МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ГАПОУ
Нефтекамский нефтяной колледж

Утверждаю:
Заместитель директора по УР
_____/Ф.А. Бадикшина

«____»_____20____ г.

Буланкин Александр Николаевич

Подписан: Буланкин Александр Николаевич
DN: ИНН=026407978534, СНИЛС=01426053301, E=inforrnk@gmail.com, C=RU, S=Республика Башкортостан, L=г.Нефтекамск, O=ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НЕФТЕКАМСКИЙ НЕФТЯНОЙ КОЛЛЕДЖ, G=Александр Николаевич, SN=Буланкин, CN=Буланкин Александр Николаевич
Основание: Подписан директором ГАПОУ ННК
Местоположение:
Дата: 2021-06-09 10:17:40
Foxit Reader Версия: 9.0.1

Методические указания

по выполнению курсового проектирования

по Мдк 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей

Тема 3 Ремонт автомобилей

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)
по специальности СПО
23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
(*базовой* подготовки)

Нефтекамск-2018 г.

Разработчик:

Мухаматханов А.С. –автомобильных дисциплин ННК

Рассмотрено на заседании ПЦК автомобильных дисциплин

«____» _____20____г.

председатель ПЦК_____ С.Д. Гребенкин

Эксперты от работодателя:

_____	_____	_____
(место работы)	(занимаемая должность)	(инициалы, фамилия)
_____	_____	_____
(место работы)	(занимаемая должность)	(инициалы, фамилия)

Оглавление

Предисловие
1 Тематика и организация выполнения курсового проекта
2 Содержание курсового проекта
3 Общие требования к оформлению курсового проекта
3.1 Требования к оформлению текстовой части пояснительной записки
3.2 Требования к оформлению графических документов
4 Методика выполнения разделов курсового проекта
4.1 Исходные данные для разработки технологического процесса
4.1.1 Характеристика детали
4.1.2 Технические требования на дефектацию детали
4.1.3 Дефекты детали и причины их возникновения
4.1.4 Технические требования к отремонтированной детали
4.2 Технологическая часть
4.2.1 Маршрут ремонта
4.2.2 Выбор рационального способа восстановления детали
4.2.3 Выбор технологических баз
4.2.4 Технологические схемы устранения каждого дефекта
4.2.5 Определение промежуточных припусков, допусков и размеров
4.2.6 Технологический маршрут восстановления детали
4.2.7 Выбор оборудования и технологической оснастки
4.2.8 Расчет режимов обработки
4.2.9 Расчет норм времени
4.2.10 Требования безопасности при выполнении восстановительных работ
4.2.11 Технологическая документация
4.3 Конструкторская часть
4.3.1 Порядок разработки конструкции приспособления
4.3.2 Назначение и устройство приспособления
5 Защита курсового проекта
6 Приложения
Список использованных источников

Предисловие

Курсовой проект является комплексной самостоятельной работой, благодаря которой систематизируются, углубляются и закрепляются знания, полученные учащимися при изучении Мдк 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей (Тема 3 Ремонт автомобилей).

В процессе работы над ним у учащихся формируются умения применять полученные знания при разработке технологических процессов восстановления деталей, конструировать или совершенствовать несложные приспособления, пользоваться справочной и технической литературой. Курсовое проектирование дает возможность установить степень усвоения учебного материала, проверить способности учащихся к самостоятельной работе, обеспечивает подготовку учащихся к дипломному проекту.

Пособие поможет сделать работу над курсовым проектом планомерной и позволит стимулировать творческую активность при разработке конкретной темы.

Данное пособие раскрывает последовательность разработки технологических процессов восстановления автомобильных деталей и знакомит учащихся с требованиями, предъявляемыми к содержанию, объему разделов курсового проекта, методике их выполнения. Здесь даны правила по оформлению пояснительной записки, графической части (ремонтных чертежей). В пособии приведены справочные и нормативные материалы, технические характеристики оборудования и технологической оснастки, а также примеры отдельных расчетов, образцы титульного листа, бланка задания, ремонтного чертежа с целью оказания практической помощи учащимся дневного и заочного отделений специальности 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

В связи с ограниченным объемом настоящее пособие не охватывает все вопросы, возникающие при проектировании, поэтому в нем дан список необходимой учебной и справочной литературы, из которой учащиеся могут взять недостающие сведения.

