируют по назначению (обычно по назначению они подразделяются на исполнительные, основные, вспомогательные, технологические и свободные).

- определяют основные параметры поверхностей по форме, размерам, физико-механическим свойствам, точности (кавалитет), шероховатости, целостности, виду химико-термической обработки, наличию и материалу покрытия.

- определяют условия работы восстанавливаемых поверхностей (тип сопряжения, характер относительного перемещения или выполняемая функция, вид трения и характер нагружения).

Исходными данными для описания условий работы детали являются анализ принципа работы и неисправностей изделия (рисунок 2.5).

Тип сопряжения подразделяется на неподвижные за счет трения, неподвижные, обеспечиваемые вспомогательными деталями, подвижные и несопрягаемые поверхности.

Относительное перемещение поверхностей можно разделить на поступательное, возвратно-поступательное, вращательное, возвратно-поступательное, перекачивание со скольжением.

Выполняемая функция поверхностей может быть обработкой почвы, измельчение технологического материала, транспортирование твердых, сыпучих, жидких и газообразных материалов.

Характер нагружения поверхности может быть статическим, динамическим, циклическим, ударным, вибрационным и т. д.

Виды изнашивания, которым подвергаются основные рабочие поверхности детали, необходимо классифицировать в соответствии ГОСТ 27674-88.

На основании изложенного выше анализа дают заключение об условиях работы детали в целом.

Характеристика поверхности деталей

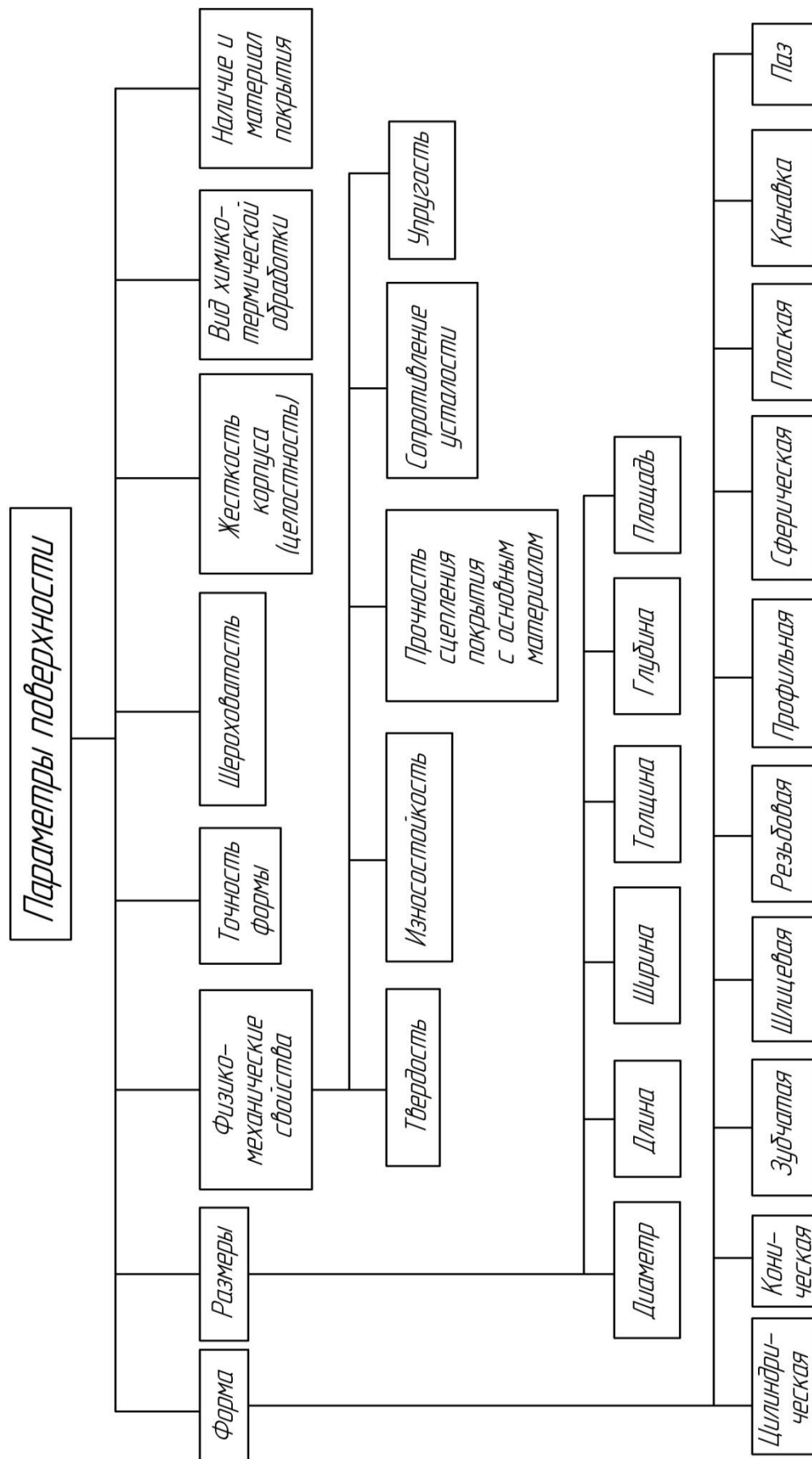


Рисунок 2.5 – Схема анализа характеристик поверхности деталей

2.5.3 Выбор рационального способа восстановления деталей

Основными направлениями восстановления деталей машин и оборудования являются: восстановление геометрической формы деталей механической обработкой; восстановление их номинальных размеров за счет наращивания на изношенные поверхности слоя материала с последующей их механической обработкой; применение дополнительных ремонтных деталей; замена изношенных деталей новыми. Выбору способа восстановления детали должен предшествовать анализ его целесообразности с учетом конкретных условий производства и предъявляемых к ней технических требований.

Во всех случаях необходимо выбрать рациональный способ восстановления, обеспечивающий в конкретных производственных условиях требуемое качество с минимальными затратами.

Применение конкретного метода восстановления определяется условиями работы детали, ее геометрическими параметрами и конструктивными особенностями, материалом, необходимостью последующей термической обработки, характером и размерами устраняемых дефектов, экономичностью процесса, технической оснащенностью ремонтного предприятия и другими факторами.

Производственный опыт и результаты исследований позволяют дать общие рекомендации по выбору рациональных способов восстановления деталей различных сопряжений. Так, например, стальные детали, имеющие износ более 0,8 мм, восстанавливают наплавкой слоя металла. При толщине наносимого слоя до 2—3 мм предпочтительны вибродуговая наплавка и металлизация, свыше 3 мм — автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса.

При восстановлении деталей подвижных соединений узлов трения при толщине наращиваемого слоя до 1 мм рационально твердое осталивание. При износе меньше 0,3 мм поверхности восстанавливают газотермическим напылением, пластическим деформированием, нанесением электролитических покрытий. Если же толщина наращиваемого слоя на детали неподвижных соединений составляет 0,02—0,08 мм, то целесообразно электроискровое наращивание,

обеспечивающее одновременно с восстановлением посадки упрочнение поверхностей. Для восстановления тонкостенных деталей сложной конфигурации применяются способы, которые не вызывают в металле характерных для сварки структурных изменений и значительных внутренних напряжений, например, электролитическое хромирование, осталивание и др.

Принятый способ восстановления детали должен обеспечить выполнение установленных конструкторской документацией технических требований к физико-механическим свойствам материала, точности и качеству обработки ее поверхностей.

Каждая сопрягаемая поверхность детали может быть восстановлена несколькими способами. На выбор способа влияет материал детали, ее износ, характер нагружения, стоимость восстановления и т. д.

Перед выбором способов восстановления необходимо особо тщательно изучить действующие аналогичные технологические процессы восстановления, используемые в ремонтном производстве, и накопленный практический опыт.

Выбор рационального способа восстановления (C_B) детали производится в результате последовательного использования трех критериев:

- технологического (критерий применимости);
- технического (критерий долговечности);
- технико-экономического.

Он выражается как функция трех коэффициентов [4]

$$C_B = f(K_T, K_D, K_{TЭ}), \quad (2.1)$$

где K_T – коэффициент применимости способа, учитывающий технологические, конструктивные и эксплуатационные особенности детали (при $K_T = 1$ способ применим по всем параметрам, $K_T = 0$ – способ восстановления для данной детали неприменим);

K_D – коэффициент долговечности, обеспечиваемый способом восстановления, применительно к данному виду восстановления деталей;

Кт.э – коэффициент технико-экономической эффективности способа восстановления, характеризующий его производительность и экономичность;

По технологическому критерию выбор способов производят на основании возможности их применения для устранения конкретного дефекта заданной детали с учетом величины и характера износа, материала детали и ее конструктивных особенностей. По данному критерию назначают практически все возможные способы, которые могут быть использованы для устранения конкретного дефекта.

Например, для восстановления вала можно применить различные способы наплавки, напекания, электроискрового легирования, приварки ленты, но из-за большого износа его невозможно восстанавливать гальваническими покрытиями.

Критерий применимости учитывает, с одной стороны, особенности подлежащих восстановлению поверхностей детали, с другой – технологические возможности соответствующих способов. Оценка способов восстановления на этом этапе не делается, так как критерий применимости не оценивается количественно и относится к категории качественных. Поэтому его используют интуитивно с учетом накопленного опыта применения тех или иных способов.

Решение, принятое на основе технологического критерия, следует считать предварительным. Предварительный выбор возможных способов восстановления деталей зависит от их характеристики, материала детали и термообработки; конфигурации, размера и массы детали; наличия баз для восстановления и последующей обработки; шероховатости поверхности; видов дефектов и износов; сочетания дефектов на одной детали; кратности восстановления и запаса на ремонт.

После отбора способов, которые могут быть применены для восстановления той или иной изношенной поверхности детали, исходя из технологических соображений, отбирают для последующего анализа те из них, которые обеспечивают наибольший последующий межремонтный ресурс и удовлетворяют

требуемому значению коэффициента долговечности K_d , представляющего собой отношение ресурсов восстановленной T_B к новой T_H деталей

$$K_d = \frac{T_B}{T_H}. \quad (2.2)$$

Основные характеристики способов восстановления и упрочнения деталей представлены в таблице 2.1.

Критерий долговечности оценивает технические возможности детали, восстановленной каждым из намеченных по технологическому критерию (K_t) способом, т. е. этот критерий оценивает эксплуатационные свойства детали в зависимости от способа ее восстановления. При этом оценка проводится по следующим основным показателям:

- 1) сцепляемости;
- 2) износостойкости;
- 3) выносливости (усталостной прочности);
- 4) микротвердости.

По результатам оценки исключаются из числа ранее назначенных те способы устранения дефекта, которые не обеспечивают выполнения технических требований на восстановленную деталь хотя бы по одному из показателей.

В общем случае коэффициент долговечности K_d является функцией трех переменных

$$K_d = f(K_I, K_B, K_C), \quad (2.3)$$

где K_I , K_B и K_C – соответственно, коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий.

Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности K_d , определяемому по формуле

$$K_D = f(K_{И} K_B K_C K_{П}), \quad (2.4)$$

где $K_{П}$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ($K_{П} = 0,8-0,9$).

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации. Следовательно, рациональным по этому критерию будет тот способ, у которого K_D максимален ($K_D \rightarrow \max$).

Численные значения коэффициентов-аргументов $K_{И}$, K_B определяются на основании стендовых и эксплуатационных испытаний новых и восстановленных деталей.

Примерные значения коэффициента сцепляемости K_C , определенные по результатам исследований для наиболее распространенных методов восстановления, представлены в таблице 2.1.

Так, при выборе способа наплавки применительно к деталям, не испытывающим в процессе работы значительных динамических и знакопеременных нагрузок, значение коэффициента долговечности K_D определяется только численным значением коэффициента износостойкости $K_{И}$, а для деталей, работающих в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент выносливости K_B . Для деталей, восстановленных методами электролитического осаждения металлов, газотермического напыления, а также работающими в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент сцепляемости K_C .

Из числа способов, отобранных по технологическому критерию, к дальнейшему анализу принимаются те, которые обеспечивают коэффициент долговечности восстановленных поверхностей не менее 0,8. Это обусловлено тем, что ресурс капитально отремонтированной машины или агрегата не должен быть менее 80 % ресурса новой машины (агрегата). Указанное обстоятельство предполагает также, что ресурс восстановленной детали в капитально отремон-

тированном агрегате тем более не должен быть ниже 80 % ресурса новой детали.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации. Следовательно, рациональным по этому критерию будет тот способ, у которого $K_{д}$ максимален ($K_{д} \rightarrow \max$).

Если установлено, что требуемому значению коэффициента долговечности для данной поверхности детали соответствуют два или несколько способов восстановления, то на этом этапе оценка способов производится по технико-экономическому (обобщенному) критерию, позволяющему принять окончательное решение о выборе рационального способа устранения дефекта детали. Данный критерий отражает технический уровень применяемой технологии и связывает экономический показатель восстановления детали с ее долговечностью.

По каждому из оставленных после оценки по техническому критерию способов устранения дефектов определяется коэффициент технико-экономической эффективности $K_{Т.Э}$

$$K_{Т.Э} = \frac{C_{Вi}}{K_{Ди}} \quad (2.5)$$

$$K_{Т.Э} = \frac{C_{Вi} + E_{Н} + K_{УДи}}{K_{Ди}}, \quad (6)$$

где $C_{Вi}$ – себестоимость восстановления (устранения дефекта) детали i -м способом или i -го способа упрочнения детали, руб.;

$K_{Ди}$ – коэффициент долговечности восстановленной детали i -м способом;

$E_{Н}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_{Н} = 0,15$);

$K_{УДи}$ – удельные капитальные вложения при восстановлении детали i -м способом, руб./м².

Себестоимость восстановления детали C_{Bi} определяется по формуле

$$C_{Bi} = (qC_{zi} + C_{Mчи})T_{ОПi}, \quad (2.7)$$

где C_{zi} – часовая заработная плата производственных рабочих при восстановлении детали i -м способом, руб.;

q – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату;

$C_{Mчи}$ – стоимость 1 машино-часа работы оборудования при восстановлении детали i -м способом, руб.;

$T_{ОПi}$ – время, затрачиваемое на восстановление детали i -м способом, ч.

При обосновании способов восстановления (в учебных целях) значение себестоимости C_{Bi} можно определить из выражения

$$C_{Bi} = C_{yi}S_i, \quad (2.8)$$

где C_{yi} – удельная себестоимость восстановления i -м способом, руб./м² (примерные значения C_{yi} приведены в таблице 2.2);

S_i – площадь восстанавливаемой поверхности детали, м².

Предпочтение отдается тому из способов восстановления (устранения дефекта), для которого отношение (2.5) или (2.6) имеет наименьшее значение ($Kт.э \rightarrow \min$).

При оценке существующих или разрабатываемых технологий наряду с основными производственными показателями необходимо учитывать их влияние на окружающую среду, расход материальных, а также энергетических ресурсов.

Таблица 2.2 – Технологические и технические характеристики способов восстановления деталей (для учебных целей)

Группы способов восстановления по технологической сущности	Технологическая характеристика				Техническая характеристика					Удельная трудоемкость восстановления, ч/м ²	Удельная себестоимость восстановления, тыс. руб./м ²	Удельный расход материала, кг/м ²	Удельная энергоемкость, кВт ч/м ²
	Дан восстанавливаемой поверхности мм		Толщина наращивания, мм		Коэффициенты				Микротвёрдость, кг/мм ²				
	Наружный	Внутренний	Минимум	Максимум	Износостойкости (К _И)	Выносливости (К _В)	Сцепляемости (К _С)	Долговечности (К _Д)					
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обработка под ремонтный размер	Неограничен.		-	-	0,8-1,0	0,9-1,0	1,0	0,72-1,0	Ном.	10-23	8,7-12,3	-	-
Установка дополнительной детали	Неограничен.		-	-	1,0	0,8	1,0	0,8	Ном.	48-65	39,5-76,5	31-55	-
Пластическое деформирование	-	-	До номинала		2,0	1,0	1,0	1,0	Ном.	10-25	8,7	-	-
Электромеханическая высадка	15-18	Неогран.	Неогран.	3,0	2,0	1,25	1,0	2,5	320-650	10,8	5,3	-	-
Полимерные материалы	Неогран.	-	-	0,15	1,0-2,0	-	0,7-1,0	0,7-2,0	300-650	15,9	7,3-7,6	4,7	-
Вибродуговая наплавка													
в жидкой среде	15-18	45	0,5	3,0	0,85	0,62	0,75-1,0	0,4-0,53	225-500	33,3-36,0	18,6-19,0	35^40	234
под флюсом	40-50	-	0,5	4,0	0,85	0,62	0,9-1,0	0,48-0,53	450-600	33,3-36,0	18,6-19,0	39-50	234
в среде CO ₂	15-18	45	1,0	3,0	1,15	0,9	0,8-1,0	0,8-1,0	500-600	33,3-36,0	18,8-19,3	35—40	234
в воздушной среде	15-18	45	1,0	3,0	0,85	0,62	0,9-1,0	0,48-0,53	325^450	33,3-36,0	18,6-19,0	35—40	234
с термомеханической обработкой	15-18	45	0,5	3,0	2,0	0,95	0,9-1,0	1,72-1,9	450-550	34,0-37,0	19,6-20 Д	35^40	234
Наплавка в среде защитных газов													
в среде CO ₂	10-12	45	0,8	3,0	1,3-1,6	0,7	1,0	0,9-1,0	230-360	17,3-21,4	8,8-12,0	31—45	256
в среде CO ₂ + аргон	-	45	1,0	3,0	1,3-1,6	0,85	1,0	1,1-1,6	320-340	14,4-17,5	7,0-10,4	30-45	256

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Автоматическая наплавка под флюсом													
плавленым	44-55	250	1,5-2,0	3,0—4,0	0,91	0,6-1,0	1,0	0,55-0,91	400-600	21,3-24,0	10,8-13,2	38-51	286
керамическим	44-55	250	1,5-2,0	3,0-4,0	0,95	0,85	1,0	0,81	500-600	21,3-24,0	10,8-13,2	39-52	286
порошковой проволокой	44-55	250	1,5-2,0	3,0-4,0	0,92	0,85	1,0	0,8	560-800	21,3-24,0	10,8-13,2	38-51	286
с термомеханической обработкой	44-55	250	1,5-2,0	3,0-4,0	1,4-1,8	1,2-1,5	1,0	1,7-2,7	500-800	21,3-24,0	10,8-13,2	38-48	286
Ручная наплавка													
Дуговая	40-50	120	1,5	5,0-6,0	0,7	0,6	1,0	0,42	200-400	34,6	18,5-23,5	48-57	580
Газовая	10-12	120	1,0	3,0-4,0	0,7	0,7	1,0	0,5	200-600	37,0	20,7-22,5	38-51	580
Аргонно-дуговая	10-12	120	1,0	4,0-5,0	0,7	0,7	1,0	0,5	250	29,4	16,2-17,8	36	520
Электрофизические способы													
Электроконтактная приварка ленты	10	70	0,1	1,5	1,0-2,3	0,7-1,0	0,7-0,8	0,5-1,8	300-800	22-24	8,4-11,2	3,5-15,6	100-110
Электроискровая обработка	-	-	0,01	0,5-1,0	2,0	0,9	1,0	0,9-2,1	2040	16,7-22,2	9,8-14,2	30	220
Металлизация													
Плазменная	10-12	-	0,03	15,0	1,1-1,3	0,7-1,3	0,4-0,5	0,31-0,86	310-395	22,7-24,0	11,4-13,5	16-24	117-175
Газопламенная	-	-	0,4	15,0	1,1-1,3	0,6-1,1	0,3-0,4	0,20-0,57	310-395	22,7-24,0	11,4-13,5	16-24	117-175
Электродуговая	-	-	0,4	15,0	1,1-1,3	0,6-1,1	0,2-0,3	0,13-0,40	300-600	22,7-24,0	11,4-13,5	16-24	117-175
Железнение													
Вневанное (местное)	Неогран.	40-50	Неогран.	0,6	0,9-1,3	0,8	0,65-0,80	0,50-0,83	300-600	26,0-33,0	17,3-22,4	4,7-8,4	80-220
Ванное	-	-	-	2,0	0,95-1,30	0,88	0,7-0,9	0,6-1,0	300-680	15,0-17,0	8,3-9,7	4,7-9,4	80-220
Проточное	-	-	-	0,8	1,0-1,6	0,8	0,75-1,00	0,60-1,25	300-680	20,0-25,0	12,6-14,3	4,7-9,4	80-220
Хромирование													
В обычном электролите	-	40-50	-	0,3	1,67	0,55-0,90	0,9	0,90-1,35	800-1200	72-129	30,8-43,7	1,5—4,5	220-600
В саморегулирующем холодном электролите	-	-	-	1,0	2,0-4,0	0,88-0,95	1,0	1,6-3,8	800-1320	44-61	33,6-44,8	1,5	100-300

2.5.4 Выбор технологических баз и обоснование общих операционных припусков и допусков на обработку

Качество поверхностей оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства.