1 ТЕМАТИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тематика курсовых проектов разрабатывается преподавателем дисциплины Мдк 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей (Тема 3 Ремонт автомобилей).

Списки тем обсуждаются, дополняются и утверждаются цикловой (предметной) комиссией по специальности 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта». Темы, предложенные цикловой комиссией, утверждаются на заседании, чтобы избежать повторений и обеспечить наиболее полное их соответствие учебной программе.

В типовой учебной программе предложена примерная тематика курсовых проектов:

- разработка технологического процесса восстановления детали;
- организация и технология ремонта детали;
- проектирование участка восстановления деталей.

Темы курсовых проектов должны быть актуальны в условиях рыночной экономики и тесно связаны с авторемонтным производством. Старые темы следует уточнять, новые добавлять, а потерявшие актуальность исключать.

Содержание курсового проекта определяется заданием (прил. А1). Задания должны быть индивидуальными и разнообразными по содержанию, но примерно одинаковыми по степени сложности поставленных перед учащимися задач. Они разрабатываются преподавателями, обсуждаются цикловой комиссией, подписываются преподавателем-руководителем курсового проекта и председателем цикловой комиссии. Задание выдается учащемуся не позднее чем за полтора месяца до срока сдачи курсового проекта.

В индивидуальном задании на курсовое проектирование указывают полное наименование детали, маршрут восстановления и сочетание устраняемых дефектов. Исходными данными являются годовая производственная программа ремонта агрегатов или автомобилей N, маршрутный коэффициент ремонта (восстановления) детали K_p, число запусков ремонта детали в течение месяца X, размер изношенной поверхности (диаметр $d_и$, длина $L_и$ и т.д.).

Каждый учащийся должен самостоятельно ознакомиться с пособием. После этого на первой консультации по курсовому проектированию до учащегося доводятся порядок выполнения курсового проекта и основные требования, предъявляемые к работе.

Контроль за ходом выполнения курсового проекта осуществляет руководитель проекта.

Принимая курсовой проект, руководитель должен проверять его качество, соответствие заданию и основным требованиям курсового проектирования, усвоение учащимся основного теоретического учебного материала, умение доказывать правильность выдвигаемых вариантов и обосновывать проблемные вопросы.

2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен отличаться единством содержания, строгой логической последовательностью изложения и состоять из пояснительной записки (объем не менее 20 страниц печатного текста или 40 страниц рукописного текста без приложений) и графической части (объем 1 лист).

Пояснительная записка должна содержать пояснения и основные расчеты, связанные с разработкой технологического процесса восстановления детали и (или) проектированием производственного участка, и состоять из следующих элементов:

1) титульный лист;
2) задание на курсовое проектирование;
3) содержание;
4) введение;
5) исходные данные для разработки технологического процесса;
6) технологическая часть;
7) конструкторская часть;
8) заключение;
9) список использованных источников;
10) приложение.

Во *введении* отражаются современное состояние автомобильного транспорта и капитального ремонта автомобилей и важнейшие направления развития в этой области; мероприятия по усилению режима экономии, повышению технического уровня производства, механизации производственных процессов, разработке и совершенствованию существующих технологических процессов восстановления деталей с внедрением ресурсосберегающих технологий, повышению производительности труда, улучшению качества продукции и увеличению срока работы изделий; значение и технико-экономическая целесообразность восстановления деталей. Необходимо указать также цель курсового проекта (пример 1).

Пример 1

Цель курсового проекта — разработать технологический процесс восстановления детали (ступицы заднего моста автомобиля Зил-431410) с использованием ресурсосберегающих технологий и рациональных способов ремонта, новых материалов, современного режущего инструмента и средств контроля, высокопроизводительного оборудования и средств механизации.

В разделе *«Исходные данные для разработки технологического процесса»* требуется изучить конструктивно-технологические особенности ремонтируемой детали, которые определяются ее структурными характеристиками: геометрической формой и размерами, материалом и его термообработкой, поверхностной твердостью, точностью изготовления и шероховатостью поверхностей, характером сопряжений и нагрузки, родом и видом трения, износом за эксплуатационный период.

В разделе «*Технологическая часть*» систематизируются и анализируются возможные способы устранения отдельных дефектов детали, выбираются рациональный способ восстановления детали, технологические базы, составляется технологический маршрут ремонта детали, рассчитываются режимы обработки, нормы времени.

В *конструкторской части* разрабатывается конструкция несложного приспособления или вспомогательного инструмента.

В *заключении* кратко описываются предложенный рациональный способ восстановления детали.

В *приложении* размещается ремонтный чертеж детали.

Пояснительная записка и графическая часть выполняются в строгом соответствии с нормативными правовыми актами и стандартом учреждения, обеспечивающего получение среднего профессионального образования.

3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Требования к оформлению текстовой части пояснительной записки

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта составлены на основании ГОСТ 2.105-95.

Титульный лист. Титульный лист является первым листом пояснительной записки. Его выполняют на листе формата А4 в установленной форме (прил. А2).

Содержание. Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов с указанием номеров страниц, на которых они начинаются. Содержание выполняется на листе формата А4 и имеет основную надпись (штамп), заполняемую согласно ГОСТ 2.104-68 по форме 2 и 2а (рис. 3.1 и 3.2). Слово «Содержание» записывают симметрично тексту с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, набирают строчными буквами, кроме первой прописной (прил. А3).

Текстовый материал. Текстовый документ выполняется на листах формата А4 с основными надписями согласно ГОСТ 2.104-68 по форме 2а (рис. 3.2).

Текст пояснительной записки печатается или пишется (четко и аккуратно) чернилами (пастой) фиолетового или черного цвета. Высота букв и цифр — не менее 2,5 мм. Абзацный отступ — 15... 17 мм. Расстояние от рамки формата до текста слева должно быть не менее 5 мм, справа — не менее 3 мм, сверху и снизу — не менее 10 мм.

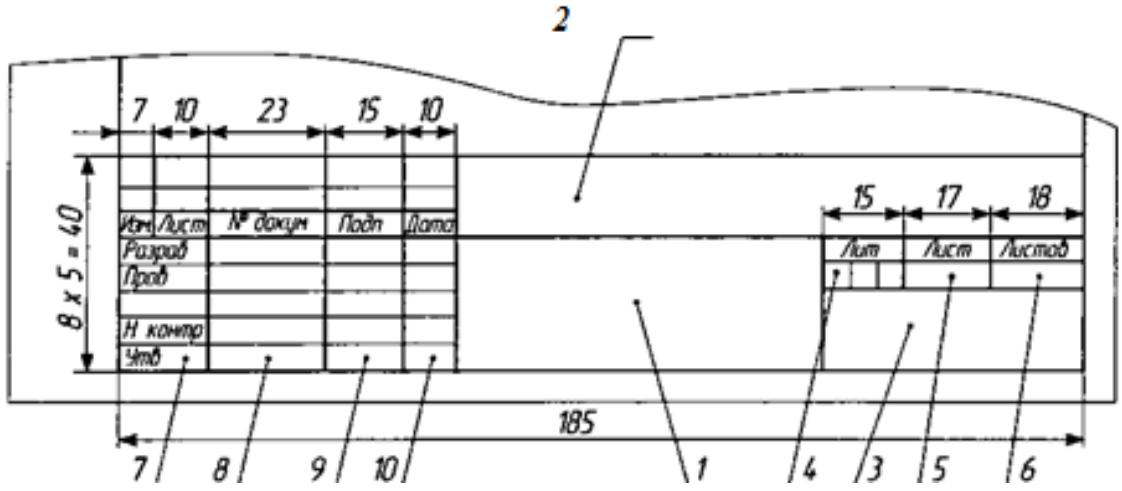


Рис. 3.1. Основная надпись (ГОСТ 2.104-68, форма 2):

1 — тема курсового проекта и вид документа; *2* — обозначение документа (например, «ННК М 136-07.045.02-14 ПЗ»; *3* — наименование учебного заведения, номер группы; *4* — литера документа; *5* — порядковый номер листа (если документ выполнен на одном листе, графа не заполняется); *6* — общее количество листов документа (указывается только на первом листе); *7* — характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ; *8* — фамилии лиц, подписавших документ; *9* — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе *8; 10* — дата подписания документа.