От качества зависит **износоустойчивость** поверхностей, т.к. при макро-неровностях и волнистости износ поверхности происходит неравномерно.

Повышение качества трущихся поверхностей увеличивает **срок службы** машины, удлиняет **их долговечность**. Например, при запрессовке чистых поверхностей сопрягаемых деталей не происходит сминания гребешков поверхности (т.к. они очень малы), поэтому надежность и качество неподвижной посадки увеличиваются.

При высокой чистоте поверхности значительно повышается **прочность** деталей, т.к. чем меньше микронеровности, тем меньше возможность появления поверхностных трещин от усталости металла.

Различают следующие основные поверхности изделий:

- *рабочие* – обладают самыми высокими качественными показателями поверхностного слоя;

- *базовые* – определяют положение изделия относительно других изделий в механизме (также имеют высокие требования по качеству и точности);

- *вспомогательные* – определяют положение других изделий, присоединяемых к рассматриваемому изделию;

- *свободные* – все остальные поверхности, не соприкасаемые в процессе работы с поверхностями других деталей, они создают конструктивную форму, обеспечивают жесткость, не требуют высокой точности.

Базовые поверхности рекомендуется обрабатывать в первую очередь, так как по ним устанавливают заготовки в приспособлениях при обработке.

Базой называют поверхность, ось или точку детали, по отношению к которым ориентируются другие детали.

Точность механической обработки при восстановлении деталей главным образом зависит от выбора технологических баз и умелого их использования.

Для правильного выбора технологических баз требуется четкое представление о функциональном назначении поверхности деталей и размерной взаимосвязи между ними, об износе и повреждениях, которые претерпевают эти поверхности, и возможностях их использования как технологических баз.

Базирование - придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Базы классифицируют по назначению, лишаемым степеням свободы и характеру проявления.

Конструкторская база – база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Конструкторские базы подразделяются на основные и вспомогательные.

Основные базы – поверхности, при помощи которых определяется положение данной детали в изделии.

Вспомогательные базы – поверхности, при помощи которых определяется положение присоединяемых деталей относительно данной.

На чертеже конструкторскими базами являются линии или точки, от которых конструктор задает размеры и взаимное положение других линий, соответствующих другим поверхностям или ее осям.

Технологической базой называется поверхность, определяющая положение детали в процессе ее изготовления.

Измерительной базой называют поверхность, определяющую относительное положение детали и средств измерения.

Установочной базой называется база, лишаящая деталь или сборочную единицу трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси (Y) и поворотов вокруг двух других осей (X, Z).

Направляющая база – база, лишаящая изделие двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси (X) и поворота вокруг другой оси (Y).

Опорная база – база, лишаящая изделие Рисунок 1.24

одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси (Z) или поворота вокруг этой оси (Z).

Двойная направляющая база лишает заготовку четырех степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

Двойная опорная база лишает заготовку двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей.

Обычно за установочную базу принимают плоскость, имеющую наибольшие размеры; за направляющую базу – поверхность, имеющую наибольшую длину.

Технологическая база используется для определения относительного положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте.

Отсутствие технологических баз приводит к нарушению координации размеров и поверхностей детали при их восстановлении.

Технологические базы обрабатываются с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими требованиями:

- при наличии используются базы завода-изготовителя;
- по возможности совмещаются технологические и конструкторские базы;
- точность изготовления базовых поверхностей должна быть не ниже точности изготовления восстанавливаемых поверхностей;
- базовые поверхности обрабатываются или изготавливаются в первую очередь после восстановления формы и целостности детали;
- поверхности, для которых необходимо обеспечить точность относительного положения (соосность, перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;
- принятая технологическая база должна по возможности применяться на всех операциях технологического процесса, а если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, размерно связанную непосредственно с обрабатываемой. В зависимости от конфигурации детали, характера и величины износа поверхностей рекомендуются следующие схемы базирования:

- деталь базируется по сохранившейся базе, используемой при ее изготовлении;

- деталь базируется по неизношенным точно изготовленным поверхностям;

- деталь первоначально базируется по мало- или неизношенным поверхностям для правки существующих или изготовления новых технологических баз, с последующим базированием по ним.

Основными базовыми поверхностями являются фаски центровых отверстий валов, привалочные плоскости и технологические отверстия корпусных деталей.

Детали базируются на операциях обработки в основном с помощью следующих средств:

- патронов самоцентрирующихся трехкулачковых (ГОСТ 2675–80);

- патронов токарных поводковых (ГОСТ 2571–71);

- оправок (ГОСТ: 16211–86, 16212–70, 16213–70, 18438–73, 18439–73, 18440–80);

- тисков станочных (ГОСТ 14904–80);

- центров станочных вращающихся (ГОСТ 8742–85);

- центров станочных упорных (ГОСТ 13214–79);

- хомутиков поводковых для токарных и фрезерных работ (ГОСТ 2578–70);

- хомутиков поводковых для шлифовальных работ (ГОСТ 16488–72).

После восстановления или исправления базовых поверхностей ремонту подвергаются все остальные изношенные поверхности деталей.

Средства базирования графически обозначаются в технологических документах по ГОСТ 3.1107.

При восстановлении деталей на изношенные поверхности наносят материал необходимой толщины $H_{\text{СЛ}}$. Толщину наносимого слоя ($H_{\text{СЛ}}$) определяют как сумму износов деталей и припуска на последующую механическую обработку.

$$H_{\text{СЛ}} = U + Z_{\text{пр}} , \quad (2.9)$$

где U - износ детали;

$Z_{\text{пр}}$ - припуск на последующую механическую обработку.

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных размеров, форм и т.д.

Промежуточный припуск представляет собой слой материала, удаляемый при выполнении одного технологического перехода ($Z_{\text{В}}$).

Разность между наибольшим и наименьшим значениями размера припуска называется допуском припуска.

Припуск на обработку восстановленной детали зависит от ряда факторов, степень влияния которых различна. К числу основных факторов относятся:

1. Погрешности геометрических форм ($h_{\text{Ф}}$) - овальность, конусность, бочкообразность, огранка и т.д.
2. Пространственные отклонения от прямолинейности оси, плоскостности, прямолинейности ($h_{\text{пр}}$) и т.д.
3. Дефектный слой нанесенного материала ($h_{\text{деф}}$).
4. Максимальная высота микронеровностей ($R_{\text{max.пр}}$), оставшаяся от предшествующей обработки;
5. Погрешность установки детали при выполнении операции (Δy).

Определить величину припуска на механическую обработку после восстановления можно двумя методами:

1. Назначать припуск ($Z_{\text{пр}}$) с помощью справочных таблиц, с учетом всех операций, необходимых для получения номинального размера детали по чертежу;
2. Методом расчета промежуточного припуска на механическую обработку ($Z_{\text{В}}$).

При расчете промежуточного припуска необходимо учитывать то, что погрешности геометрических форм (h_{Φ}) должны укладываться в поле допуска на размер детали, который учитывается при установлении припуска на обработку.

Промежуточный симметричный припуск вычисляют по формуле

$$2 Z_B \geq 1 + 2 (R_{\max.\text{пр}} + h_{\text{деф}}) + h_{\text{пр}} + \Delta y , \quad (2.10)$$

где I - допуск на размер предшествующего перехода.

Промежуточный асимметричный припуск вычисляют по формуле

$$Z_B \geq 1 + (R_{\max.\text{пр}} + h_{\text{деф}} + h_{\text{пр}} + \Delta y , \quad (2.11)$$

Толщина материала, наносимого на симметрично изношенные детали

$$H_{\text{сл}} = U + 2 Z_B , \quad (2.12)$$

а для несимметрично изношенных деталей

$$H_{\text{сл}} = U + Z_B , \quad (2.13)$$

При выполнении курсовой работы рекомендуется назначать припуск с помощью справочных таблиц.

Толщина материала, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, рассчитывается по формуле

$$H = \frac{U}{2} + Z_0 + Z_{\text{пр}} , \quad (2.14)$$

где Z_0 - припуск на обработку детали перед нанесением материала для придания требуемой геометрической формы или до удаления следов износа (на сторону и при необходимости);

Z пр - припуск на механическую обработку после нанесения покрытия (из справочных таблиц).

Наиболее предпочтительным является назначение припуска на механическую обработку с помощью справочных таблиц.

При необходимости назначенный припуск перераспределяют между черновой обработкой и чистовой. Рекомендуется на черновую обработку оставлять до 60 % суммарного припуска, а на чистовую - до 40 % или же 45 % - на черновую обработку, 30 % - на получистовую и 25 % - на чистовую обработку.

2.5.5 Выбор технологического оснащения, оборудования, приспособлений, рабочего инструмента и средств контроля

Средства технологического оснащения включают:

- технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное);
- технологическую оснастку (в том числе инструменты и средства контроля);
- средства механизации и автоматизации производственных процессов.

Выбор технологического оборудования производится, исходя из следующих основных условий:

- 1) возможность формирования требуемого качества поверхностей деталей;
- 2) возможность выполнения технических требований, которые предъявляются к детали;
- 3) соответствие основных размеров оборудования габаритным размерам детали;
- 4) обеспечение наиболее эффективных методов обработки поверхностей.

Выбор технологической оснастки производится на основании анализа возможности реализации технологического процесса при выполнении технических требований к детали, технических возможностей технологической оснаст-

ки, а также конструктивных характеристик детали (габаритные размеры, материал, точность и т. д.) и организационно-технологических условий ее ремонта (схема базирования и фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса ремонта и т. д.).

При выборе оборудования для действующего производства ориентируются на имеющееся в цехе оборудование с учетом фактической загрузки отдельных его групп.

При проектировании технологических процессов для вновь создаваемых предприятий руководствуются в основном экономическими соображениями.

Согласно классификации по техническим признакам станки делятся на следующие виды:

1. Станки универсальные (широкого назначения);
2. Станки высокой производительности;
3. Станки специализированные;
4. Станки специальные.

Универсальные станки предназначены для применения в серийном или единичном производстве и находят широкое применение в ремонтном производстве.

В каждом конкретном случае при выборе модели станка пользуются паспортами станков, а при их отсутствии - каталогами, справочниками металлорежущего и другого оборудования.

Выбирают оборудование по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т.е. в наибольшей степени выявляющему его функциональные и технические возможности:

1. Оборудование должно обеспечивать оптимальные или близкие к оптимальным режимы обработки, восстановления, а также необходимую точность и т. д.
2. Габаритные возможности оборудования должны обеспечивать обработку или восстановление детали данного размера;

3. Приведенные затраты на выполнение технологических процессов должны быть минимальными.

Одна из важнейших задач разработки технологических процессов - выбор вида и конструкции приспособлений.

Так, например, при расточке гильз цилиндров установку вылета резца устанавливают с помощью индикаторного наездника, а при работе на сверлильных станках применяют направляющие втулки или кондукторы.

Зажимные механизмы предназначены для надежного и стабильного закрепления, предупреждения вибрации и смещения заготовки относительно опор приспособления при обработке, а также для обеспечения необходимой точности.

Эффективность закрепления зависит от силы закрепления, направления и места ее приложения. При этом сила закрепления должна быть направлена перпендикулярно к плоскостям установочных элементов и совпадать с направлением силы тяжести. Во избежание появления опрокидывающих и изгибающих моментов желательно, чтобы направления действия силы закрепления и силы резания совпадали и по возможности находились ближе к месту приложения силы резания.

По конструкции зажимные устройства бывают двух типов:

1. Элементарные устройства - кулачковые, винтовые, клиновые, эксцентриковые, рычажные и др.;

2. Многозвенные (сложные), которые состоят из комбинации элементарных элементов, соединенных в определенном порядке.

Винтовые зажимные механизмы просты и компактны по конструкции, могут создавать значительные усилия зажима и находят широкое применение в ремонтном производстве. Недостатком является сравнительно большое время на закрепление (ручное) и нестабильность сил закрепления.

Эксцентриковые зажимные устройства обладают простой и компактной конструкцией и возможностью получения сравнительно больших сил закрепления, а также быстротой действия.

Недостатком эксцентриковых устройств является нестабильность сил за-крепления, а также не рекомендуется закрепление нежестких изделий.

При выборе приспособлений необходимо учитывать технологические требования на восстановление детали, требования техники безопасности и за-траты на изготовление приспособлений или цену на их приобретение.

Применение приспособлений снижает трудоемкость и себестоимость об-работки деталей, повышает точность обработки, расширяет технологические возможности универсального оборудования, улучшает условия труда.

Все многообразие приспособлений обычно включает в себя следующие основные группы элементов:

1. Установочные опоры для детали;
2. Приспособления для установки и ориентирования инструмента;
3. Зажимные приспособления и зажимные механизмы;
4. Вспомогательные элементы и корпуса.

Установочные опоры для деталей выбирают на основе анализа характе-ристик технологических баз. Базирование деталей может производиться:

1. По плоскостям;
2. По внешним цилиндрическим поверхностям;
3. По внутренним базам;
4. По центровым отверстиям.

При базировании по плоскостям применяют точечные неподвижные опо-ры. При базировании по внешним цилиндрическим поверхностям детали уста-навливают в самоцентрирующие патроны, цанги, на призмы, втулки и т.д. При базировании по внутренним цилиндрическим поверхностям детали устанавли-вают на различные оправки, разжимные устройства и другие элементы.

При наличии центровых отверстий деталь устанавливают в различных центрах.

Приспособления для установки и ориентирования инструмента применя-ют при обработке деталей на расточных, фрезерных, сверлильных и др. стан-

ках. Настройка их на необходимый размер расточки, фрезерования или сверления производится с помощью различных приспособлений.

Рычажные и рычажно-шарнирные зажимные механизмы позволяют при относительной простоте получить значительный выигрыш в силе (или в перемещениях), обеспечить постоянство силы закрепления вне зависимости от размеров закрепляемой поверхности, осуществить закрепление в труднодоступном месте. Их не рекомендуют для непосредственного закрепления нежестких заготовок и они не обладают свойством самоторможения.

К вспомогательным элементам и корпусам относятся поворотные и делительные устройства с дисками и фиксаторами (для деления окружности на заданное число частей), выталкивающие устройства, подъемные механизмы, быстродействующие защелки, тормозные устройства и т.д.

Выбор приспособлений производится в следующей последовательности:

1. Определяют перечень операций, для выполнения которых требуются приспособления;
2. Группируют технологические операции для определения наиболее приемлемой системы приспособлений и повышения коэффициентов их использования;
3. Устанавливают исходные требования, предъявляемые к конструкции приспособлений;
4. Выбирают приспособления соответствующей конструкции для выполнения необходимого перечня групп (или отдельных) операций.

При выборе приспособлений пользуются следующими документами:

- Нормативно-технологические стандарты на термины и определения технологической оснастки;
- Альбом типовых конструкций приспособлений;
- Каталоги и паспорта на технологическое оборудование
- Методические материалы по выбору технологической оснастки.

При выборе режущего инструмента следует учитывать следующее:

1. Тип производства;
2. Метод обработки поверхности или состояние твердости детали;
3. Размер и форму детали;
4. Материал детали и его твердость;
5. Требуемая точность обработки и шероховатость поверхности после обработки.

Важное значение имеет выбор материала режущей части инструмента. Наиболее целесообразным является применение новых сверхтвердых материалов-композитов типа эльбор - Р и гексанит - Р и т.д. Отличающиеся повышенной износостойкостью обеспечивают высокое качество обрабатываемых поверхностей, они применяются иногда для чистовой обработки вместо шлифования, позволяют обрабатывать практически все материалы, обеспечивая при этом высокую производительность и размерную стойкость.

Выбор средств контроля и измерений

В ремонтном производстве широкое применение нашли следующие средства измерений:

1. Калибры;
2. Универсальные средства и приборы;
3. Специальные измерительные средства.

При выборе средств измерения необходимо учитывать точность отсчета, погрешность и пределы измерения, а также точность изготовления (восстановления) детали. Причем точность средств измерения должна быть выше точности изготовления детали.

Средства измерения можно выбрать также по номограмме (см. рисунок 2.6).

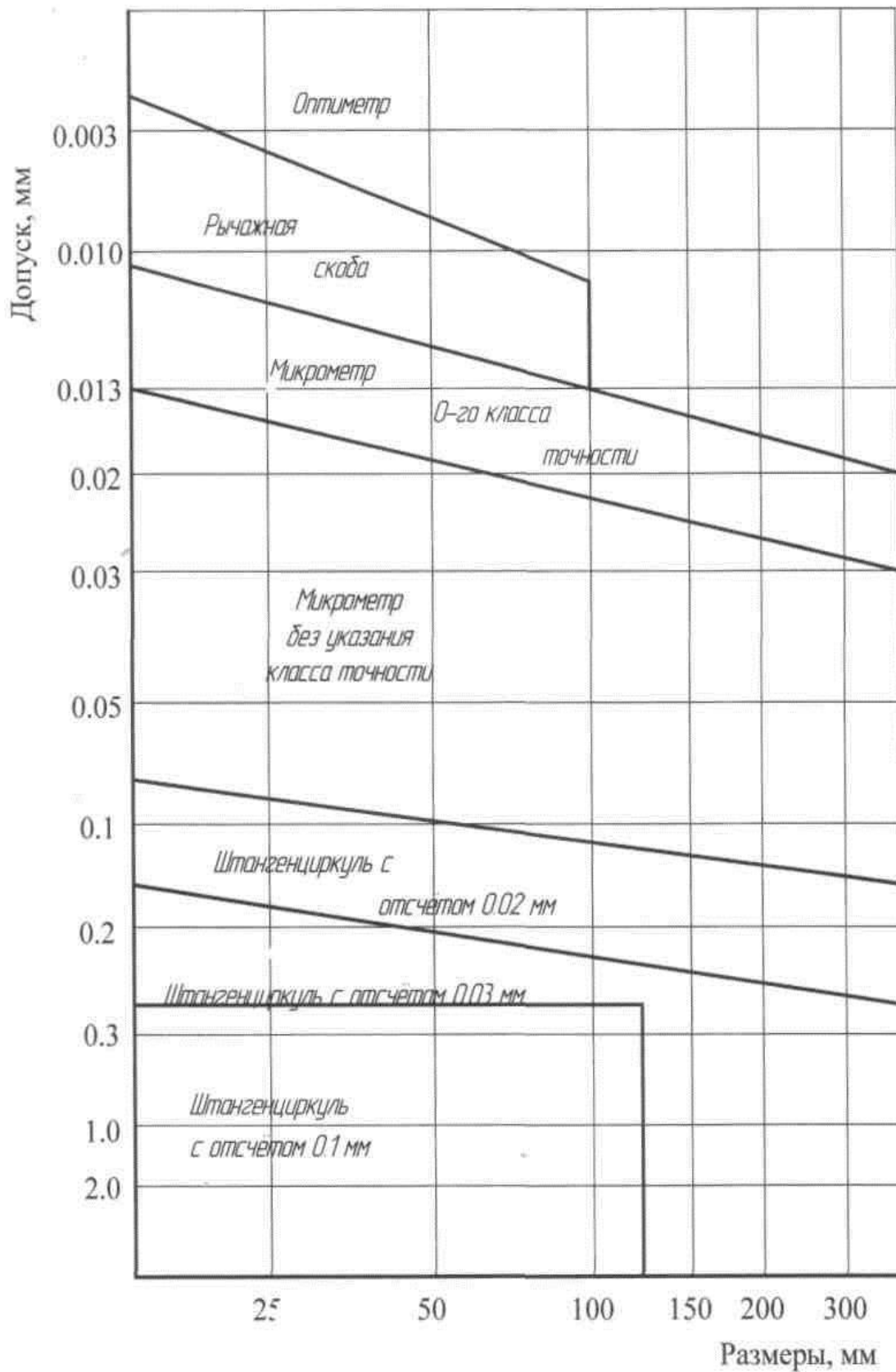


Рисунок 2.6 - Номограммы выбора измерительных средств для валов

2.5.6 Расчет режимов технологического процесса

При расчете режимов выполнения операции необходимо пользоваться соответствующей учебной и справочной литературой. Выбранные режимы и материалы должны гарантировать выполнение технических требований к детали, изложенных на ремонтном чертеже.

С особым вниманием необходимо назначать режимы операций по наращиванию поверхностей (наплавка, металлизация, хромирование, железнение и т. д.), так как режимы этих технологических процессов существенно влияют на физико-механические свойства и ресурс восстановленных деталей.

Выбранные режимы и материалы (например, марка наплавочной проволоки, флюсы и т. д.) должны обеспечивать выполнение технических требований к детали, изложенных на ремонтном чертеже.