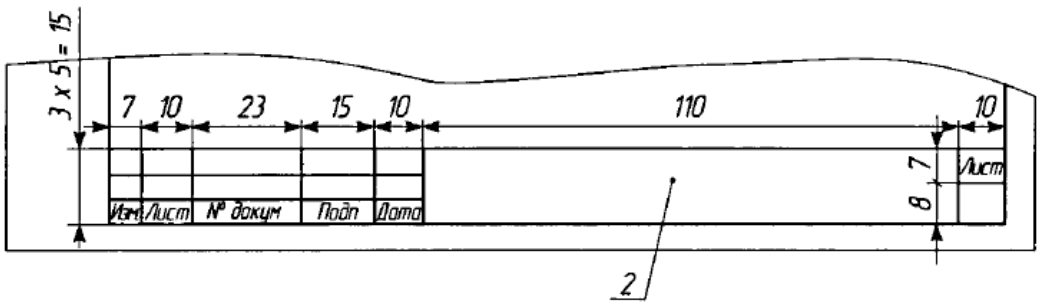


Рис. 3.2. Основная надпись (ГОСТ 2.104-68, форма 2а)

Текстовый материал пояснительной записки делят на разделы, подразделы и пункты. Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа.

Наименование разделов, включая введение, заключение, список использованных источников, а также подразделов и пунктов записывают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Слово «Приложение» набирают симметрично тексту. Приложение должно иметь заголовок, который записывают также симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой. Если приложений несколько, то их обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А (кроме Ё, З, Й, О, Х, Ч, Ъ, Ы, Ь), или латинского алфавита (кроме I и O).

Подчеркивать заголовки и переносить слова в них не допускается. Точку в конце заголовка не ставят. Расстояние между заголовками и текстом — 15 мм, между заголовками раздела и подраздела (подраздела и пункта) — 10 мм.

Полное наименование темы курсового проекта указывается на титульном листе, в основной надписи (штампе) содержания и при первом упоминании в тексте.

Текст документа должен быть кратким, четким и не должен допускать различных толкований. Сокращение слов не допускается, за исключением общепринятых обозначений в конструкторских и технологических документах по ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц», ГОСТ 1.5-2001 «Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов». Нельзя использовать в тексте математические знаки без цифр, например +, -, =, с, >, а также % и №. Не допускается применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП, СТ, СЭВ) без регистрационного номера.

Нумерация. Листы пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами. Нумерация страниц должна быть сквозной. Титульный лист и лист с заданием на проектирование включают в общую нумерацию, но номер на них не ставят.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего текстового документа, обозначенные арабскими цифрами без точки, например: «2 Технологическая часть». Содержание, введение, заключение, список использованных источников не нумеруются. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, например: «2.3 Выбор технологических баз». В конце номера подраздела точка не ставится. Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела и пункта, например: «2.7.1 Выбор оборудования».

Все формулы, иллюстрации и таблицы нумеруются арабскими цифрами, например: формула (6), рисунок 4, таблица 3. Нумерация сквозная. Номер формулы записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Если формула в тексте одна, то ее обозначают «(1)». Если иллюстрация (или таблица) в тексте одна, то ее обозначают «Рисунок 1» (или «Таблица 1»). Допускается двоичная нумерация формул, таблиц и иллюстраций, которая включает номер раздела и порядковый номер соответственно формулы, таблицы и иллюстрации, например: формула (2.3), таблица 1.4, рисунок 3.1.

Формулы. Формула пишется симметрично тексту, с отбивкой от текста, равной одной строке. После формулы ставится запятая. Пояснения символов и числовых

коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в этой формуле. Пояснения каждого символа набирают с новой строки. Первая строка начинается со слова «где» без двоеточия после него. Численные значения символов даются после разъяснения формулы с указанием единиц измерения и ссылкой на источник (пример 2).

Пример 2

Фактическая подача инструмента $S_ф$, мм/об, определяется по формуле:

$$S_ф = S_{табл} K_г K_2 K_3, \quad (3)$$ [1, стр.46]

где Sтабл — табличное значение подачи инструмента, мм/об;

Ki, K_2, K_3 — коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, материала инструмента и вида обработки соответственно.

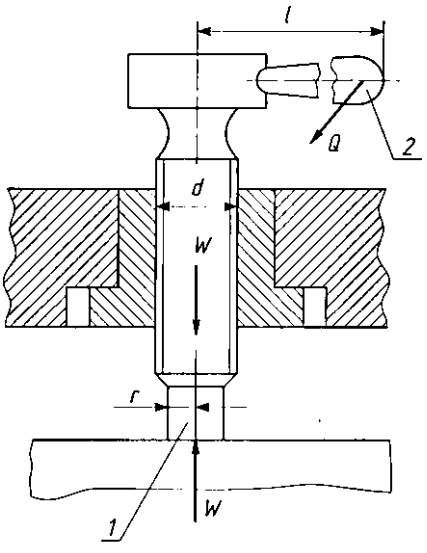
Принимаем: Sтабл = 0,4 мм/об [4, с. 29]; $K_г$ = 0,85 [4, с. 30]; K_2 = 1,0 [4, с. 30]; K_3 = 1,75 [4, с. 30].

Тогда

$$S_ф = 0,4 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,75 = 0,595 \text{ мм/об}.$$

Иллюстрации. Иллюстрации (рисунки, схемы, эскизы) должны иметь наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисуночный текст), которые размещают под иллюстрацией. Слово «Рисунок» (с указанием номера) и наименование набирают ниже пояснительных данных симметрично рисунку (пример 3). Иллюстрации располагают после текста, в котором они упоминаются.

Пример 2



1 — рукоятка; 2 — винт

Рисунок 2 — Винтовой зажим

Таблицы. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Таблица должна иметь заголовок, который набирается строчными буквами (кроме первой прописной) и помещается над таблицей (пример 4). Он должен быть кратким и полностью отражать содержание таблицы. Перед заголовком пишут слово «Таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки — со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки граф, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков граф знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе.

Диагональное деление головки не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Пример 4

При переносе части таблицы на другой лист головку повторяют. Слово «Таблица», заголовок и порядковый номер набирают только над первой частью таблицы, над последующими частями пишут слово «Продолжение», например: «Продолжение таблицы 2». Если в конце страницы таблица прерывается, нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Графу «№ *п/п*» в таблицу не включают. При необходимости порядковые номера указывают в боковике. Допускается нумерация граф при наличии на них ссылки в тексте.

Если цифровые данные в графах (строках) таблицы выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы (строки); если в одной и той же единице физической величины, то ее помещают после заголовка таблицы, например: «Диаметр стержня впускного клапана, мм». Когда в таблице преобладает какой-либо параметр и он выражен в одной единице физической величины, в заголовке таблицы

помещают наименование преобладающего параметра и единицу его измерения, например: «Размеры стержня впускного клапана, мм», а наименование других параметров и единицы их измерения дают в заголовках соответствующих граф (строк).

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» набирают после наименования соответствующего параметра и единицы физической величины в боковике или головке таблицы, при этом перед ограничительными словами ставится запятая, например: «Масса, кг, не менее».

Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, можно указывать один раз. Повторяющийся в графе таблицы текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее — кавычками (пример 5). Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов нельзя.

Пример 5

Таблица 8 — Положение оси вращения заготовки

Наименование отливки	Положение оси вращения
Гильза цилиндрическая	Горизонтальное
То же	То же
»	»

Если цифровые или иные данные в графе таблицы не приводятся, то ставят прочерк.

При указании в таблице (а также в тексте) интервалов значений величин, охватывающих все значения ряда, перед ними пишут «от» («св.») «до», имея в виду «от (включительно) до (включительно)»; в интервалах, охватывающих любые значения величины, ставят многоточие (3...10 см).

Ссылки. При использовании справочных материалов необходимо делать ссылку на источник, например: «[5, с. 11]».

Перед всеми формулами, иллюстрациями, таблицами должны быть ссылки в тексте, например: «в формуле (3)», «на рисунке 3», «в таблице 5». Ссылки на ранее упомянутые формулы, иллюстрации, таблицы дают с сокращенным словом «см.», например: «см. формулу (4)», «см. рисунок 3», «см. таблицу 2» [20].

Список использованных источников. Список должен содержать перечень источников, использованных при выполнении проекта. Источники следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте (пример 6).

Пример 6

1. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. — М.: Мастерство; Высш. шк., 2001. — 496 с.

3.2. Требования к оформлению графических документов

Графическая часть курсового проекта выполняется в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД на листах форматов Al, А2, А3, А4. Основная надпись на чертежах должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2.104-68 и заполняться по форме 2 (рис. 3.3) и 2а (см. рис. 3.2).