При назначении видов и режимов механической обработки необходимо исходить из того, что изношенная поверхность в большинстве случаев имеет неравномерный износ, деформированные слои металла, подвергается химико-термической и механической упрочняющей обработке. Поэтому такие поверхности целесообразно обрабатывать шлифованием или точением резцами с пластинками твердого сплава или металлокерамики. При выборе режущего инструмента и режима обработки восстановленных поверхностей исходят из структуры и физико-механических свойств нанесенного металла.

Для предварительной обработки наплавленных поверхностей невысокой твердости (резание по корке наплавленных слоев, прерывистое сечение стружки, наличие ударных нагрузок) рекомендуется применять резцы с пластинками из сплава Т5К10. Наплавленные поверхности высокой твердости обрабатывают резцами из гексанита-Р и других сверхтвердых материалов. При обработке чугуна следует применять резцы с пластинками из твердого сплава ВК6, ВК8. Окончательную обработку наплавленных поверхностей, а также обработку поверхностей с гальваническими покрытиями выполняют шлифованием. В случае

точения металлизированных поверхностей применяют резцы с пластинками ВК6.

При шлифовании в ремонтном производстве применяют круги из электрокорунда нормального (18А, 15А, 14А, 13А, 12АР), белого (25А, 24А, 23А) и монокорунда (45А, 44А, 43А). Предпочтение отдается кругам на бакелитовой основе, а при обработке профильных поверхностей твердости – на вулканитовой основе. Зернистость круга выбирается в зависимости от требуемой шероховатости обработанной поверхности. Обычно для черновой обработки применяются круги зернистостью 40–69, а для чистовой – зернистостью 16–25.

Для обработки твердых материалов следует принять мягкие и среднемягкие абразивные инструменты, а для обработки материалов повышенной твердости – более твердые. При шлифовании неровных, прерывистых поверхностей необходимо применять более твердые инструменты, чем при шлифовании ровных поверхностей. Для предварительных операций шлифования применяют более твердые круги, чем для чистовой операции. Поэтому для шлифования наплавленных поверхностей стальных деталей наиболее часто применяют круги средней твердости. Шлифование чугуновых поверхностей производится кругами средней или среднемягкой твердости, а хромированных и железненных – кругами среднемягкими или мягкими с зернистостью 20–25.

Шлифование деталей, восстановленных хромированием, рекомендуется выполнять кругом из электрокорунда зернистостью 20–25 с мягкой связкой при следующих режимах: поперечная подача 0,002–0,005 мм/дв. ход стола, продольная подача 1–2 мм/об изделия, окружная скорость круга 30–35 м/с и детали 15–25 м/мин, подача охлаждающей жидкости 20–30 л/мин.

Для хонингования применяют бруски из электрокорунда (для черногого – зернистостью 40–60; для чистового – зернистостью 16–25) или алмазные (для черногого – АС12 или АС20, для чистового – АСМ28 или АСМ40).

Значительное преимущество для обработки наплавленных, хромированных и железненных поверхностей имеет применение новых синтетических сверхтвердых материалов (эльбор, гексанит-Р и др.). Особенно эффективен гек-

санит-Р, который хорошо обрабатывает твердые (закаленные, наплавленные и др.) поверхности, а также является ударостойким материалом.

Размер межоперационного припуска оказывает влияние на экономические показатели восстановления детали и точность ее обработки.

Режимы выполнения операций технологического процесса подробно изложены в источниках (1...3, 5, 14...23, 25).

Поэтому ниже даны в качестве примера расчеты режимов нанесения слоя металла некоторых методов восстановления и последующей механической обработки.

Автоматическая наплавка под слоем флюса

Твердость и относительная износостойкость наплавленных поверхностей под слоем флюса зависит от марки выбранной электродной проволоки, состава применяемого флюса.

Диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали или величины износа плоских поверхностей (см. таблицу 2.3).

Силу сварочного тока (J_{CB}) и напряжение (U, B) выбирают по эмпирическим формулам

$$J_{CB} = 40\sqrt[3]{D}, \quad (2.15)$$

$$U_{CB} = 21 + 0,04 J_{CB}, \quad (2.16)$$

где D - диаметр детали, мм.

Напряжение сварки принимают $U = 26 \dots 32$ В.

Скорость наплавки ($V_H, м/ч$) определяется по формуле

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot J_{CB}}{F \cdot \gamma \cdot 100}, \quad (2.17)$$

где α_H - коэффициент наплавки, г/А · ч, (при наплавке постоянным током обратной полярности; $\alpha_H = 11—14$);

J_{CB} – сила тока, А;

F - площадь поперечного сечения наплавленного валика, см²,

(при $d_{\text{пр}} = 1,2 \dots 2$ мм, $F = 0,06 \dots 0,2$ см²);

$$F = h \cdot S,$$

где h – толщина наплавленного слоя, мм;

S – ширина наплавленного валика, мм;

γ - плотность металла шва, г/см³ (для стали $\gamma = 7,85$ г/см³).

Коэффициент наплавки определяют по формуле

$$\alpha = 2,3 + 0,065 \frac{J_{\text{св}}}{d_{\text{пр}}}, \quad (2.18)$$

где $d_{\text{пр}}$ - диаметр электродной проволоки, мм.

Частота вращения детали n , мин⁻¹

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{н}}}{60 \cdot \pi \cdot D}, \quad (2.19)$$

Скорость подачи проволоки ($V_{\text{э.пр}}$) определяют из выражения

$$V_{\text{э.пр}} = \frac{4 \cdot \alpha \cdot J_{\text{св}}}{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot \gamma}. \quad (2.20)$$

Вылет электрода (H , мм)

$$H = (10 \dots 15) d_{\text{пр}}.$$

Шаг наплавки (S , мм)

$$S = (2 \dots 2,5) d_{\text{пр}}.$$

Смещение электрода ℓ , мм.

$$\ell = (0,05 \div 0,07) D.$$

Полученные расчетным путем режимы наплавки необходимо сравнить с рекомендованными режимами наплавки (см. таблицу 2.3).

Таблица 2.3 - Основные режимы наплавки цилиндрических поверхностей

№ п/п	Диаметр детали, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Скорость подачи проволоки, м/ч
1	50...60	1,2...2,5	120...160	75
2	65...70	1,2...2,5	150...220	85
3	80...100	1,2...2,5	200...280	105
4	150...200	1,2...2,5	250...350	140
5	250...300	2,0...2,5	350...380	160

Параметры режима наплавки подставляются в формулы без изменения размерностей.

Толщина покрытия h , мм, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, определяется по следующей формуле

$$h = \frac{I}{2} + z_1 + z_2, \quad (2.21)$$

где I - износ детали, мм;

z_1 - припуск на обработку перед покрытием, мм на сторону. Ориентировочно $z_1 = 0,1 \dots 0,3$ мм;

z_2 - припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм на сторону, (см. таблицу 2.4).

Таблица 2.4 - Припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами

Способ восстановления	Минимальный припуск односторонний z_2 , мм
Ручная электродуговая наплавка	1,4...1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8...1,1
Вибродуговая наплавка	0,6...0,8
Наплавка в среде углекислого газа	0,6...0,8
Плазменная наплавка	0,4...0,6
Аргоно-дуговая наплавка	0,4...0,6
Электроконтактная наплавка	0,2...0,5
Газотермическое напыление	0,2...0,6
Осталивание	0,1...0,20
Хромирование	0,05...0,1

В зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя применяют следующие марки проволок и флюсов.

Наплавка проволоками Св-08А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Св-30ХГСА под слоем плавленных флюсов (АН-348А, ОСЦ-45) обеспечивает твердость НВ 187-

300. Использование керамического флюса (АНК-18) с указанными проволоками позволяет повысить твердость до (HRC-40-55) без термообработки.

Вибродуговая наплавка

Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от твердости наплавляемого металла (см. таблицу 2.5).

Таблица 2.5 - Влияние химического состава электродной проволоки на твердость наплавленного слоя

Марка электродной проволоки	Св-08	НП-20	НП-40	НП-60	НП-80	Св-30ХГСА
Твердость наплавленного слоя, HRC	12...32	13...35	15...45	25...60	25...65	15...50

Диаметр электродной проволоки ($d_{\text{пр}}$) и напряжение наплавки (U, В) выбирают в зависимости от толщины наплавляемого слоя (см. таблицу 2.6).

Таблица 2.6 - Рекомендуемые диаметры электродной проволоки и напряжение наплавки

Толщина наплавляемого слоя, мм	0,3...0,9	1,0...1,6	1,8...2,5
Диаметр электродной проволоки ($d_{\text{пр}}$), мм	1,6	2,0	2,5
Напряжение наплавки, В	12...15	15...20	20...25

Силу тока выбирают по формуле

$$I_{\text{св}} = (60 - 75) \frac{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2}{4}, \quad (2.22)$$

где $d_{\text{пр}}$ - диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость подачи электродной проволоки

$$V_{\text{э.пр}} = \frac{0.1 \cdot J_{\text{св}} \cdot U}{d_{\text{пр}}^2}, \quad (2.23)$$

где U - напряжение наплавки, 12...15 В.

Скорость наплавки

$$V_H = \frac{0,785 \cdot d_{np} \cdot V_{np} \cdot \varphi}{h \cdot S \cdot a}, \quad (2.24)$$

где φ - коэффициент использования материала проволоки,

принимают $\varphi = 0,8 \dots 0,9$;

h - заданная толщина наплавленного слоя, мм;

S - шаг наплавки, мм/об;

a - коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного валика ($a = 0,7 \dots 0,85$).

Обычно шаг наплавки принимают в пределах

$$S = (1,6 \dots 2,2) d_{np}.$$

Амплитуду колебаний принимают

$$A = (0,75 \dots 1,0) d_{np}.$$

Вылет электрода

$$H = (5 \dots 8) d_{np}.$$

Практикой установлено, что между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью наплавки существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается хорошее качество наплавки.

$$V_H = (0,4 \dots 0,8) V_{np}.$$

При увеличении диаметра электродной проволоки до $d_{np} = 2,5 \dots 3,0$ мм.

$$V_H = (0,7 \dots 0,8) V_{np}.$$

Индуктивность (L , Гн)

$$L = \frac{51 \cdot \pi \cdot d_{np}^2 \cdot V_{np} \cdot \gamma}{i^2 \cdot f}, \quad (2.25)$$

где I - максимальная сила тока в цепи, А (ее берут в два раза больше силы тока по амперметру);

f - частота колебаний, Гц.

Применяются следующие марки электродных проволок: Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА и др. Полярность обратная.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 (и другими) с охлаждением обеспечивается твердость 35–55 НРСэ. При наплавке низкоуглеродистой проволокой Св-08, Св-08Г2С (и др.) получают твердость поверхности 22–26 НРСэ.

Наплавка в среде углекислого газа

Физико-механические свойства наплавленного материала зависят от марки материала электродной проволоки. Режимы сварки (наплавки) в среде углекислого газа можно определить по справочным таблицам. Рекомендуемые режимы наплавки в среде углекислого газа приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Режимы наплавки в среде углекислого газа

№ п/п	Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Шаг наплавки, мм/об	Смещение электрода от зенита, мм
1	10...20	0,5...0,8	0,8	70...90	16...18	40...45	2,5...3,0	2...4
2	20...30	0,8...1,0	1,0	85...110	18...20	40...45	2,8...3,2	3...5
3	30...40	1,0...1,2	1,2	90...150	19...23	35...40	3,5...3,5	5...8
4	40...50	1,2...1,4	1,4	110...160	20...24	30...35	3,5...4,0	6...10
5	50...60	1,4...1,6	1,6	140...180	24...28	30...20	4,0...6,0	7...12
6	60...70	1,6...2,0	2,0	160...200	27...30	20...15	4,5...6,5	8...14
7	70...80	2,0...2,5	2,5	180...220	28...30	10...20	5,0...7,0	9...15
8	80...90	2,5...3,0	3,0	200...240	28...32	10...20	5,0...7,5	9...15
9	90...120	2,5...3,0	3,0	200...240	28...32	10...20	5,0...7,5	9...15

Скорость наплавки (V_H), частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки ($V_{ПП}$), шаг наплавки (S), смещение электрода (l) определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Коэффициент наплавки при наплавке на обратной полярности $a_H = 10...12$ г/А-ч. Вылет электрода равен 8...15 мм. Расход углекислого газа составляет 8...20 л/мин. Наплавка осуществляется проволоками Нп-30ХГСА, Св-18ХГСА.

Св-08Г2С, Св-12ГС, в состав которых должны обязательно входить раскислители - кремний, марганец.

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистой проволокой марки Св-08Г2С, Св-12ГС составляет НВ 200-250. и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (30ХГСА и др.) после закалки достигает 50 НРС. Норму времени следует рассчитывать по формулам 8, 9, 10.

Плазменная наплавка

Расчет режимов наплавки

При плазменной наплавке расчет таких параметров режима как скорость, частота вращения, толщина покрытий рекомендуется выполнять соответственно по формулам 1, 2, 7, принятых для расчета режима наплавки под слоем флюса.

Рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200-230 А. Коэффициент наплавки $a = 10-13$ г/А-ч.

Расход порошка определяется по формуле

$$Q = 0,1 \cdot v \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_{II} , \quad (2.26)$$

где Q - расход порошка, г/с;

S - шаг наплавки, см/об ($S = 0,4-0,5$);

h - толщина наплавленного слоя, мм;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³. Для порошковых твердых сплавов на железной основе $\gamma = 7,4$; для сплавов на никелевой основе $\gamma = 0,8$;

K_{II} - коэффициент, учитывающий потери порошка, $K_{II} = 1,12-1,17$.

Норма времени рассчитывается по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Полярность прямая. Наплавка осуществляется на установках для плазменного напыления (УМП-6, УПУ-3Д) и плазменной сварки (УПС-301), модернизированных под плазменную наплавку.

Электроконтактная приварка металлической ленты

В ремонтном производстве для приварки электроконтактным способом обычно применяют стальные ленты толщиной 0,3...1,0 мм. Материал стальной ленты подбирают с учетом твердости восстанавливаемых деталей.

К основным параметрам приварки стальной ленты электроконтактным способом относятся сила сварочного тока, длительность сварочного цикла, длительность паузы, усилие сжатия электрода, частота вращения, частоты импульсов и подача электрода. Соотношение частоты вращения и частоты импульсов должно быть таким, чтобы обеспечить оптимальное перекрытие импульсов. Наилучшие результаты получаются, когда обеспечиваются 6...7 сварных точек на 10 мм длины сварного шва. Это соотношение устанавливают методом подбора частоты импульсов при постоянной частоте вращения эталонных образцов. Рекомендуемые режимы электроконтактной приварки стальной ленты приведены в таблицах 2.8 и 2.9.

Таблица 2.8 - Режимы приварки металлической ленты к деталям типа "вал"

№ п/п	Диаметр детали	Частота вращения детали, мин-1	Подача каретки, мм/об	Сила тока кА	Время, с	
					сварка	пауза
1	15	8...10	3,0...3,5	4,0...5,0	0,06	0,12
2	20	6...8	3,0...3,5	4,0...5,0	0,06	0,12
3	30	5...7	3,0...3,6	5,0...5,5	0,06	0,12
4	40	5...6	3,5...4,0	5,5...6,0	0,06	0,12
5	50	4...5	3,5...4,0	5,8...6,2	0,06	0,12
6	60	3...5	3,5...4,0	6,0...6,5	0,06	0,12
7	70	3...4	3,5...4,0	6,5...7,0	0,06	0,10
8	80	3...3,5	3,5...4,0	6,4...7,2	0,06	0,10
9	100	2...3	3,5...4,0	7,2...7,5	0,06	0,10
10	130	1,5...2	3,5...4,0	7,5...8,5	0,06	0,10

Таблица 2.9 - Режимы наварки металлической ленты к внутренним поверхностям

№ п/п	Наименование параметров	Значения
1	Сила сварочного тока, кА	7,8...8,0
2	Время сварки, с	0,12...0,16
3	Время паузы, с	0,08...0,10
4	Скорость сварки, м/мин	0,50
5	Подача электродов, мм/об	3,0...4,0
6	Усилие сжатия электродов, к Н	1,7...2,25
7	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	0,5...1,0

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварных точек на 1 см длины сварного шва.

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм:

- Сила сварочного тока, кА - 16,1 - 18,1.
- Длительность сварочного цикла, с - 0,04-0,08.
- Длительность паузы, с - 0,1 - 0,12.
- Подача сварочных клещей, мм/об - 3-4.
- Усилия сжатия электродов, кН - 1,30 - 1,60.
- Ширина рабочей части сварочных роликов, мм - 4.
- Скорость наплавки, 3 - 4 м/мин.

Частоту вращения детали, норму времени на наплавку рассчитывают аналогично расчету этих параметров при наплавке под слоем флюса.

При выборе материала ленты следует пользоваться данными, приведенными в таблице 2.10.

Таблица 2.10 - Твердость наплавленного слоя разных марок стали

Марка стали	Твердость наплавленного слоя, HRC	Марка стали	Твердость наплавленного слоя, HRC
Сталь 20	30...35	Сталь 55	50...55
Сталь 40	40... 45	Сталь 40 X	55...60
Сталь 45	45...50	Сталь 65 Г	60...65

Восстановление деталей гальваническими покрытиями

Основными параметрами гальванических процессов являются сила тока (I), температура электролита, состав электролита.

В зависимости от степени износа и назначения выбирают способы восстановления. Так, например, при хромировании могут быть получены покрытия толщиной до 0,3 мм, а при железнении - до 1,5 мм. Физико-механические свойства гальванических покрытий зависят от состава, концентрации компонентов, температуры электролита, а также плотности тока электролиза.

Составы наиболее широко применимых электролитов и режимы электролиза для хромирования и осталивания приведены в таблицах 2.11 и 2.12.

Изменяя температуру и плотность тока во время электролиза, можно получать различные осадки хрома: молочные, блестящие и серые.

Сила тока

$$I = D_K \cdot F_K, \quad (2.27)$$

где D_K - катодная плотность тока А/дм² (определяется условиями работы детали, видом покрытия, температурой и концентрацией электролита).

При хромировании принимают $D_K = 50-75$ А/ дм², при осталивании – 20...30 А/дм²;

F_K - площадь покрываемой поверхности, дм².

Норма времени T_H определяется выражением

$$T_H = \frac{(t_O + t_1) \cdot K_{ПЗ}}{n_g \cdot \eta_u} \quad (2.28)$$

где t_O - продолжительность электролитического осаждения металлов в ванне, ч;

t_1 - время на загрузку и выгрузку деталей ($t_1 = 0,1-0,2$ ч);

$K_{ПЗ}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену $K_{ПЗ} = 1,1...1,2$; в две смены $K_{ПЗ} = 1,03 - 1,05$);

n_0 - число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять 10-40);

η_u - коэффициент использования ванны ($\eta_u = 0,8-0,95$). Время выдержки деталей в ванне определяют по формуле

$$t_0 = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \eta_e} \quad (2.29)$$

где h - толщина наращивания, мм (выбирается согласно заданию с учетом износа и припуска на обработку);

γ - плотность осажденного металла, г/см³ (хромирование $\gamma = 6,9$, оставление 7-7,8);

C - электрохимический эквивалент, г/А·ч (хромирование $C = 0,323$; оставление $C = 1,042$);

η_e - выход металла по току. Для хромирования - 12-15%, для оставления - 80-95%.

Отношение площади анода к площади катода F_a / F_k при оставлении и хромировании можно принять 2:1.

Таблица 2.11 - Составы электролитов для хромирования и режимы электролиза

№ п/п	компоненты электролита и режимы электролиза	разведенный электролит	универсальный электролит	концентрированный электролит
1	хромовый ангидрид (СО3), г/л	120...150	200...250	300...350
2	серная кислота (Н2SO4), г/л	1,2...1,5	2,0...2,5	3...3,5
3	температура электролита, оС	50...65	45...60	40...50
4	плотность тока, А/дм2	30...100	20...60	15...30

Таблица 2.12 - Составы электролитов для железнения и режимы электролиза

№ п/п	компоненты электролитов и режимы электролиза	номера электролитов					
		1	2	3	4	5	6
1	хлористое железо, г/л	300...350	600...680	400...600	150...200	580...620	250...300
2	сернокислое железо, г/л	-	-	-	200	-	-
3	хлористый никель, г/л	-	-	-	-	-	50
4	аскорбиновая кислота, г/л	-	-	0,5...2	-	-	-
5	гипофосфит натрия, г/л	-	-	-	-	-	1,5...2
6	кислотность, рН	0,8...1,2	0,8...1,5	0,5...1,3	0,6...1,1	0,5...0,7	0,8...1,0
7	температура электролита, оС	70...80	70...80	20...50	30...50	30...35	70...80
8	плотность тока, А/дм ²	20...50	20...60	10...30	20...25	20...30	20...30

Аргонодуговая наплавка

Ручная аргонодуговая наплавка неплавящимся электродом – это дуговая сварка, осуществляемая с использованием вольфрамового электрода и внешней защиты аргоном, вдуваемым в ее зону. Применяется, главным образом, для наплавки деталей из алюминиевых сплавов. Для получения качественной наплавки необходимо правильно выбрать силу тока, напряжение, тип электрода по допустимому значению переменного тока, а также соотношение диаметра сопла и толщины электрода. В зависимости от используемой силы сварочного тока устанавливают расход аргона (таблица 2.16).

Таблица 2.13 – Режимы аргонодуговой наплавки неплавящимся электродом

Толщина материала, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм
2-3	70-100	22-24	2-3	2
4-6	100-120	22-24	3-4	3
6-10	120-160	22-24	4	3-1
10-15	160-240	20-22	4-5	4-5
15 и более	200-240	20-22	5-6	5-6

Таблица 2.14 – Зависимость диаметров сопла и электрода

Диаметр электрода, мм	2-3	4	5	6
Диаметр выходного отверстия сопла, мм	10-12	12-16	14-18	16-22

Таблица 2.15 – Допустимые значения переменного тока для электродов различных марок

Диаметр электрода, мм	Максимальный сварочный ток для вольфрамовых электродов, А		
	ЭВЧ	ЭВЛ	ЭВИ-3
1,0	-	65-75	70-80
1,6	-	80-100	100-150
2,0	-	150-180	200-250
4,0	180-190	200-220	300-350
6,0	240-260	300-340	410-480
8,0	360-390	450-500	490-590
10,0	450-500	600-650	650-750

Таблица 2.16 – Расход аргона в зависимости от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	15-20	20-30	30-40	40-60	60-100	100-140	140-180	180-230
Расход аргона, л/мин	0,5-2	2-3	3	4	4-5	5-6	6	7-9

На ремонтных предприятиях применяют специальные установки УДГ-301, УДГ-501, УДАР-500, предназначенные для сварки (наплавки) деталей из алюминиевых сплавов в среде аргона на переменном токе. Защитный газ в этих установках подается автоматически с помощью электромагнитного клапана. Источником питания при этом служит сварочный трансформатор СТЭ-34 с дросселем насыщения ДН-300-1.

Скорость наплавки (V_n), частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки (V_w), шаг наплавки (S), смещение электрода (e) определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Электроискровая обработка

Технология электроискровой обработки металлических поверхностей основана на использовании импульсного электрического разряда, проходящего между электродами в газовой среде. Сущность его состоит в том, что при электрическом разряде в такой среде происходит разрушение материала электрода (анода) и переноса продукта эрозии на деталь (катод).

Единичный перенос электродного материала на поверхность детали происходит при высокой температуре разряда – 5000–11000 °С. Вследствие его кратковременности (до 10 мкс) и локальности нагретые микрообъемы переносимого металла на деталь мгновенно охлаждаются. При определенных режимах обработки происходит сверхскоростная закалка ее поверхностного слоя до высокой твердости. Толщина его увеличивается с ростом содержания углерода в материале детали и энергии единичного импульса.

Применение ЭИО позволяет достигнуть увеличения износостойкости деталей и инструментов в 2–5 раз.

Величина восстановления посадочных поверхностей неподвижных соединений составляет до 0,6 мм (на сторону), поверхностей трения скольжения – до 0,10 мм.

Для нанесения покрытий применяются установки типа «БИГ», «Элитрон» и др. Они универсальны, малогабаритны, мобильны, экономичны, относительно просты по конструкции, не сложны в эксплуатации и ремонте.

В качестве технологических материалов используются электроды из металлокерамических твердых сплавов, стали, чугуна, графита, меди и др.

В процессе формирования покрытия, применяя в качестве электродов различные материалы, можно получить рабочие поверхности с измененными

механическими, физическими и химическими свойствами. В результате комплексных превращений в поверхностном слое катода происходит значительное увеличение микротвердости. Основными факторами, влияющими на изменение микротвердости, являются термосиловое воздействие импульсного разряда, закалочные явления, образование химических соединений (карбидов, нитридов и т. д.), осаждение на поверхности катода материала анода.

Важным достоинством электроискровой обработки материалов является возможность управлять процессом обработки и прогнозировать толщину покрытия, его текстуру и физико-механические свойства. Метод электроискрового нанесения металлопокрытий обладает высокой универсальностью и эффективностью при решении задач машиностроительного и ремонтного производства, что определяется широкими пределами значений характеристик покрытий.

Для электроискровой обработки материалов создана установка «БИГ-4», которая предназначена для нанесения металлических покрытий различного назначения (для восстановления размеров, увеличения износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости, электропроводности и т. д.) на детали, режущие инструменты и рабочие части технологической оснастки.

Установка «БИГ-4» состоит из следующих элементов: - генератора, предназначенного для создания рабочих импульсов тока и питания электромагнитного вибровозбудителя; - вибратора, коммутирующего разрядную цепь генератора вибрирующим электродом. Основные технические характеристики установки « БИГ-4» приведены в таблице 2.17, а характеристики покрытий, нанесенных электроискровым методом, – в таблице 2.18.

Из многолетнего опыта работы института ГОСНИТИ по применению электроискрового способа нанесения покрытий следует, что данный метод обеспечивает возможность восстановления деталей с односторонним износом до 0,1 мм (условия трения скольжения) и до 0,6 мм (в неподвижных соединениях).

Таблица 2.17 – Техническая характеристика установки «БИГ-4»

Наименование параметра	Значение параметра
Потребляемая мощность, кВт	0,5
Напряжение питающей сети, В	220
Частота вибрации электрода, Гц	600
Энергия импульсов, Дж	0,045-5,0
Частота импульсов, Гц	12-3000
Рабочий ток, А	0,5-8,0
Количество электрических режимов	35
Габаритные размеры (мм):	170*250*430
Масса (кг), не более:	14
Толщина покрытия сплавом Т15К6, мм*	0,01-0,4
Высота неровностей профиля покрытия Ra, мкм	Ra2,0-Rz320
Максимальная производительность, см ² /мин*	6

* указанные параметры получены при нанесении покрытий электродом из сплава Т15К6 на заготовку из стали 45.

Таблица 2.18 – Характеристика покрытий, наносимых электроискровым методом

Характеристики покрытий	Значения
Толщина (мкм): нанесенного слоя • белого слоя • переходного слоя	5-400 до 250 до 400
Микротвердость (МПа): • белого слоя • переходного слоя	6000-16 000 3000-5500
Параметры рельефа поверхности: • характер рельефа поверхности • высота микронеровностей (мкм) • относительная высота выступов $hв / rв$ • относительное расстояние между выступами $Sm / Hmax$	вышукло-вогнутый Ra 1,6-Rz 360 0,06-0,19 5-9
Теплопроводность электродных материалов λ , (Вт/ м К)	10-400

Номенклатура восстанавливаемых изделий самая разнообразная: валы, оси, шкворни, цапфы, корпуса КПП, крышки, коренные опоры блока цилиндров, коленчатые валы компрессоров, золотники и корпуса гидрораспределителей и гидроусилителей руля, лопатки турбин и другие детали.

Особенность внедряемых технологий заключается, как правило, в нанесении покрытий на изношенные поверхности под размер, чтобы в последующем проводить минимальный съем нанесенного металла механической обработкой.

Основными преимуществами метода электроискрового легирования являются:

- отсутствие нагрева и деформации детали при обработке;
- высокая адгезия с основным материалом;
- восстановление детали в размер без механической обработки;
- возможность локального формирования покрытий;
- использование любого токопроводящего материала в качестве электрода;
- высокий коэффициент переноса материала до 80 %;
- низкая энергоемкость процесса (0,5–1,0 кВт);
- экологичность процесса.

Экспериментальные исследования показали, что для достижения оптимальной площади опорной поверхности целесообразно назначать припуски на укатку (раскатку) и механическую обработку наплавленной поверхности в пределах 10–70 % толщины покрытия [9].

Процесс ЭИО проводится как вручную, так и с использованием средств механизации. В обоих случаях перемещение электрода, продолжительность обработки, режимы по току, амплитуде и частоте вибрации электрода выбираются так, чтобы покрытие было сплошным, равномерным, имело ровную светоотражательную характеристику.

Для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств восстановленных поверхностей покрытия можно формировать нанесением нескольких слоев различными материалами.

В ряде случаев при восстановлении изношенных поверхностей подшипниковых узлов в пределах установленных посадок электроискровая обработка является финишной обработкой, не требующей дополнительной механической обработки.

Рекомендации по выбору технологических параметров ЭИО приводятся в источнике [16].

Механическая обработка

Режимы токарной обработки восстановленных деталей

Механическая обработка покрытий, наносимых на изношенные поверхности, является завершающей операцией в технологии восстановления деталей.

Механическую обработку наплавленных слоев при твердости до HRC 40 рекомендуется выполнять резанием резцами с пластинками из сплава ВК6. При твердости свыше HRC 40 следует применять шлифование.

После восстановления изношенной поверхности железнением и хромированием, шлифование рекомендуется выполнять кругами на керамической связке зернистостью 20-25 среднемягкой или мягкой твердости (от М1-М3 до СМ1-СМ2) при скорости круга 25-30 м/с.

Шлифование наплавленных слоев с высокой твердостью рекомендуется производить кругами из электрокорунда хромистого при твердости СМ1-СМ2 и скорости 30-35 м/с.

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания - t в мм; подача S_B мм/об; скорость резания V мм/мин или частота вращения n об/мин.

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об обрабатываемой детали (рабочий чертеж и технические условия); род и характеристика материала покрытия, форма, размеры и допуски на обработку; допускаемые отклонения от геометрической формы: некруглость, нецилиндричность, допускаемые погрешности взаимной координации отдельных поверх-

ностей; требуемая шероховатость.

Основными параметрами режима токарной обработки восстановленных деталей являются глубина резания (t), подача (S), скорость резания (V). В процессе обработки возникают значительные трудности вследствие особых свойств слоя (высокой и неравномерной твердости по длине и глубине слоя, структурной неоднородности, наличия неметаллических включений и т.д.).

При определении режимов токарной обработки исходными данными являются: характеристика (твердость, неоднородность и т.д.) нанесенного материала, форма и размеры детали, допуски на обработку, технические требования на восстановленную деталь.

Режимы резания назначают в определенной последовательности. Сначала назначают глубину резания. При этом стремятся весь припуск срезать за один проход. Если по технологическим причинам выполнить невозможно, то необходимо делать в два (или три) прохода, при первом (черновом) снимают ~ 60 % припуска, при втором (чистовом) ~ 40 % припуска. Затем выбирают подачу. Подачу выбирают учитывая главным образом требуемую шероховатость, при этом дополнительно учитываются геометрические параметры резца. Определяют скорость резания исходя из выбранных глубин резания, подачи и стойкости инструмента.

При токарной обработке **скорость резания** определяют по следующей эмпирической формуле

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m}, \text{ м/мин} \quad (2.30)$$

где C - коэффициент, учитывающий физико-механические свойства нанесенного материала;

t – глубина резания, мм.;

S – подача в мм/об.;

T - стойкость инструмента, мин;

x, y, m - показатели степени.

Все величины C ; T ; x ; y и m приводятся в справочниках и таблицах (2.16-2.18).

После вычисления скорости резания определяют частоту вращения шпинделя станка, соответствующую этой скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об / мин} \quad (2.31)$$

где D - диаметр детали, мм.

Так как на станке точно такой частоты вращения шпинделя может не быть вследствие ступенчатого регулирования, то назначают ближайшую меньшую частоту вращения.

Глубина резания $t = z_2$ мм, (табл. 6).

Подача для чернового точения выбирается по таблицам 2.19-2.20 (для учебных целей).

Таблица 2.19 - Подачи при обтачивании деталей из стали

Глубина Резания t , мм	Диаметр детали в мм							
	18	30	50	80	120	180	260	Св.260
	Подача S , мм/об							
До 5	до 0,25	0,2-0,5	0,4-0,8	0,6-1,2	1,0-1,4	1,4	1,4	1,4

Таблица 2.20 - Подачи при растачивании

Глубина Резания	Диаметр круглого сечения державки резца в мм					
	10	15	20	25	30	40
	Вылет резца в мм					
	50	80	100	125	150	200
	Подача S , мм/об					
Сталь $t=2$	0,05-0,08	0,08-0,20	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,0	-
$t=3$	-	0,08-0,12	0,10-0,25	0,15-0,40	0,20-0,50	0,25-0,60
Чугун $t=2$	0,08-0,12	0,25-0,40	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
$t=3$	0,05-0,08	0,15-0,25	0,30-0,50	0,50-0,90	0,90-1,20	-

Требуемая шероховатость обработанной поверхности является основным фактором, определяющим подачу при чистовом точении (таблица 2.21).

Таблица 2.21 - Подача в зависимости от заданной шероховатости поверхности для токарного резца со значениями главного и вспомогательного углов в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$

Диапазон скорости резания, м/мин	Шероховатость поверхности, Ra мкм	Радиус при вершине резца r, мм					
		0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
		Подача S, мм/об					
Весь диапазон	80-40	-	-	-	-	2,80	3,2
	40-20	-	-	1,45	1,60	1,90	2,10
	20-10	0,46	0,58-0,89	0,67-1,05	0,73-1,15	0,85-1,30	0,93-1,45
	10-5,0	0,20-0,35	0,25-0,44	0,29-0,51	0,32-0,57	0,37-0,65	0,41-0,71
	5,0-2,5	0,13	0,12-0,17	0,14-0,20	0,16-0,22	0,13-0,26	0,15-0,30

Таблица 2.22 - Стойкость инструмента

Материал резца	Сечение резца в мм				
	16×25	20×30	25×40	40×60	60×90
	Стойкость резца Г (в мин)				
Быстро режущая сталь	60	60	90	120	150
Металлокерамический твердый сплав	90	90	120	150	180

Значение C выбирается согласно таблице 2.23.

Значение t выбирается согласно таблице 2.24.

Таблица 2.23 - Значение C

Обрабатываемый материал	C
Сталь, стальное литье	41,7
Серый чугун и медные сплавы	24,0

Таблица 2.24 - Значение t

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия обработки	t		
			быстро режущая сталь	сплав ТК	сплав ВК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	Проходные	С охлаждением	0,125	0,125	0,150
	Подрезные Расточные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,150
	Отрезные	Без охлаждения	0,200	-	0,150
Серый чугун	Проходные Подрезные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	Расточные Отрезные	Без охлаждения	0,150	-	0,200

Значение (x) при обработке стали - 0,18, при обработке чугуна - 0,15. Значение (y) при обработке стали - 0,27, при обработке чугуна - 0,30.

Режимы обработки шлифованием восстановленных деталей

Основными параметрами режима обработки восстановленных деталей являются: скорость резания (V), подача (S) и глубина резания (t).

Скорость резания (м/с) равна окружной скорости точки на периферии шлифовального круга

$$V = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.32)$$

где n_k - частота вращения круга, об/мин;

D_k - наружный диаметр шлифовального круга, мм.

Шлифование с продольной подачей

Глубина шлифования:

$t = (0,005-0,015)$ мм - проход при круглом чистовом шлифовании;

$t = (0,010-0,025)$ мм - при черновом шлифовании.

Число проходов:

$$i = z/t. \quad (2.33)$$

где z - припуск на шлифование (на сторону) в мм.

Продольная подача S , мин/об:

$$S = S_D \cdot B_K \quad (2.34)$$

S_D - продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали,

B_K - ширина шлифовального круга в мм (B_K - 20-60 мм).

При круглом шлифовании S зависит от вида шлифования:

1. $S = (0,3-0,5) B_K$ - при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром меньше 20 мм;
2. $S = (0,6-0,7) B_K$ - при черновом шлифовании деталей, из любых материалов, диаметром более 20 мм;
3. $S = (0,75-0,85) B_K$ - для деталей из чугуна;
4. $S = (0,2-0,3) B_K$ - при чистовом шлифовании независимо от материала и диаметра детали.

Окружная скорость детали V_D :

$V_D = 20-80$ м/мин (для черного шлифования).

$V_D = 2-5$ м/мин (для чистового шлифования). Число оборотов детали (частота вращения) определяется по формуле (20). Скорость продольного перемещения стола V_{CT} :

$$V_{CT} = \frac{S \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (2.35)$$

Основное время при шлифовании

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S} \cdot K, \quad (2.36)$$

где L - длина продольного хода стола определяется по формулам:

- при шлифовании на проход,

$$L = l + (0,2 \div 0,4) B_K, \text{ мм;} \quad (2.37)$$

- при шлифовании в упор,

$$L = l - (0,4 \div 0,6) B_K, \text{ мм;} \quad (2.38)$$

l - длина шлифуемой поверхности, мм;

K - коэффициент точности (коэффициент выхаживания, равный при черновом шлифовании 1,1; при чистовом - 1,4).

Шлифование с поперечной подачей (методом врезания). Врезное шлифование является производительным методом обработки. Оно осуществляется с поперечной подачей до достижения необходимого размера поверхности (продольная подача отсутствует). Шлифовальный круг перекрывает всю (длину) ширину обрабатываемой поверхности детали.

Рекомендуемые продольные подачи в долях ширины круга и окружные скорости детали приведены в таблице 2.25.

Таблица 2.25 - Рекомендуемые продольные подачи и окружные скорости детали

вид шлифования	материал детали	диаметр детали, мм		окружная скорость детали, м/мин
		$d < 20$	$d > 20$	
черновое	сталь	0,3...0,5	0,6...0,7	20...80
	чугун	0,3...0,5	0,75...0,85	
чистовое	сталь	0,2...0,3		2...5
	чугун			

Число оборотов детали определяют по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об / мин} \quad (2.39)$$

где V - окружная скорость детали, м/мин;

D - диаметр детали, мм.

При круглом шлифовании с поперечной подачей (методом врезания), шлифовальный круг полностью перекрывает длину обрабатываемой поверхности, т.е. продольная подача отсутствует.

Поперечная подача выбирается равной 0,0025...0,02 мм/об. Все остальные параметры режима шлифования (V , n и t) выбираются аналогичным образом, как и при продольном шлифовании.

Хонингование. Расчет режимов хонингования сводится к определению скоростей вращательного (V_{BP}) и возвратно-поступательного ($V_{ВП}$) движения, числа оборотов хоны (n_x), длины хода хонинговальной головки (L_x) и числа ее двойных ходов ($n_{дв.х}$).

Окружная (V_{BP}) и возвратно-поступательная ($V_{ВП}$) скорости при хонинговании выбираются в зависимости от материала и твердости обрабатываемой детали, материала хонинговальных брусков по справочной литературе.

По выбранной окружной скорости определяется количество оборотов хонинговальной головки

$$n_x = \frac{1000 \cdot V_{BP}}{\pi \cdot D_p}, \quad (2.40)$$

Полученное количество оборотов уточняется с учетом паспортных данных станка 3Г833 (155, 260, 400 мин⁻¹), а по ним подсчитывается фактическая окружная скорость доводочной головки (V_{BP}).

Длина хода доводочной головки рассчитывается по формуле

$$L_x = l_1 + 2l_2 - l_B, \quad (2.41)$$

где l_1 – длина обрабатываемого цилиндра, мм;

l_2 – перебеги бруска, мм ($l_2 = 20\text{--}30$ мм);

l_B – длина бруска, мм ($l_B = 100$ мм).

Число двойных ходов головки определяется по формуле

$$n_{дв.х} = \frac{1000 \cdot V_{ВП}}{2 \cdot L_x}, \quad (2.42)$$

При выполнении курсовой работы рекомендуются оптимальные режимы восстановления и механической обработки выбирать по справочным данным.

2.5.6 Расчет норм времени на технологические операции

В ремонтном производстве применяются две формы норм труда: норма времени (T_H) и норма выработки (T_B).

Норма времени представляет собой время, необходимое для изготовления (восстановления) единицы продукции, а норма выработки количество продукции, которое необходимо произвести в единицу времени.

При выполнении курсовой работы рассчитывают норму времени на разборочно-сборочные работы, восстановление детали и механическую обработку.

Норма времени складывается из следующих элементов затрат времени

$$T_H = T_O + T_{BC} + T_{OTO} + T_{OTD} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \quad (2.43)$$

где T_O - основное технологическое время;

T_{BC} - вспомогательное время;

T_{OTO} - время организационно-технического обслуживания;

T_{OTD} - время перерывов и на отдух;

$T_{ПЗ}$ - подготовительно-заключительное время;

n - количество деталей в партии;

$$T_{ШТ} = T_O + T_{BC} + T_{OTO} + T_{OTD}, \quad (2.44)$$

где $T_{ШТ}$ - штучное время.