Форматы для чертежей выбирают с учетом размеров проектируемой детали, станочного приспособления, участка и удобства их размещения. Изображение на чертежах располагают относительно фронтальной плоскости проекции так, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме предмета.

Тип и толщина линий должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.303-68 «Линии».

Справочные размеры на чертежах отмечают условным знаком «*», а в технических требованиях чертежа записывают: «* Размеры для справок». Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях. Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров, а многократно повторяющиеся на чертеже предельные отклонения линейных и других размеров 12-го квалитета и грубее можно оговаривать в технических требованиях, например: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — $H14$, валов — $h14$, остальных — $\pm IT14/2$».

Наносить предельные отклонения размеров на чертежах следует по ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений», но с учетом условных обозначений полей допусков

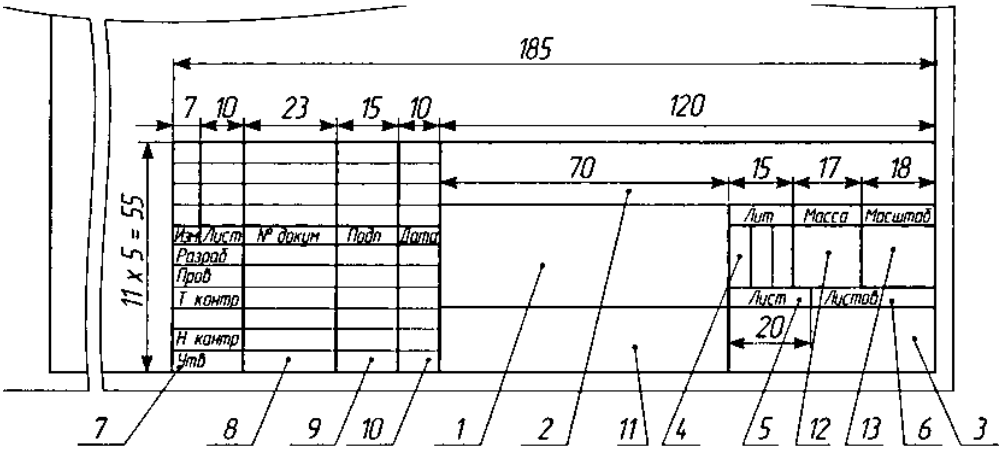


Рис. 3.3. Основная надпись на чертежах (ГОСТ 2.104-68, форма 2):

1— наименование изделия или участка; наименование документа (если документ имеет код; например, «Ремонтный чертеж»); *2* — обозначение документа (например, «ННК М 136-07.045.02-14 ПЗ»); *3...10* — см. рис. 3.1; *11*— обозначение материалов детали (указывается только на чертежах деталей); *12* — масса изделия, кг; *13* — масштаб; *14* — обозначение документа.

и посадок, а также числовых значении предельных отклонении, принятых по ГОСТ 25347-82 «Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки». На рабочих чертежах предельные отклонения линейных размеров показывают, как правило, с помощью числовых значений, например $Ø018^{+0,018}$, или условных обозначений с последующим указанием в скобках их числовых значений, например $Ø18H7(^{+0,018})$. Предельные отклонения записывают до последней значащей цифры включительно, выравнивая число знаков в верхнем и нижнем отклонении добавлением нулей, например $Ø020^{+0,24}$

Допуски формы и расположения поверхностей показывают на чертежах с помощью условных обозначений по ГОСТ 2.308-79 «Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей». Условные обозначения указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части. В первой части помещают знак условного обозначения допуска; во второй — числовое значение допуска; в третьей — буквенное обозначение базы, относительно которой задается допуск расположения поверхностей (если баз несколько, то вписывают все их обозначения). Рамки вычерчивают сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков в рамках должна быть равна размеру шрифта размерных чисел. Наклон линий в цифрах, буквах и знаках — приблизительно 75°. Высота рамки должна на 2...3 мм превышать размер принятого для данного чертежа шрифта. Рамку с данными допусков формы или расположения поверхностей соединяют с элементом, к которому относятся допуски формы и расположение поверхностей. Пересекать рамку какими-либо линиями не допускается.