Сумма $T_O + T_B = T_{OP}$ представляет собой оперативное время, сумма

$T_{OTO} + T_{OTD} = T_{ДОП}$ - дополнительное время, а сумма

$T_{OP} + T_{ДОП} = T_{ШТ}$ - штучное время.

Нормирование разборочно-сборочных работ

Техническое нормирование разборочно-сборочных работ может осуществляться путем установления технически обоснованных норм и применения микроэлементных нормативов времени.

При определении технически обоснованных норм на разборочно-сборочные работы учитывают следующие особенности - основное и вспомогательное время на выполнение ручной однотипной работы определяют хронометражем.

Содержание и последовательность приемов и движений при выполнении одной и той же операции могут быть разными, т.к. ручные работы выполняются в определенных организационно-технических условиях.

Для определения норм времени на разборку и сборку на рабочих местах измеряют затраты времени на отдельные переходы или операции. Особое внимание уделяют замеру оперативного времени.

Затраты дополнительного и ПЗ времени, хотя и фиксируют в карте, но при обработке результатов наблюдений их не включают в норму времени, т.к. не всегда удается точно и правильно их классифицировать и оценить.

При расчете норм времени по результатам хронометража за основу принимают полученные затраты только оперативного времени, а норму времени определяют по формуле

$$T_H = 1,2 T_{Op} . \quad (2.45)$$

Для установления нормы времени на разборку и сборку проводят не менее трех наблюдений в одинаковых производственных условиях за машинами одной и той же марки.

Разборка (сборка) машины проводится по типовому технологическому процессу. Для надежности результатов наблюдения необходимо, чтобы разборку (сборку) производили наиболее квалифицированные рабочие соответствующих разрядов и имеющие опыт ремонта машины данной марки. Отсутствие ка-

кой-либо оснастки, предусмотренной технологическим процессом, должно быть оговорено в карте наблюдений и учтено при определении нормы времени.

В основу микроэлементного нормирования положен принцип представления сложных разборочно-сборочных операций как сочетание простейших элементарных приемов: взять, повернуть, разъединить, опустить и т.д. Под простейшим элементарным приемом (микроэлемент) следует понимать такой прием процесса, который далее расчленишь невозможно или нецелесообразно. Простейшие элементарные приемы положены в основу определения норм времени на разборочно-сборочных работах. Базовая система микроэлементных нормативов времени представлена в виде таблиц в справочниках.

В курсовой работе нормы времени на разборочно-сборочные работы рекомендуется определять по единым нормам времени на разборочно-сборочные работы при капитальном ремонте тракторов и автомобилей, выпускаемых ГОСНИТИ.

***Расчет норм времени автоматических видов наплавки
и электроконтактной наварки металлической ленты***

Норма времени на выполнение наплавочных работ под слоем флюса и другими механизированными способами наплавки (T_H) складывается из следующих элементов затрат времени

$$T_H = T_O + T_{BC} + T_{ДОП} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \quad (2.46)$$

где T_O - основное время наплавки определяется по следующей формуле

$$T_O = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad (2.47)$$

где L - длина наплавляемой поверхности детали, мм;

i - число проходов для получения необходимой толщины покрытия;

S - шаг наплавки, мм/об;

n - число оборотов шпинделя (детали) наплавочной установки, об/мин.

Вспомогательное время (T_{BC}) для наплавочных работ (наплавка под слоем флюса, вибродуговая наплавка, наплавка в среде углекислого газа) принимается равным 2...4 мин.

Дополнительное время ($T_{доп}$) определяется как доля оперативного времени (K), %, т.е.

$$T_{доп} = \frac{(T_O + T_{BC}) \cdot K}{100}, \quad (2.48)$$

где $K = 10-14\%$ - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$T_{ПЗ}$ - принимается (в учебных целях) равным 16-20 мин.

T_{BC} - вспомогательное время наплавки (в учебных целях для механизированных способов наплавки принимается равным 2 – 4 мин.);

Расчет норм времени при восстановлении деталей гальваническими методами

При восстановлении деталей гальваническими покрытиями норма времени на одну деталь определяется по формуле

$$T_H = \frac{(T_O + T_B) \cdot K_{ПД}}{N \cdot n_d \cdot \eta_U}, \quad (2.49)$$

где T_O - основное время электролитического осаждения металла в ванне, ч;

T_B - время на загрузку и выгрузку деталей принимается равным 0,1...0,2 ч;

$K_{ПД}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительное время (для холодных электролитов $K_{ПД} = 1,10...1,15$;

для горячих электролитов – $K_{ПД} = 1,15...1,25$);

N - число основных одноименных ванн, обслуживаемых рабочим или бригадой рабочих;

n_d - число деталей одновременно восстанавливаемых в ванне;

η_U - коэффициент использования ванны (0,8...0,95).

Основное время на нанесение покрытий определяют по формуле

$$T_O = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{N \cdot D_K \cdot C \cdot \varphi}, \quad (2.50)$$

где h - толщина слоя покрытия, мм;

γ - плотность осаждаемого металла, г/см³;

D_K - катодная плотность тока, А/дм²;

C - электрохимический эквивалент металла, г/А ч;

φ - выход металла по току, %.

***Расчет норм времени при механической обработке
восстановленных деталей***

Нормы времени при токарной обработке детали определяют выражением

$$T_H = T_O + T_{BC} + T_{ДОП} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \quad (2.51)$$

где T_O - основное (машинное) время при токарной обработке.

$$T_O = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad (2.52)$$

где $L = l + \Delta l$ - расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

Δl - длина врезания и перебега резца, мм;

i - число проходов;

S - подача резца, мм/об;

n - число оборотов шпинделя (детали) станка, об/мин.

Вспомогательное (T_{BC}), дополнительное ($T_{ДОП}$) и подготовительно-заключительное время выбираются из справочных таблиц.

Основное (машинное) время при продольном шлифовании определяется по формуле

$$T_O = \frac{L \cdot Z \cdot K}{n \cdot S_{ПР} \cdot B_K \cdot S_t}, \quad (2.53)$$

где L - длина продольного хода стола, мм;

Z - припуск на шлифование, мм;

K - коэффициент выхаживания (точности, равный при черновом шлифовании 1,1, а при чистовом - 1,4);

n - число оборотов детали, об/мин;

$S_{\text{пр}}$ - продольная подача в долях ширины круга;

$B_{\text{к}}$ - ширина круга, мм;

St - глубина шлифования за один проход (при чистовом шлифовании

$St = 0,005 \dots 0,015$ мм, при черновом - $0,010 \dots 0,015$).

Вспомогательное ($T_{\text{в}}$), дополнительное ($T_{\text{доп}}$) и подготовительно-заключительное время выбираются из справочных таблиц.

3 Оформление графической части курсовой работы

В курсовой работе выполняются следующие виды графических и технологических документов:

1. Структурная схема разборки (сборки) изделия или сборочной единицы на формате А3-А4, 1 л.
2. Ремонтный чертеж детали на формате А3-А4, 1л.
3. Сборочный чертеж изделия или сборочной единицы на формате А3, 1л.
4. Маршрутная карта на восстановление, карты эскизов и дефектации, операционные карты в соответствии маршрутной карте.

Каждая технологическая карта выполняется на формате А4 и представляется в приложении пояснительной записки.

5. Схемы других маршрутов технологического процесса восстановления на формате А4.

Правила и порядок разработки структурной схемы разборки (сборки) изделия изложены в разделе 2 данного пособия.

Ремонтные чертежи деталей (сборочных единиц) являются рабочими конструкторскими документами, предназначенными для организации ремонтного производства, содержащими информацию технологического характера.

Основными документами и данными, которые необходимы для разработки ремонтного чертежа, являются:

1. Рабочий чертеж на изготовление детали;
2. Технические требования на дефектацию детали;
3. Коэффициенты повторяемости дефектов;
4. Технические требования на восстановленную деталь;
5. Способы устранения дефектов.

Правила выполнения ремонтного чертежа

Ремонтные чертежи выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ 2.604-2000 "Чертежи ремонтные".

На ремонтных чертежах указывают только те размеры, предельные отклонения, натяги, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены при ремонте изделия, а также только те виды, разрезы, сечения, которые необходимы для ремонта изделия.

На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие обработке при ремонте, выполняют сплошной толстой основной линией, остальные части изображения - сплошной тонкой линией (см. рисунок 3.1).

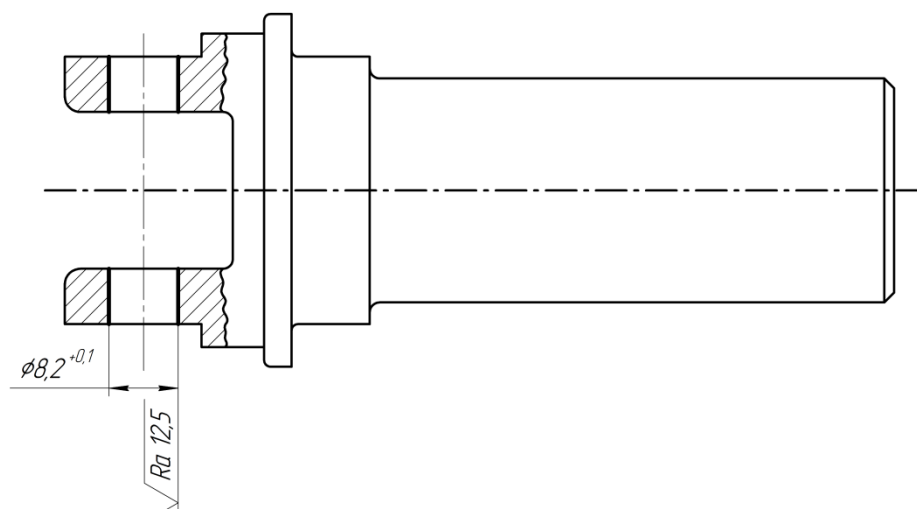


Рисунок 3.1 – Ремонтный чертеж при обработке поверхностей $\phi 8,2^{+0,1}$

Если у отдельных элементов ремонтируемого изделия меняется конфигурация, то измененную часть показывают сплошной толстой основной линией, а не измененную часть - сплошной тонкой линией (см. рис. 7).

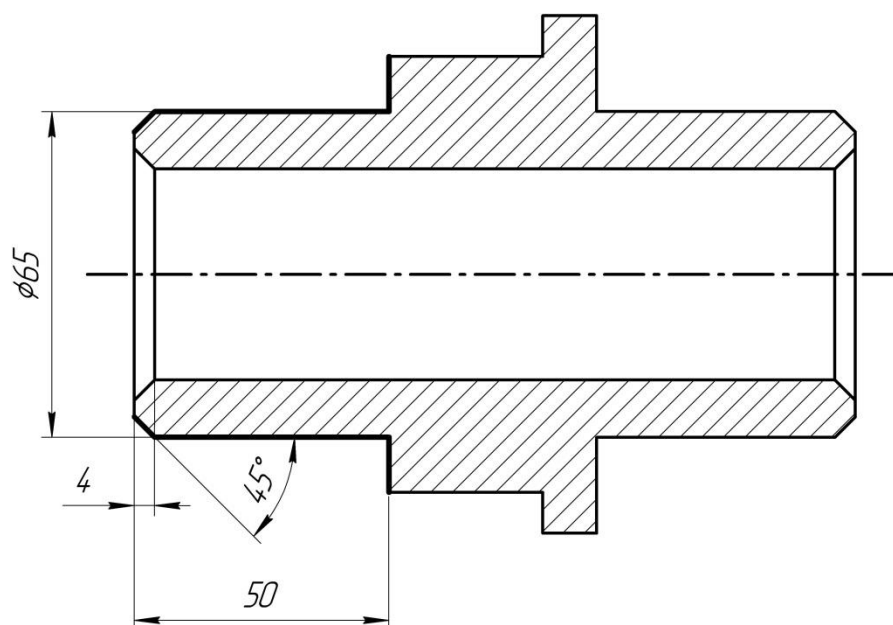


Рисунок 3.2 – Ремонтный чертеж отдельных элементов ремонтируемого изделия

На детали места, подлежащие ремонту сваркой, пайкой, нанесением металлопокрытий и т.п. рекомендуется выделять соответствующий участок (см. рисунок 8).

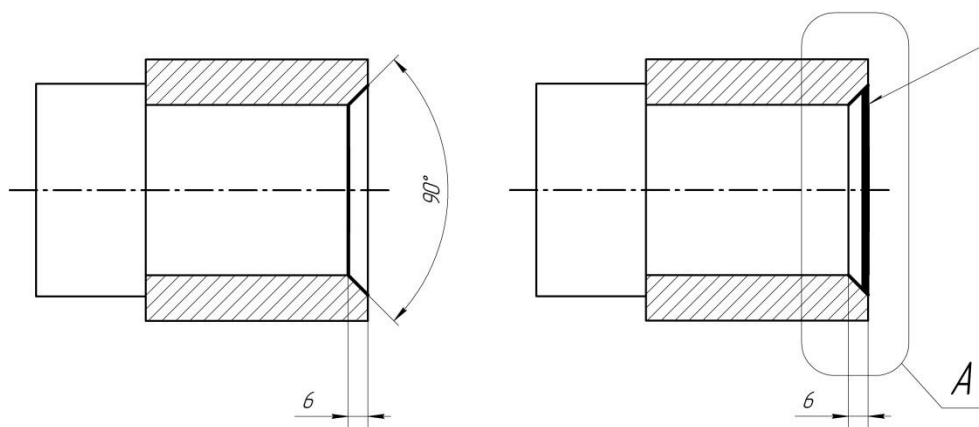


Рисунок 3.3 – Ремонтный чертеж детали поверхности, которой подлежат ремонту сваркой, пайкой, нанесением металлопокрытий

При ремонте изделия наплавкой, заливкой (сварка, пайка и т.д.) на ремонтном чертеже указывают наименование, марку, размеры материала, используемого при ремонте, а также обозначение стандарта на материал (см. рисунок 9).

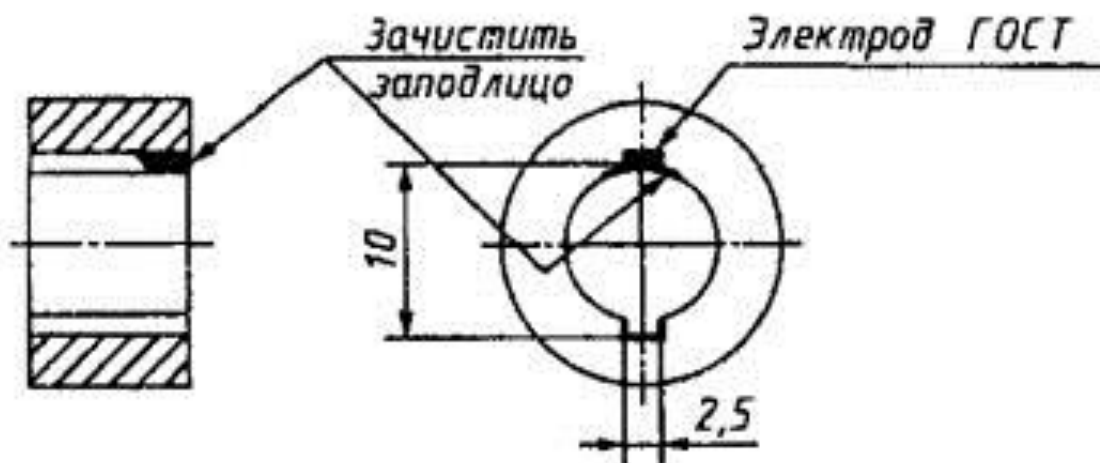


Рисунок 3.4

Если при ремонте изделия удаляют изношенную часть и заменяют ее новой, то удаляемую часть изображают тонкой штрих-пунктирной линией с двумя точками.

Новую часть выполняют на самостоятельном ремонтном чертеже.

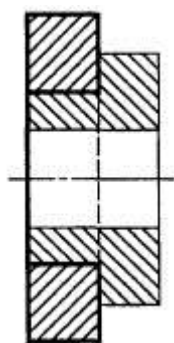


Рисунок 3.5

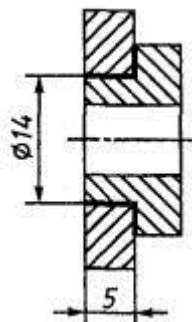


Рисунок 3.6

На ремонтном чертеже изделия, для которого установлены пригоночные размеры, при необходимости, указывают установочные базы для пригонки «по месту».

На ремонтных чертежах категоричные и пригоночные размеры, а также размеры изделия, ремонтируемого снятием минимально необходимого слоя материала, проставляют буквенными обозначениями, а их числовые значения и другие данные указывают на полках линий-выносок или в таблице.

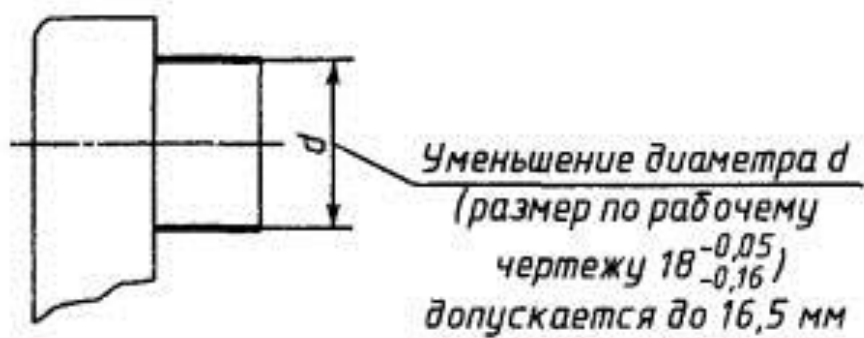


Рисунок 3.7

Условное обозначение размера	Размер по рабочему чертежу	Категория ремонтного размера		
		1	2	3
d	$18_{+0,018}$	$17,8_{+0,018}$	$17,5_{+0,018}$	$17,4_{+0,018}$

Изнoшенную шейку обра-
ботать под категорийный
размер

Рисунок 3.8

На ремонтных чертежах изделий для определения способа ремонта помещают технологические указания, которые являются единственными для восстановления эксплуатационных характеристик изделия.

Технологические требования, относящиеся к отдельному элементу изделия, помещают на ремонтном чертеже, как правило, рядом с соответствующим элементом или участком изделия.

Если на ремонтном чертеже одного изделия дано исчерпывающее указание об изготовлении другого (сопряженного) изделия по рабочей конструкторской документации (рисунок 9) и эта документация включена в комплект докумен-

тов для ремонта, то отдельный ремонтный чертеж на сопряженное изделие не выпускают.



Рисунок 3.9

Более подробное описание требований на выполнение ремонтных чертежей изложены в ГОСТ 2.604-2000 "Чертежи ремонтные".

Система обозначения технологических документов

Перечень основных видов технологических документов, применяемых при выполнении технологической части проекта, приведен в таблице 3.1. Формы технологических карт приведены в приложении данного пособия.

ГОСТ 3.1201 устанавливает единую систему обозначения технологических документов следующей структуры и кодирования (см. рисунок 3.10).

Для кодового обозначения документации следует применять арабские цифры от 0 до 9.

После кода организации-разработчика и кода характеристики документации следует проставлять точку.

При обозначении кода организации-разработчика в курсовой работе меняют код кафедры ТС и ОД - 11.

Код характеристики документа состоит из трех частей. Первые две цифры соответствуют коду вида технологического документа (см. таблицу 3.1).

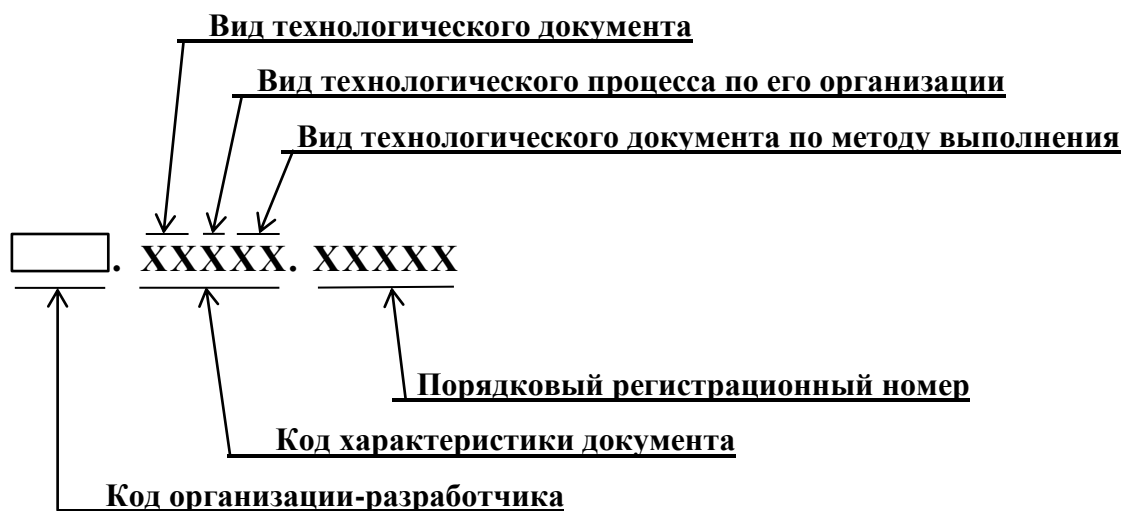


Рисунок 3.10 - Структура обозначения технологических документов

Следующая цифра соответствует коду вида технологического процесса по его организации. Код вида технологического процесса по его организации установлен следующий: 1 - единичный процесс; 2 - типовой процесс; 3 - групповой процесс. Последние две-три цифры кода характеристики документа соответствуют коду вида технологического процесса по методу выполнения.

Наиболее часто применяемые при ремонте изделий и восстановлении деталей виды технологических процессов по методу выполнения имеют следующие коды: 02 - ремонт; 02-1 - разборка; 02-2 - очистка; 02-3 - дефектация; 02-4 - наплавка; 02-5 - восстановление; 03 - технический контроль; 40 - механическая обработка; 50 - термическая обработка; 71 - нанесение гальванических и химических покрытий; 91 - дуговая сварка и наплавка и т.д.

Порядковые регистрационные номера присваивает организация-разработчик с номера 00001 до 99999 в пределах каждого кода характеристики документа.

Например, имеется технологический документ с обозначением

11. 101021. 00001:

Маршрутная карта (МК - 10 см. таблицу 3.2), единичного (1) - технологического процесса разборки (021), порядковый регистрационный номер (00001),

код организации-разработчика (11) - кафедра технического сервиса и инженерных дисциплин ИрГАУ.

Таблица 3.1 - Перечень основных технологических документов для курсовой работы

№ п/п	Вид документа				
	условное обозначение	код	название документа	ГОСТ	форма
1	ВТД	40	Ведомость технологических документов	3.1119	1,1а
2	МК	10	Маршрутная карта	3.1118	1,1а
3	КТТП	50	Карта типовых технологических процессов нанесения химических и электротехнических покрытий	3.1408	3,3а
4	КД	72	Карта эскиза	3.1105	5,5а
5	КЭ	20	Карта дефектации	3.1115	4,4а
6	ВО	42	Ведомость оснастки	3.1105	9,9а
7	КТП	50	Карта технологического процесса обработки резанием	3.1104	1,1а
8	ОК	60	Операционные карты механической обработки	3.1404	2,2а
9	ОК	60	Карта дуговой наплавки	3.1118	1,1а

3.1 Оформление технологической документации

После разработки технологического процесса восстановления детали оформляют технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД.

Применительно к операциям обработки резанием правила записи операций и переходов обработки регламентированы ГОСТ 3.1702-79.

Наименование операций обработки резанием (приложение 5) должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагатель-

ным в именительном падеже, например: «Агрегатная», «Зубострогальная» и т. п.

Запись содержания технологического процесса выполняют в форме маршрутного или операционного описания. Первое применяют в единичном, опытном и мелкосерийном производствах на соответствующих формах маршрутных карт (МК). Второе применяют в массовом и серийном производстве. Допускается применять операционное описание в единичном и опытном производствах. Кроме этого, допускается использование маршрутно-операционного описания технологических процессов на маршрутных картах.

В содержании операции (перехода) должно быть включено:

- ключевое слово (приложение б), характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например: точить, фрезеровать, сверлить и т. п.);

- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (приложение);

- дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

При записи содержания операции (перехода) допускается полная или сокращенная форма записи.

Полную запись следует использовать при отсутствии графических изображений (например, карты эскизов) и для комплексного отражения всех действий, выполняемых исполнителем или исполнителями.

Сокращенную запись следует выполнять при наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке. В этом случае в записи содержания операции (перехода) дополнительная информация не указывается.

Формы и правила оформления маршрутных карт (МК) при разработке технологических процессов восстановления деталей установлены ГОСТ 3.1118-

82 (в контрольной работе рекомендуются формы 1, 2, 1б). Карты технологического процесса (КТП) и операционные карты (ОК) оформляют в соответствии с ГОСТ 3.1404-86 (формы 1, 1а и формы 2, 3, 2а, соответственно). Операционная карта слесарных и слесарно-сборочных работ – по ГОСТ 3.1407-86 (формы 1 и 1а). Карта технологического процесса термической обработки – по ГОСТ 3.1405-86 (формы 1 и 1а). Карта типового технологического процесса нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки – по ГОСТ 3.1408-85 (формы 1 и 1а). Карта типового технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий – по ГОСТ 3.1408-85 (формы 3 и 3а). Операционная карта технического контроля – по ГОСТ 3.1502-85 (формы 1 и 1а). Карта регистрации результатов испытания – по ГОСТ 3.1507-84 (формы 1,3).

Порядок заполнения информации в технологических картах на примере маршрутной карты показан на рисунке 3.11.

Приводимые на рисунке 3.11 цифры – позиции у выносных линий означают следующее:

1 – обозначение служебных символов:

А – номер цеха, участка, рабочего места, номер операции, код и наименование документа, операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции;

Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам;

М – информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, вспомогательных и комплектующих материалах с указанием их кода, кода единицы величины, количества на изделие и нормы расхода;

О – содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжения информации переносится на следующие строки. При отсутствии эскизов обработки здесь записывают размеры обработки отдельных поверхностей;

Т – информация о технологической оснастке в такой последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснаст-

ки указывается код в соответствии с классификатором. Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Выборочно коды высшей группировки. Низшую группировку в курсовом проекте можно указать в виде знака «XXX». Количество одинаковой одновременно работающей оснастки указывается цифрой в скобках, например: «39842. XXXX (2) – фреза угловая Р6М5»;

Р – строка вводится, если требуется указать информацию о режимах обработки;

2 – графы: номер цеха, участка и рабочего места (в курсовом проекте можно заполнить в виде условного кода «XX»);

3 – номер операции в технологической последовательности изготовления, контроля и перемещения. Рекомендуется нумерация операций: 005, 010, 015, 020;

4 – код материала (графу можно не заполнять – ставится прочерк);

5 – в графе «М01» указываются наименование, сортамент, размер и марка материала, номер стандарта – т.е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде: $KPYT \frac{B25ГОСТ2590-88}{45ГОСТ1050-88}$.

В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/»

6 – код единицы величины – массы, длины, площади и т. п. детали или заготовки по классификатору (для массы, указанной в кг, – код 166, в г – 163, в т – 168);

7 – код операции согласно классификатору технологических операций (например, 4220 – для расточной операции; 4221 – для горизонтально-расточной операции и т.п.). При наличии операции, выполняемой на станке с программным управлением, к коду операции добавляется код «4103». После кода операции записывается ее наименование;

8 – код оборудования, который включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группиров-

ки. Низшая группировка оборудования в курсовом проекте условно может быть указана знаком «xxxx»;

9 – код степени механизации труда (указывается цифрой):

- наблюдение за работой автоматов – 1;
- работа с помощью машин и автоматов – 2;
- ручную при машинах и автоматах – 3;
- ручную без машин и автоматов – 4;
- ручную при наладке машин и ремонте – 5.

10 – код профессии согласно классификатору;

11 – разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда: 10 – сдельная форма оплаты труда; 11- сдельная система оплаты труда прямая; 12 – сдельная система оплаты труда премиальная; 13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная; 20 – повременная форма оплаты труда; 21 – повременная система оплаты труда простая; 22 – повременная система оплаты труда премиальная;

12 – код условий труда, включает в себя цифру условий труда: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые и особо вредные. Кроме этого указывают и букву, определяющую вид нормы времени: Р – аналитически-расчетная; расчетная; И – аналитически-исследовательская; Х – хронометражная; 0 – опытно-статистическая;

13 – обозначение документов, применяемых при выполнении данной операции (например, ИОТ – инструкция по охране труда);

14 – обозначения профиля и размеров заготовок. Рекомендуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину (например: 20x50x300, Ш35);

15 – количество исполнителей, занятых при выполнении операции;

16 – количество одновременно обрабатываемых заготовок;

17 – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки (например – прутка);

18 – единица нормирования, на которую установлена норма времени (например: 1, 10, 100 шт.);

19 – масса заготовки;

20 – объем производственной партии в штуках;

21 – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков:

количество станков	1	2	3	4	5
коэффициент	1	0,65	0,48	0,35	0,32

22 – норма штучного времени на операцию;

23 – норма подготовительно – заключительного времени на операцию;

24 – коды технологической оснастки по классификатору.

Примеры оформления МК и ОК изготовления и восстановления деталей приведены в приложении.

Оформление маршрутной карты

Формы и правила оформления маршрутных карт, применяемых при разработке технологических процессов изготовления или ремонта изделий, в основном и вспомогательном производстве устанавливаются ГОСТ 3.1118-82. Формы маршрутных карт, установленные ГОСТ 3.1118-82, являются унифицированными. Выбор и установление области применения соответствующих форм МК зависит от вида технологического процесса и ремонта изделий, назначения формы в составе комплекта документов и применяемых методов проектирования документов. Выбор и установление области применения формы МК осуществляет разработчик документов в соответствии с порядком, установленным в отрасли или на предприятии и рекомендации ГОСТ 3.1118-82.

В ремонтном производстве агропромышленного комплекса России порядок разработки и оформления технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление изношенных деталей установлены РТМ 10.0024.

В маршрутной карте информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ (см. табл. 18). В качестве служебных символов приняты буквы русского алфавита, поставленные перед номером соответствующей строки, например, М01, А12 и т.д. Типы строк определяются составом информации, которая должна быть занесена в эти строки. Например, наименование операции, оборудования, оснастки должны записываться в разных строках.

Запись информации для каждой операции по типам строк производится в последовательности, указанной в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Служебные символы строк МК

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А*	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции.
Б**	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам.
В**	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции.
Г**	Обозначение документов, применяемых при выполнении операции.
Д**	Код, наименование оборудования.
Е**	Информация по трудозатратам.
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
О	Содержание операции (перехода).
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке.
Примечание: * - применяется только для форм с горизонтальным расположением поля под-	

шивки;

** - применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки.

Таблица 3.3 - Последовательность записи информации по типам строк

Вид технологического процесса	Вид описания	Номер формы МК	Очередность заполнения служебных символов (типы строк)
Единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов обработки	маршрутное	1,5	М01, М02, А, Б, О, Т А, Б, О, Т
		1а, 1б, 5а	М01, М02, М03, В, Г, Д, Е, О, Т
		3	Д, Е, О, Т
		3а, 3б	В, Г, Д, Е, О, Т
	операционное	1,5	М01, М02, А, Б
		1а, 1б, 5а	А, Б
		3	М01, М02, М03, В, Г, Д, Е

Примечание: При маршрутно-операционном описании технологического процесса очередность заполнения служебных символов производится в зависимости от вида описания данной операции.

В каждой строке формы МК имеются вертикально разделенные графы. При записи информации на строках следует руководствоваться правилами по заполнению соответствующих граф, расположенных на этих строках (см. табл.20).

При заполнении строк, имеющих служебный символ О, руководствуются требованиями ЕСТД, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись выполняют в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки.

При заполнении строк, имеющих служебный символ Т, информацию по применяемой им операции технологической оснастки, записывают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; специальный инструмент и средства измерения.

Таблица 3.4 - Информация, заносимая в графы в соответствии с
ГОСТ 3.1118-82

Номер графы	Наименование (условное обозначение)	Служебный символ	Содержание информации
1	-	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например, М02, Б04. Допускается при указании номера строки в пределах от 01 до 09 применять вместо 0 знак Ø, например, М Ø2, БØ4.
2	-	М01	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака дроби "/", например, лист БОН - 2,5X1000x2500 ГОСТ 19903-74/III-IV В Ст. 3 ГОСТ 14637-89
3	код	М02	Код материала по классификатору
4	ЕВ	М02,К,Н,М	Код единицы величины (массы, длины, площади и т. п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СОЕВС. Допускается указывать единицы измерения величины.
5	МД	М02	Масса детали по конструкторскому документу
6	ЕН	М02, Б, К, Е, Н, М	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например, 1, 10, 100.
7	Н.расх.	М02, К, Н, М	Норма расхода материала
8	КИМ	М02	Коэффициент использования материала. При автоматизированном проектировании допускается графу не заполнять.
9	код заготовки	М02, М03	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливки, прокат, проковка и т. п.)
10	профиль и	М02, М03	Профиль и размеры исходной заготовки. Инфор-

	размеры		мацию по размерам следует указывать исходя из имеющихся габаритов, например, лист 1,0X710X1420, 115X270X390 (для отливки). Допускается профиль не указывать.
11	КД	М02, М03	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.
12	МЗ	М02, М03	Масса заготовки
13	-	-	Графа для особых указаний. Порядок заполнения графы и обязательность заполнения устанавливаются в отраслевых нормативно-технических документах.
14	Цех	А, В	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция.
15	Уч.	А, В	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т. п.
16	РМ	А, В	Номер (код) рабочего места
17	Опер.	А, В	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение).
18	Код, наименование операции	А, В	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Примечание. Допускается код операции не указывать.
19	Обозначение документа	А, Г	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов следует указывать через разделительный знак ";" с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки.
20	Код, наименование оборудования	Б, Д	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак ";". Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель. Допускается не указывать инвентарный номер.
22	Проф.	Б, Е	Код профессии по классификатору ОКПДТР.
23	Р	Б, Е	Разряд работы, необходимый для выполнения операции.
24	УТ	Б, Е	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы.
25	КР	Б, Е	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции.
26	КОИД	Б, Е	Количество одновременно изготавливаемых (об-

			рабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции Примечание. При выполнении процесса перемещения следует указывать объем грузовой единицы - количество деталей в таре.
29	Тпз	Б, Е	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.
30	Тшт	Б, Е	Норма штучного времени на операцию. Примечание. Допускается, в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами, для МК, применяемой при производстве опытного образца (опытной партии), взамен информации, предусмотренной для внесения в графы 29 и 30, вносить соответственно информацию по Тшт.к (норма штучно-калькуляционного времени на операцию) и Расц. (расценка на единицу нормирования, применяемая для операции).
32	Обозначение, код	Б, Е	Обозначение деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или материалов по классификатору.
33	ОПП	К, Н, М	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т. п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разборке - куда поступают
34	КИ	К, Н, М	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке - количество получаемых.

Правила оформления карты эскизов

Карты эскизов выполняют на формах 5 и 5а по ГОСТ 3.1105-84 "Формы и правила оформления документов общего назначения". Карта эскизов (КЭ) представляет собой графический документ, содержащий эскизы, схемы, графики, таблицы и т.д., предназначенный для пояснений технологического процесса, операции или перехода.

Эскизы выполняют с соблюдением или без соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением примерной пропорции, с указанием элементов обрабатываемых поверхностей изделий, сборочных единиц и деталей.

Эскизы выполняют с применением чертежного инструмента, а также допускается выполнение от руки. Изображение на эскизах следует показывать в рабочем положении изделия на операции, если эскиз разработан к нескольким операциям, разрешается изображать изделие на эскизе в нерабочем положении.

Эскиз детали должен содержать размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости, баз, опор, зажимов и установочно-зажимных устройств, необходимых для выполнения операций, для которых разработан эскиз. Все размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей условно нумеруются арабскими цифрами. Эти номера проставляют в окружности диаметром 6...8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При этом в тексте содержания операции или перехода размеры и предельные отклонения обрабатываемой поверхности не указывают. При записи содержания операции или перехода номер размера или конструктивного элемента допускается не обводить окружностью, например: "Точить поверхность 1". Нумеровать следует по часовой стрелке.

Если в данном комплекте документов выполнено несколько эскизов одной и той же детали к разным операциям технологического процесса, допускается сквозная нумерация обрабатываемых поверхностей. При этом номера одной и той же поверхности, встречаемые в разных операциях, могут быть неодинаковыми. Если эскиз относится к нескольким операциям, то номера этих операций следует указывать на изображении изделия и подчеркивать. При изображении на поле карты эскизов нескольких отдельных эскизов для различных операций над каждым эскизом указывают номера операций и подчеркивают. Опоры, зажимы и установочные устройства изображают на эскизах в виде условных обозначений, предусмотренных ГОСТ 3.1107-81. Таблицы и графики, поясняющие эскиз, следует помещать на свободной части документа, справа от изделия. Обрабатываемые поверхности изделия следует обводить линией в два раза толще основной.

Правила оформления операционных карт

Операционная карта - это документ, предназначенный для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, режима, норм времени и данных о технологическом оснащении.

При проектировании технологического процесса на механическую обработку следует применять следующие документы:

- карту технологического процесса (КТП) - формы 1 и 1а;
- операционную карту (ОК) - формы 2, 2а и 3.

Запись информации следует выполнять построчно с привязкой к соответствующим служебным символам (таблица 3.5). Содержание перехода в документах следует указывать по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. При описании перехода необходимо указывать данные по T_O и T_B , их следует выполнять на уровне строки, где заканчивается описание содержания перехода.

Данные по технологическим режимам следует выполнять после записи применяемой технологической оснастки. Наименование и обозначение технологической оснастки следует записывать в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; средства измерения. В целях разделения информации по группам, допускается перед наименованием и обозначением оснастки применять условное обозначение их видов: приспособлений - ПР, вспомогательный инструмент - ВИ, режущий инструмент - РИ, средства измерения - СИ.

Графы форм документов заполняют в соответствии с таблицей 3.5.

Таблица 3.5 - Информация, заносимая в графы форм 1, 1а, 2, 2а, и 3 в

соответствии с ГОСТ 3.1404-86

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Содержание графы
29	$T_{ПЗ}$	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.

Продолжение таблицы 3.5

30	$T_{шт}$	Норма штучного времени на операцию.
31	-	Особые указания. Примечание. Для КТП и ОК в графе допускается записывать содержание перехода.
32	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ.
33	D или B	Расчетный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали.
34		Расчетный размер длины рабочего хода. Примечание. Данные в графах 33 и 34 следует указывать с учетом величины врезания и перебега.
35	t	Глубина резания
36	i	Число проходов
37	s	Подача, мм/об.
38	n	Число оборотов шпинделя в мин.
39	v	Скорость резания, м/мин.
40	Наименование операции	Наименование операции
41	материал	Краткая форма записи наименования и марки материала по ГОСТ 3.1104 - 81
42	твердость	Твердость материала заготовки, поступившей для обработки.
43	оборудование	Краткое наименование или модель оборудования. Примечание. Для станков с ЧПУ следует дополнительно указывать вид (тип) устройства ЧПУ.
44	обозначение программы	Обозначение программы в соответствии с требованиями отраслевых НТД. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ.
45	T_0	Норма основного времени.
46	T_B	Норма вспомогательного времени.
47	СОЖ	Информация по применяемой смазочно-охлаждающей жидкости.
48	обозначение	Поле для эскиза обрабатываемой детали.

Правила оформления карт типовых технологических процессов

Для карт типовых технологических процессов используют формы 1, 1а, 2 и 2а по ГОСТ 3.1408-85. Информацию заносят построчно с привязкой к соответствующим символам строк, указанным в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Служебные символы строк КТПП

Служебный символ	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные в строке
А	См. таблицу 3.2
Б	См. таблицу 3.2
И	Характеристика покрытия и информация об обрабатываемых деталях и технологических режимах.
М	Информация о применяемом вспомогательном материале с указанием наименования и кода материала, концентрации, вязкости, размера помола, плотности.
О	Содержание операции (перехода).
Р	Переменные данные по технологическим режимам.
С	Номер по порядку, обозначение детали или ГТП, наименование детали или ГТП, наименование марки основного материала, масса детали, группа сложности, код единицы величины.
Т	См. табл. 18.
Ш	Переменные данные по номерам цеха, участка, рабочего места, операции, трудозатратам.

Графы карт необходимо заполнять в соответствии с таблицей 3.7.

В форме КТПП для электрохимических, химических, лакокрасочных, полимерных покрытий необходимо включить строку Р1.

При включении строки Р1 форме КТПП следует присвоить номера 1, 1а и наименование "КТПП электрохимических, химических, полимерных, стеклоэмалевых покрытий...".

Для указания содержания операции (перехода) и применяемой технологической оснастки разрешается вводить в формы 1, 1а, 2, 2а дополнительные строки со служебными символами "О" и "Т" соответственно.

Таблица 3.7 - Информация, заносимая в графы форм 1, 1а, 2 и 2а в соответствии
ГОСТ 3.1408-85

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ строки	содержание информации
1	-	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки
2	Цех	А	Номер (код) цеха, в котором выполняют операцию
3	Уч.	А	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т. д.
4	РМ	А	Номер (код) рабочего места
5	Опер.	А	Номер операции (процесса), в технологической последовательности обработки изделия (включая контроль и перемещение)
6	Код опер.	А	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Допускается код или наименование операции не указывать
7	Обозначение документа	А	Обозначения документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции
8	Код, наименование оборудования	Б	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель.
10	Проф.	Б	Код профессии по классификатору ОК-ПДТР
11	СМ	Б	Степень механизации (код степени механизации). Заполняется в соответствии с отраслевым НТД
12	Р	Б	Разряд работы, необходимый для выполнения операции
13	УТ	Б	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы
14	КР	Б	Количество исполнителей, занятых при выполнении операций
15	Вспомогательный материал	М	Обозначение марки вспомогательных материалов, применяемых при выполнении операции
16	Код	М	Код материала по классификатору

Продолжение таблицы 3.7

17	Конц.	М	Концентрация растворов и электролитов
23	pH	P1	Показатель концентрации ионов в растворе
24	ОП А/К	P1	Отношение площадей поверхности анодной и катодной
25	I	P1	Сила тока, расходуемая на обработку, или сила тока, необходимая на нагрузку. На установке для получения износостойких покрытий указывается сила тока дуги
26	Дтока	P1	Плотность тока на единицу покрываемой поверхности
27	U	P1	Напряжение на ванне, потребляющей постоянный или переменный ток. На установке для получения износостойких покрытий на переходе "очистка" указывают величину высокого напряжения, на переходе "покрытие" - величину опорного напряжения.
34	НПП	С	Номер по порядку
35	обозначение дет. (ГТП)	С	Обозначение детали или группового технологического процесса
36	наименование дет. (ГТП)	С	Наименование детали или группового технологического процесса
37	основной материал	С	Обозначение марки основного материала
38	ЕВ	С	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки материала по классификатору СОЕИ. Допускается указывать единицы измерения величины.
39	МД	С	Масса детали
40	ГС	С	Группа сложности детали (изделия) в соответствии с отраслевым НТД
41	КОИД	А	Количество одновременно обрабатываемых (изготавливаемых) деталей (сборочных единиц)
42	ЕН	А	Единица нормирования, на которую установлена норма времени
43	ОП	А	Объем производственной партии в штуках
45	Т.п.з.	А	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию

Окончание таблицы 3.7

46	Т.шт.	А	Норма штучного времени на операцию
47	КУП	И	Коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности заготовки. Используют для определения норм расхода материалов. Принимают в соответствии с отраслевыми НТД. Допускается не указывать.
48	ПППД	И	Площадь поверхности покрытия детали
49	ОППП дет. на пр.	И	Общая площадь поверхности покрытий деталей на приспособлении
50	КДП	И	Количество деталей (сборочных единиц), обрабатываемых на одном приспособлении
51	КДА	И	Количество деталей (сборочных единиц) в агрегате
52	Ксл.	И	Количество слоев покрытия
53	Толщина	И	Толщина покрытия

Правила записи операции и переходов

Правила записи операции и переходов установлены ГОСТ 3.1129-93 "Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции".

Различают три вида описания содержания операции: маршрутное, операционное и маршрутно-операционное.

Маршрутное - сокращенное описание операций, выполняемых по маршрутной карте, в которой их содержание излагается укрупненно, без указаний переходов и режимов обработки.

Операционное - полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и режимов обработки.

В содержание операции должно быть включено:

1. Ключевое слово, характеризующее выполняемое действие, выраженное глаголом в неопределенной форме (например, наплавить, точить, собрать, сверлить и т.д.).

2. Дополнительная информация - 1 , под которой понимают одновременное количество обрабатываемых, собираемых поверхностей деталей или составных частей изделия и т.д.

Например: "Фрезеровать 2 канавки...", "Сверлить 2 отверстия...". При необходимости на третье место вводят уточняющую информацию, характеризующую вид предмета производства обрабатываемой поверхности и т.п. Например: "Сверлить 2 сквозных отверстия".

3. Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов.

Например: "Развернуть два глухих отверстия...".

4. Условное обозначение поверхностей конструктивных элементов и указание параметров. В целях исключения текстовой записи для обозначения поверхностей и конструктивных элементов приняты следующие условные обозначения: "Ø" - диаметр; "L" - длина; "B" - ширина; "r" - радиус; "У" - угол и т.п. Условные обозначения рекомендуется выполнять с дополнительным словом "выдерживая...".

Например: "Точить поверхности, выдерживая Ø30- 0,20; Ø52-0,25; L = 17 ± 0.2; L = 22 ± 0.2...".

Разрешается для отдельных размеров не приводить соответствующие условные обозначения поверхностей и конструктивных элементов (длины, ширины, углов и т.п.).

Например: "Точить поверхности, выдерживая Ø30- 0,20; Ø52-0,25; L = 17 ± 0.2; L = 22 ± 0.2...".

5. Дополнительная информация - 2 выражается в указании условных обозначений радиусов (r) и фасок (с) с данными, если они встречаются в тексте содержания операции.

Например: "Точить поверхности, выдерживая Ø30- 0,20; Ø52-0,25; L = 17 ± 0.2; L = 22 ± 0.2 с r=2,0...".

6. Дополнительная информация - 3, предусматривает указания, устанавливаемые по усмотрению разработчика документов по применению следующих

слов: "окончательно"; "одновременно"; "по копиру"; "по программе"; "согласно чертежу"; "предварительно" и т.п.

например: "Точить поверхности, выдерживая $\varnothing 30-0,20$; $\varnothing 52-0,25$; $L = 17 \pm 0.2$; $L = 22 \pm 0.2$ с $r = 2,0$, согласно чертежу".

При маршрутном описании операции информация по вспомогательным переходам не указывается, за исключением случаев, связанных с обработкой изделий большой массы и оказывающих влияние на охрану труда исполнителей.

При операционном описании технологического процесса всю операцию разбивают на основные и вспомогательные.

При записи содержания перехода возможны полная или сокращенная форма записи. Полная запись необходима при перечислении всех выдерживаемых размеров для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. Сокращенную запись выполняют при ссылке на условное обозначение при наличии графической иллюстрации (КЭ).

Содержание перехода должно исключать дублирование содержания информации в операции. Вспомогательные переходы выполняют в соответствии схемы формирования перехода.

Если к операционной карте есть эскиз или схема установки детали с указанием опор и зажимов, то запись вспомогательного перехода не выполняют.

Наиболее полные правила записи операции и переходов изложены в ГОСТ 3.1129-93 и ГОСТ 3.1702-79.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. - М.: Информагротех, 1995 - 296 с.
2. Батищев А.Н. Надежность и ремонт машин. Часть 1. Методические указания по изучению дисциплины /Всеросс. с.-х. ин-т заочн. обучения. М., 1993. 52 с.
3. Батищев А.Н., Чех В.Ф. Надежность и ремонт машин. Часть 2. Методические указания по изучению дисциплины /Всеросс. с.-х. ин-т заочн. обучения. М., 1993. 63 с.
5. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учебник для вузов / В.Е.Канарчук, А.Д.Чигринец, О.Л.Голяк, П.М.Шоцкий. - М.: Транспорт, 1995 - 30 с.
6. ГОСТ 2.604 - 2000. Чертежи ремонтные. Общие требования.
7. ГОСТ 3.1119 - 83. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
8. ГОСТ 3.1404 - 86. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
9. ГОСТ 3.1105 - 84. Формы и правила оформления документов общего назначения.
10. ГОСТ 3.1118 - 82. Формы и правила оформления маршрутных карт.
11. ГОСТ 3.1408 - 85. Формы и правила оформления документов на технологические процессы получения покрытий.
12. ГОСТ 3.1129 - 93. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.
13. ГОСТ 3.1702 - 79. Правила записи операций и переходов обработки резанием.
14. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. М.: Мастерство: Высшая школа, 2001, - 496 с.
16. Надежность и ремонт машин /В.В.Курчаткин, Н.Ф.Тельнов, К.А.Ачкасов и др. Под ред. В.В.Курчаткина. - М.: Колос, 2000. - 776 с.
17. Оборудование ремонтных предприятий./ Под ред. В.В.Курчаткина. - М.: Колос, 1999 - 232 с.
25. М.И.Юдин, И.Г.Савин, В.Г.Кравченко, Е.Н.Кузнецов, А.Т.Кузовлев и др. Ремонт машин в агропромышленном комплексе / Под редакцией д.т.н., проф. М.И.Юдина. Издание второе переработанное и дополненное/. - Краснодар: КГАУ, 2000. - 688 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение А
(обязательное)**

Образец оформления титульного листа курсовой работы

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского**

Инженерный факультет

Кафедра Технический сервис и общинженерные дисциплины

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН» на тему:
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ»**

Шифр _____

Студент _____ курса _____ группы

ФИО (личная подпись)

Руководитель

ФИО (личная подпись)

Иркутск 20__

Приложение Б

Образец оформления задания на курсовую работу
**ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО**

Инженерный факультет

Кафедра «Технический сервис и общинженерные дисциплины»

«Утверждаю»

Зав. кафедрой

Бураев М.К. _____

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы
по дисциплине **«Технология ремонта машин»**

Студенту _____ группа _____

Тема курсовой работы:

«Проектирование технологического процесса восстановления деталей»

(Наименование детали, сборочной единицы)

Исходные данные:

1. Сборочный чертеж сборочной единицы (рабочий чертеж детали, дефекты, подлежащие устранению).

2. Каталоги деталей и сборочных единиц на тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины по принадлежности ремонтируемой детали, сборочной единицы.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

Содержание. Введение.

1 Анализ конструкции, условия работы и основные неисправности сборочной единицы.

2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.

3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.

4 Разработка технологического процесса дефектации детали.

4.1 Анализ конструкции и условий работы детали.

4.2 Виды и характеристика неустранимых и устранимых дефектов детали.

4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов.

4.4 Разработка карты дефектации и ремонта.

5 Проектирование технологического процесса восстановления детали.

5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали.

5.2 Выбор способов устранения дефектов ремонтируемой детали.

5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов.

5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций.

5.5 Техническое нормирование основных операций.

5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали.

Заключение. Список использованных источников.

Перечень графического материала:

1. Сборочный чертеж и структура разборки сборочной единицы – 1 лист формата

A4.

2. Ремонтный чертеж детали – 1 лист формата A4.

3. Комплект технологических карт на восстановление деталей.

Календарный график выполнения курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела, подраздела	Объем работы, %	Дата выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ конструкции и условий работы узла, разработка структурной схемы разборки - формат А3-А4	20		
2.	Разработка технологии очистки детали	10		
3.	Разработка технологии дефектации детали	10		
4.	Разработка карты дефектации и ремонта	10		
5.	Разработка ремонтного чертежа детали - формат А4	10		
6.	Проектирование ТП восстановления детали	20		
7.	Разработка карты ТП восстановления детали – формат А4	10		
8.	Оформление расчетно-пояснительной записки и комплекта документов ТП	10		

Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

Срок сдачи курсовой работы « ____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель _____ / _____ /

Задание принял к исполнению « ____ » _____ 20 ____ г.

Студент _____ / _____ /

Дубл.		Взам.		Лист		ГОСТ 3.1105-84		форма 2	
							01188.00001	5	1
БГАТУ		240-1307012		Насос водяной					
<p>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Белорусский государственный аграрный технический университет</p> <p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАЗБОРКИ</p> <p>Разработчик: _____</p> <p>Руководитель: _____</p>									
ТЛ	Титульный лист								1

Рисунок В1 – Титульный лист при оформлении технологических карт

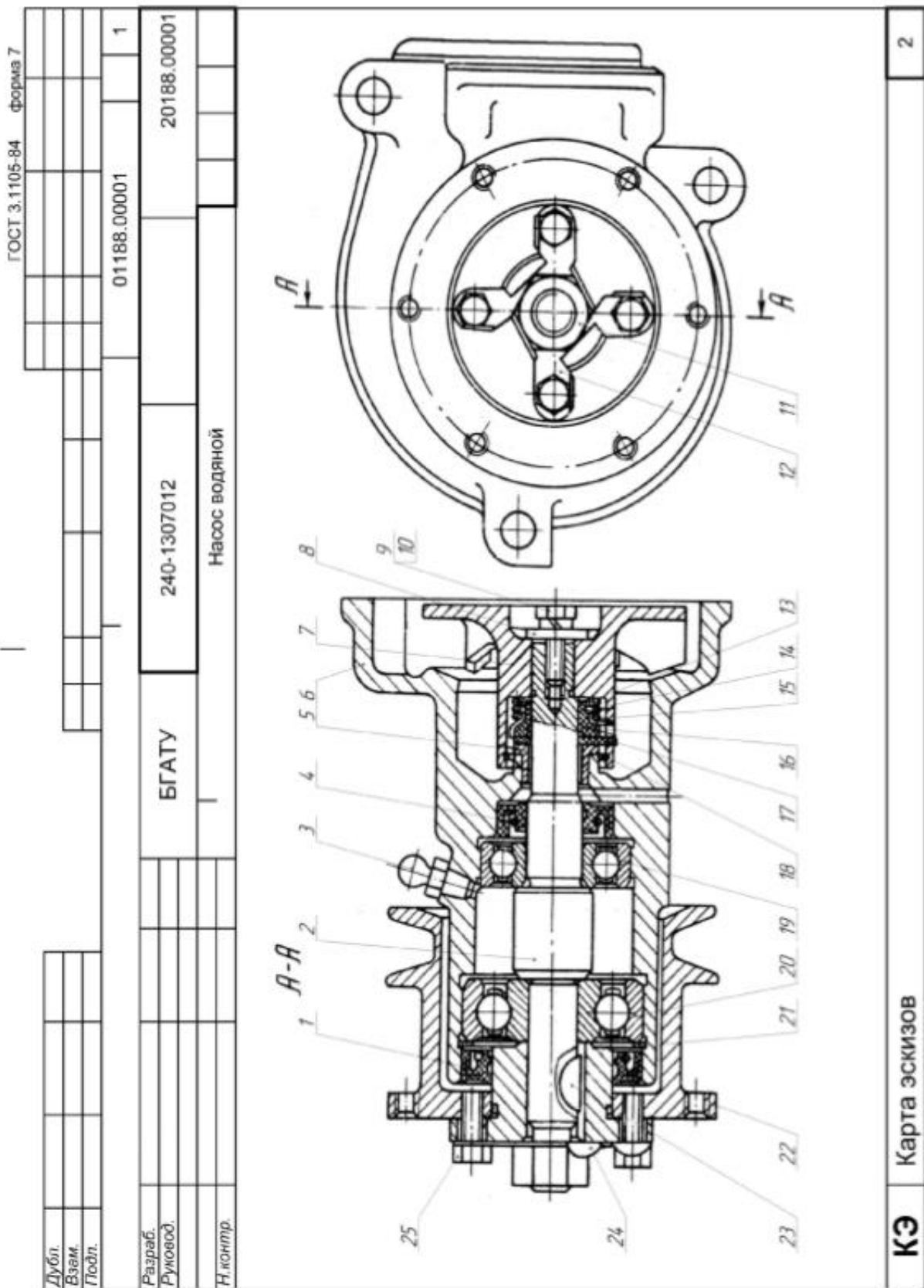


Рисунок В2 – Карта эскизов

Дубл.	Взам.	Подл.											01188.00001	3	1				
Разраб.			БГАТУ										240-1307012	10188.00001					
Руковод.																			
Н.контр.																			
А			Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции		СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б			Код наименования оборудования		Обозначение документа														
К/М			Наименование детали, об'единяцы или материала																
А 01			05 Разборка																
Б 02			Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос 8,0 3,82																
О 03			Установить насос в приспособление и закрепить. Отогнуть края стопорной пластины (12) и отвернуть гайку (11).																
04			Спрессовать шкив в сборе со ступицей 240-1307070. Снять с вала сегментную шпонку (23). Вывернуть масленку (3).																
05			Снять манжету (1), стопорное кольцо (21). Отвернуть болт (9) с упорной (8) и пружинной (10) шайбами. Выпрессовать																
06			валик в сборе с подшипниками, вынуть крыльчатку в сборе 50-1307030. Снять манжету (4), выпрессовать опорную																
07			втулку (5).																
Т 08			Приспособление цеховое; молоток 7650-0035 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2310-77; зубило 2810-0187 Хим. Окс. Прм.																
09			ГОСТ 7211-86; ключ 1514.16.00 А ТУ 70.0001.462-80; сменные головки 7812-0471 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 3329-80; ключ																
10			7811-0021 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2839-80; щипцы 78114-0314 Х9 ГОСТ 24589-81; отвертка 7810-0392 Хим. Окс. Прм. ГОСТ																
11			17199-81; крючок для снятия сальников 70-7814-1515; наставка с медным наконечником цеховая.																
12																			
13			Шкив в сборе 240-1307070																
А 14			10 Разборка																
Б 15			Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос 3,0 1,04																
МК			Маршрутная карта																
			3																

Рисунок В3 – Пример заполнения маршрутной карты

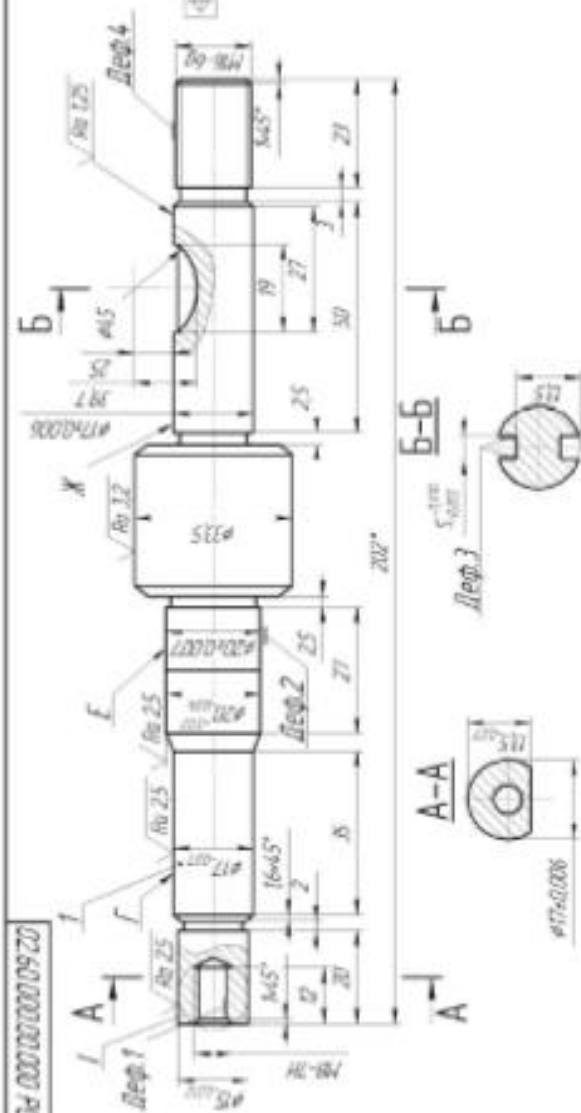
Дубл.																					
Взем.																					
Годир.																					
										2											
				240-1307012			10188.00001			10188.00001											
А		Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции			Обозначение документа												
Б		Код наименования оборудования				Код наименования детали, сборки или материала			СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клп.	Глз	Тшт.		
К/М		Наименование детали, сборки или материала				Обозначение код.													ЕН	КИ	Н.раск.
О 16	Установить шкив в тиски и закрепить. Отогнуть края стопорной пластины (12), отвернуть болты (25), снять стопорную пластину (12) и ступицу (24).																				
Т 18	Тиски слесарные 7827-0275 ГОСТ 4045-75; молоток 7850-0035 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2310-77; зубило 2810-0187 Хим. Окс. прм. ГОСТ 7211-86; ключ 1514.16.00А ТУ 70.0001.462-80; головка сменная 7812-0471 Хим. Окс. прм. ГОСТ 3329-80.																				
20																					
21	Валик в сборе 50-1307050																				
А 22	15	Разборка							20188.00001												
Б 23	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А																				
24	Пресс настольный П10 сл 4 н/ос																				
О 25	Спрессовать с валика подшипники (19) и (20).																				
Т 26	Подставка цеховая.																				
27																					
28	Крыльчатка в сборе 50-1307030																				
А 29	20	Разборка							20188.00001												
Б 30	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос																				
О 31	Вынуть из крыльчатки стопорное кольцо (18), уплотняющую шайбу (17), манжету в сборе с обшлоймой и кольцом.																				
МК		Маршрутная карта																			
																		4			

Рисунок В4 – Пример заполнения маршрутной карты

		ГОСТ 3.1118-82										форма 2				
Дубль																
Взам.																
Подп.																
Разраб.																
Руковод.																
		БГАТУ										50-11307052-Б		10103.00001		
												Валик				
И центр.																
А	Цех	Уч.	РМ	Спер.	код, наименование операции		Обозначение документа									
Б	код, наименование, оборудования		код, наименование детали, сб. единицы или материала			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОУД	ЕН	ОП	Кшт.	Гпа	Тшт.
КМ	Наименование детали, сб. единицы или материала															
А 01		05			Дефектовочная							20103.00001				
Б 02					Стоп дефектовщика ОРГ-1468-01-090А							деф 4		н/ос	15	8,7
О 03	1. Дефектовать внутреннюю резьбу (Деф. 1) Вмятины, забоины, выкрашивание и срыв более двух ниток резьбы не допускаются															
04	Крутящий момент наворачивания кабира-пробки должен быть не более 2,52 Н*м															
Д 05	- размер по чертежу М8-7Н															
06	- допустимый размер по чертежу М8-7Н															
07	Лупа 10-ти кратного увеличения ГОСТ 25706-83, резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997-81															
08																
О 09	2. Дефектовать поверхность валика под шарикоподшипник (Деф. 2). Риски, задиры, коррозия не допускаются															
Д 10	- размер по чертежу Ø 20±0,007 мм															
11	- допустимый размер Ø не менее 19,98 мм															
Т 12	Микрометр гладкий МК-25 ГОСТ 6507-90															
13																
О 14	3. Дефектовать шпоночный паз (Деф. 3). Риски, задиры, коррозия не допускаются															
Д 15	- размер по чертежу h=5-0,55 мм															
МК	Маршрутная карта															3

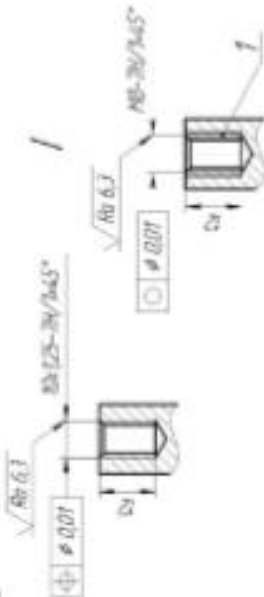
Дубл.		Взам.		Глобл.		01103.00001		2		240-1307012		10103.00001	
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код наименования операции		Код наименования оборудования		Обозначение детали, со единицы или материала		Обозначение документа		Тип
Б													
К/М	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	ЕН	Кат	Тпа	ЮЛ	Н.раз.
16													
Т 17													
18													
О 19													
20													
Д 21													
22													
Т 23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
МК	Маршрутная карта												4

974 000 000 000 09 70

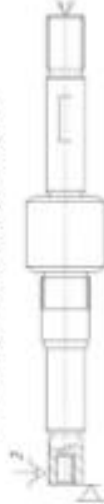


Эскиз подготовки
отверстия К
устранения Деф.1

Ra 6.3



Система обозначения для лакокрасочной обработки



№ п/п	Содержание	Анализ		Допущены
		Допущены	Допущены	
1	Подготовка поверхности детали MB-6H	-	Устранение дефектов с помощью шлифовки	Устранение дефектов с помощью шлифовки
2	Удаление окалины под шлифовальным инструментом	-	Точить, шлифовать в среде ультразвука	Восстановление детали
3	Удаление окалины с помощью ультразвука	-	Фрезеровать, шлифовать по шаблону в среде ультразвука	Забрать в среде ультразвука
4	Подготовка поверхности детали MB-6H	-	Точить, шлифовать в среде ультразвука	Восстановление детали

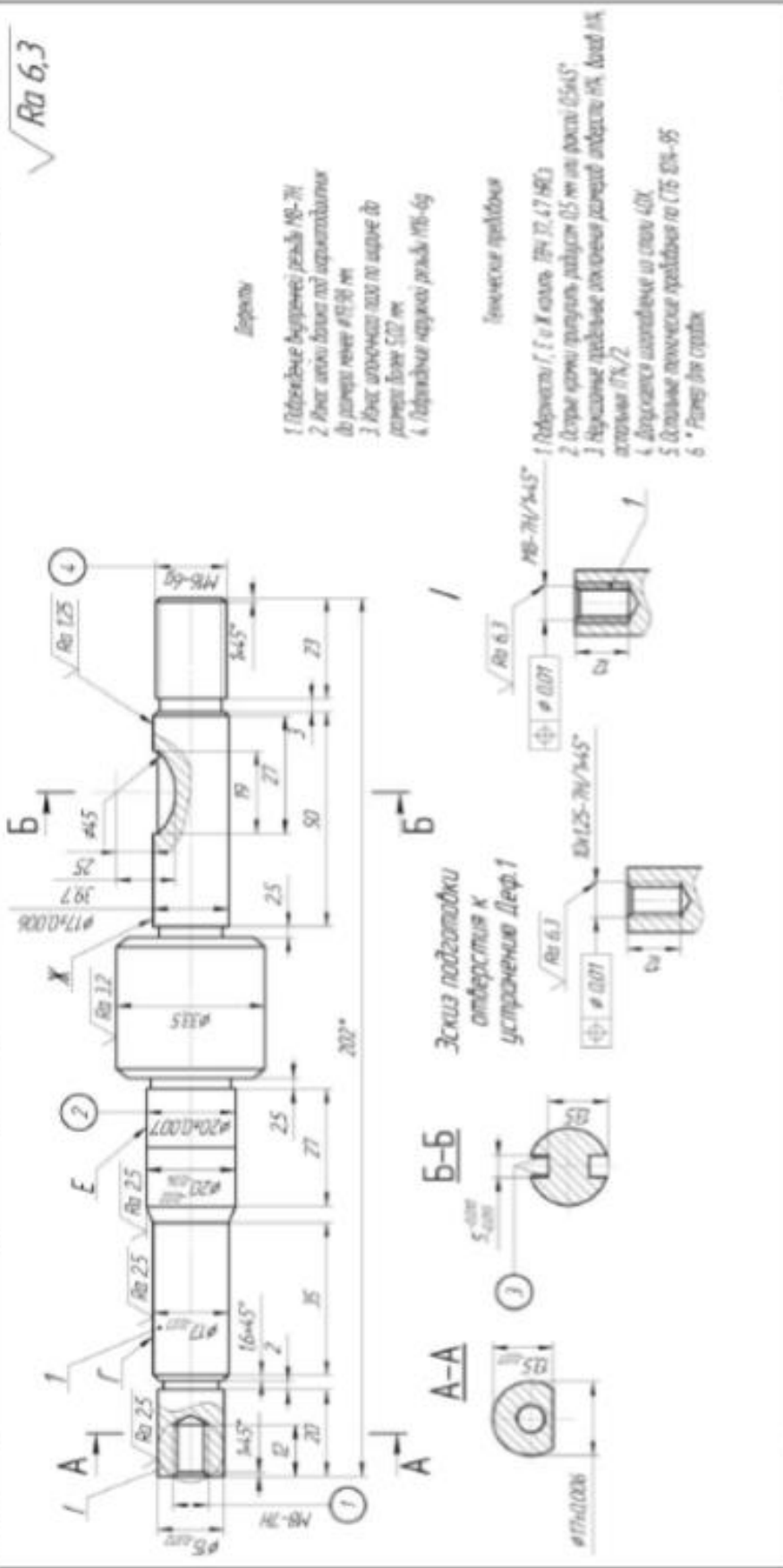
Деталь выбраковывается при наличии коррозии, рисок, надроб и навалов окалины.
Технологический маршрут восстановления

Слесарная (деф.1), фрезерная (деф.3), токарная (деф.2.4), шлифовальная (деф.2.4), токарная (деф.2.4), токарная (деф.4), термическая (деф.2), шлифовальная (деф.2), контрольная (деф.1.4)

1. Поверхности Г, Е и Ж шлифовать радиусом 0,5 мм или фаской D5x45°
2. Острые кромки шлифовать радиусом 0,5 мм или фаской D5x45°
3. Неуклонно соблюдать технологию обработки деталей MB-6H
4. Деталь шлифовать из стали 40Х
5. Деталь шлифовать по С/Б 818-85
6. * Размер для справок

№ п/п	Обозначение	Назначение	Примечание
1	50-1307052-6	Деталь	1 шт. 40Х 17.01.17
2	691.6.12	Прочие изделия	
3	СТ МРОС РД 14.03.0079	Вспомогательная	1
02.60.000.00.000 РСБ			
№ документа	Утвержден	№ документа	Дата
Рисунки	50-1307052-5	Ремонтный чертеж	07 151
Листы			1 из 1
Исполнитель			БГАТУ.гр.

Дубл.					
Взам.					
Людл.					
Разраб.	БГАТУ	50-1307052-Б	01102.00001	20102.00001	
Г. контр.	Валик				



- Дерево*
- 1 Изготовлено методом резки МБ-7М
 - 2 Длина отреза должна быть кратной диаметру
 - 3 Диаметр отрезки 30,20 по ширине до диаметра более 5,02 мм
 - 4 Изготовлены методом резки МБ-6Ф

- Технические требования*
- 1 Обработка 1, 2 и 3 по ГОСТ 134, 13, 17 ИБЛ
 - 2 Диаметры кружки припуск радиус 0,5 мм по диаметру 0,5МЛС
 - 3 Наружные радиусные поверхности радиусов 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50
 - 4 Диаметр отверстия по ГОСТ 600
 - 5 Диаметр конических поверхностей по СТБ 824-95
 - 6 * Размер для справок

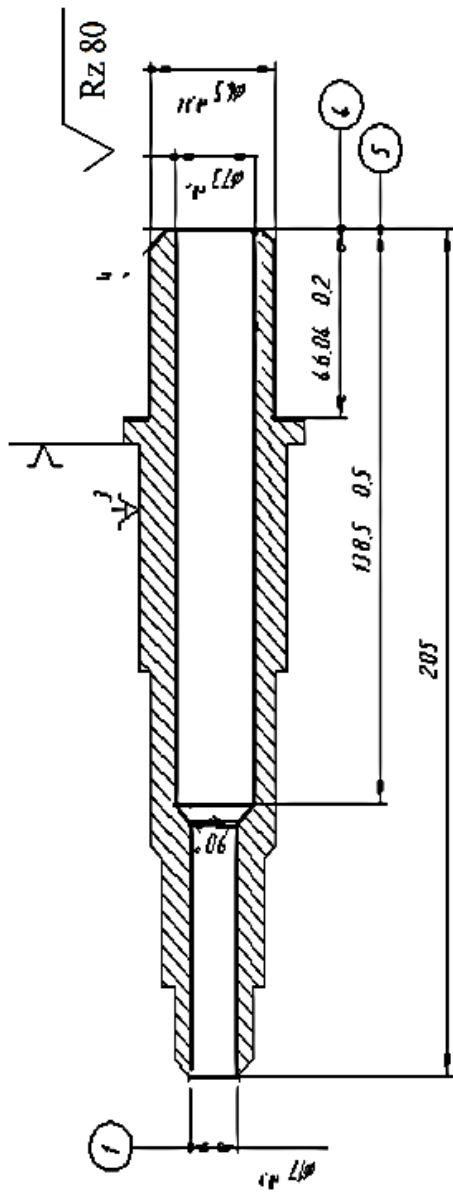
Эскиз подготовки отверстия к устранению Деф.1

Карта эскизов при обработке резанием

ГОСТ 3.1105 – 84 Форма 7а

Дубл.	Взам.	Подп.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.
										XXXXXX.XXXXXX		2
					АБВГ.ХХХХХХХХ.ХХХ					60141.00315		020

Rz80 ✓



Карта эскизов

КС

Рисунок В6 – Карта эскизов

Карта технологического процесса

ГОСТ 3.1404 – 86

Форма 1

Дубл.	Взам.	Подл.	К.01188.07445		7		1										
Разраб.	Иванов	1.03.05	РИИ	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ	ХХХХХХ.ХХХХХХХХХХ	ХХХХХХ.ХХХХХХ	ХХХХХХ.ХХХХХХ										
Пров.	Петров	1.03.05	АиАХ – 01д														
Утв.	Сидоров	1.03.05	Корпус коробки передач														
Н. контр.							01	05									
М01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ							
М2	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тип.	
А	Б	Р	Код, наименование оборудования		ШИ	Д или В	L	i	S	n	V						
А 03	04	01	-	005	Программная	К.ХХХХХ.ХХХХХ; К.ХХХХХ.ХХХХХ; ИЮТ № ХХХХ - ХХ	Z	XXX	XXX	XXX	1	1	1	0,83	40	2,25	16,2
Б 04	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		245 МФ2; Размер 2М														
О 05	1. Установить заготовку в приспособление. Выверить и закрепить																
Т 06	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Приспособление; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Штангенрейсмас																
О 07	2. Фрезеровать поверхность 1 по программе																
Т 08	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Оправка; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Фреза ВК 8																
Р 09	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		01		252	450	2	1	315мм/мин	830	50						
О 10	3. Центровать под сверление четырех отв. Ø20 по программе																
Т 11	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Патрон; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Центровочное сверло																
Р 12	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		02		5	8	2,5	1	0,12	500							
О 13	4. Сверлить четыре отв. Ø18 по программе																
Т 14	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Патрон; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Сверло																
Р 15	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		03		18	20	9	1	0,2	380	22						
КТП																	
Карта технологического процесса																	

Рисунок В8 – Пример карты технологического процесса

Операционная карта гальванического нанесения покрытий

Разраб.		130-3001011-8	630102						
Провер.									
Утверд.		Цапфа поворотная							
Н.контр.				КП					
Пр.час. ток	Наименование операции	Наименование и марка материала	Заготовка	Охлаждение					
	020	Сталь 40X	Профиль ТВ 241-285						
Код одн. обр. дет.	Оборудование (наим. модель)	Присп. соб. (код, наим.)	Монтаж детали на подвеску	Охлаждение					
	Ванна для осталивания 2000x850 мм								
Номер перехода	Содержание перехода	Режимы	%	Гмм	t	Да	г/см ³	Тшт.	Tn
	1	Изолировать поверхность цапфы, не подлежащую покрытию металлом	А В						
2	Установить цапфу на приспособление								
3	Обезжирить деталь								
4	Произвести анодную обработку								
5	Осталить		75	0,6	85	40	7,8		8,7
6	Промыть приспособление с деталями горячей водой								
7	Снять цапфу с приспособления и уложить в изоляционную ванну								
Осталивание									
ОК									

Рисунок В9 – Операционная карта гальванического нанесения покрытий

Операционная карта механической обработки

ГОСТ 3.1404 – 86 Форма 3

Дубл.				Взам.				Подп.								
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.							
						АБВГ. XXXXXX. XXXXX										
Разраб.		АБВГ. XXXXXX. XXXX	АБВГ. XXXXXX. XXXXX													
Н. контр.																
Корпус коробки передач																
У																
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ		МД						
агрегатная				Чугун СЧ20				кг		16						
Оборудование, устройство				Обозначение программ		То		Т		Т шт.						
						п.3		п.3		СОЖ						
АГРЕГАТНО-РАСТОЧНОЙ																
Р	D или B		L		C		i		S		p		n		v	
О 01	1. Расточить четыре отверстия одновременно, выдерживая размеры 1,2,3,4															
Т 02	АБВГ. XXXXXX. XXXX приспособление : АБВГ. XXXXX. xxx- резец, ВКВ															
О 3	АБВГ. XXXXXX. XXXX пробка; АБВГ. XXXXXX. XXXX пробка; АБВГ. XXXXXX. XXXX - шаблон															
Р 04	01	66	60	60	2,1	2,1	1	1	0,15	280	58					
Р 05	02	122	40	40	2,1	2,1	1	1	0,15	160	61,3					
06																
О 07	2. Контроль исполнения															
08																
09																
10																
ОК	Операционная карта механической обработки															

Рисунок В10 – Пример операционной карты механической обработки

Операционная карта сварки

ГОСТ 3.1406-74 Форма 40

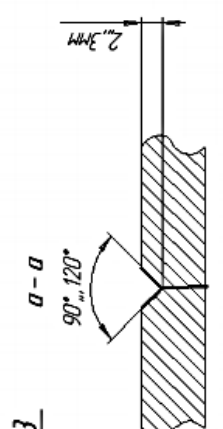
Операционная карта дуговой и электрошлаковой сварки																												
Номер цеха	Номер участка	Номер операц.	Наименование операц.	Наим. опер.		Сварочный преоб.																						
				3	010	Станок обдирочно-шлифовальный			ПСО – 500																			
				2	3	010	3А-382																					
Номер перехода	Содержание перехода	Приспособление и инструмент	Шов		Полярность	Сила сварочного тока	Напряжение на ду-ге	Скорость сварки	Присадочный металл,			Кол-во																
			Катет	Длина					Код на-им. Марка	Расход	Диам. соп-ла или		Флюс	Состав, расход														
1		Стол ОКС-1549А Щетка металличе- ская Электродер- жатель ЭМ - 2А ВТУ - НКЭП	6	100	Н	0	90... 28...	100	40	ЦЧ-4 ГОСТ 9466-60	4	50	Обмаз- ка	15														
1															Установить деталь на стол и зачистить места сварки до металлического блеска													
2															Заварить трещину													
3															Снять деталь													

Рисунок В11 – Пример операционной карты сварочных работ

Операционная карта наплавки

Разраб.				130-3001011-8		630102														
Провер.																				
Утверд.				Цафа поворотная				КП												
Н. контр.																				
Номер	Оборудование			Приспособление и инструмент																
Цеха	Участка	УАНЖ – 6			Центр неподвижный															
	Операция	Токарно-винторезный К-62			Патрон поводковый															
	0,05	Преобразователь сварочный ПСО - 300			Штангенциркуль ШЦ – 0 - 125															
Номер перехода	Содержание перехода			Площадь	Сила тока	Напряжение	Амплитуда	Частота	Длина метра	Длина	Число проходов	Число оборотов	Подача суппорт	Подача электр.	Вылет электрода	Смещение электрода	Материалы	Расход	Расход Top	
1	Установка цапфы в центрах																Электроды, флюс, газ, обозначение			
2	Подготовка детали к наплавке																			
3	Вибродуговая наплавка			Прямая	160	15В			42	30	1	5	2,3		13	11	Сталь 50	0,1кг	3,4	
4	Снять деталь			мая	А															
ОК	Вибродуговая наплавка																			

Рисунок В12 – Операционная карта наплавочных работ

Операционная карта механической обработки

Форма 2

Дубл.	Взам.	Подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата																																																															
Разраб.					130-3001011					9A0024.2423401Д																																																																	
Провер.																																																																											
Н. контр.																																																																											
У-тв.																																																																											
Цапфа поворотная																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Наименование операции</th> <th colspan="4">Материал</th> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Шлифовальная</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Сталь 45Х</td> </tr> <tr> <th>твердость</th> <th>Ев</th> <th>МД</th> <th>Профиль и размеры</th> <th>Мз</th> <th>Конд</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>НВ 241...245</td> <td>кг</td> <td>166</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Оборудование, устройство ЧПУ</td> <td colspan="4">Обозначение программы</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Круглошлифовальный 3151</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <th>То</th> <th>Тв</th> <th>Тгз</th> <th>Тшт.</th> <th colspan="4"></th> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>0,6</td> <td>8,0</td> <td>1,0</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Сульфорезол</td> </tr> </tbody> </table>												Наименование операции				Материал				Шлифовальная				Сталь 45Х				твердость	Ев	МД	Профиль и размеры	Мз	Конд			НВ 241...245	кг	166	-	-	-			Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				Круглошлифовальный 3151								То	Тв	Тгз	Тшт.					1,2	0,6	8,0	1,0	Сульфорезол			
Наименование операции				Материал																																																																							
Шлифовальная				Сталь 45Х																																																																							
твердость	Ев	МД	Профиль и размеры	Мз	Конд																																																																						
НВ 241...245	кг	166	-	-	-																																																																						
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы																																																																							
Круглошлифовальный 3151																																																																											
То	Тв	Тгз	Тшт.																																																																								
1,2	0,6	8,0	1,0	Сульфорезол																																																																							
Р	ПИ																																																																										
01																																																																											
0 02 А																																																																											
Т 03	xxx – центр неподвижный																																																																										
04																																																																											
0 05	Шлифовать поверхность																																																																										
Т 06	381311 – круг шлифовальный ПП 500х50х305 1A50M28																																																																										
07																																																																											
08																																																																											
09																																																																											
ОК	Операционная карта механической обработки																																																																										

Рисунок В13 – Пример операционной карты механической обработки

Учебное издание

Беломестных Владимир Афанасьевич

Агафонов Сергей Викторович

Кузьмин Александр Викторович

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

Учебное пособие

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Тираж 50 экз.

Издательство Иркутской государственной
сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., иркутский р-он,
пос. Молодёжный