При выполнении рабочих чертежей деталей на всех поверхностях детали, независимо от способа их образования, необходимо обозначать шероховатость по ГОСТ

2.309-73. Шероховатость поверхности указывают с помощью параметра Ra или Rz и его численного значения (ГОСТ 2789-73).

Обозначение шероховатости поверхностей располагают или на линиях контура, или на выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии), или на полках выносок, при недостатке места — на размерных линиях или на продолжениях выносной линии.

Если на изображении все поверхности одинаковой шероховатости, то обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят. Знак шероховатости, вынесенный в правый верхний угол чертежа, должен быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на изображении.

На чертежах изделий, подвергаемых термической и другим видам обработки, указывают свойства материалов, полученных в результате обработки, например: HRC, HB (твердость). Величина глубины обработки *h* и твердости материалов на чертежах указывается предельными значениями, например: *h* 0,7...0,9; 40...45 HRC.

Поверхности деталей, подвергаемых термической, электрохимической, гальванической обработке, отмечают штрихпунктирной утолщенной линией на той проекции, на которой они ясно определены.

При выполнении курсового проекта учащийся разрабатывает *сборочный чертеж* (станочного приспособления, приспособления для контроля обрабатываемой детали и т.д.), который должен соответствовать ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам» и содержать:

1)изображение сборочной единицы, дающее полное представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;

2)номера позиций составных частей, входящих в сборочную единицу;

3)габаритные размеры сборочной единицы, а также установочные, присоединительные и другие необходимые справочные и исполнительные размеры;

4)техническую характеристику сборочной единицы или технические требования (при необходимости).

Номера позиций наносят на полках линий выносок, проводимых от изображений составных частей, параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку. Номера позиций обозначают на чертеже, как правило, один раз, но допускается и повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей изделия для более ясного понимания чертежа. Размер шрифта позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел.

Текстовую часть располагают на поле чертежа над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы. Текст должен быть кратким и точным, без сокращений слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), а также поверхностей, размеров и других элементов изделия используют прописные буквы русского алфавита (за исключением Ё, З, Й, О, Х, Ч, Ъ, Ы, Ь) по ГОСТ 2.316-68. Буквенные обозначения должны быть в 2 раза больше размерных чисел.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию и записываться с новой строки (без заголовка «Технические требования»). Близкие по своему характеру технические требования группируют и располагают в следующем порядке:

- к материалу, заготовке, термической обработке, твердости, влажности, свойствам материала готовой детали и т.п.;

- размерам, предельным отклонениям размеров допусков формы и расположения поверхностей, массе и т.п.;

- качеству поверхностей, их отделке, покрытию;

- расположению отдельных элементов конструкции;

- настройке и регулированию.

Техническую характеристику изделия с самостоятельной нумерацией пунктов размещают отдельно от технических требований на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика», а над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

В основной надписи чертежа наименование детали должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Оно записывается в именительном падеже единственного числа, например: «Приспособление», «Вал», «Фланец», «Крышка». Если наименование детали состоит из нескольких слов, на первое место ставят имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Вал первичный», «Вал промежуточный». В наименование детали, как правило, не включают сведения о назначении и местоположении детали.

В графе материалов должно содержаться наименование материала, его марка (если она для данного материала установлена) и номер стандарта или технических условий, например: «Сталь 45 ГОСТ 1050-88»; «Ст3 ГОСТ 380-94». Если в установленное обозначение материала входит сокращенное наименование данного материала «Ст», «СЧ»,

«КЧ», «Бр» и др., то полное наименование «Сталь», «Серый чугун», «Ковкий чугун», «Бронза» не указывают, например: «Ст3 ГОСТ 380-94»; «СЧ10 ГОСТ 1412-85».

В графе материалов записывают один вид материала, а если деталь состоит из двух разнородных материалов (в целях экономии дорогостоящего материала или по эксплуатационным требованиям детали), то в этой графе указывают основной материал, а в технических требованиях — вспомогательный.

Ремонтный чертеж детали должен соответствовать ГОСТ 2.604-2000 [5].

Места на детали, подлежащие восстановлению, обозначаются на чертеже сплошной основной линией, остальные поверхности — сплошной тонкой линией.

Предельные отклонения размеров восстанавливаемых поверхностей показывают с помощью числовых значений либо условных обозначений (*H*7, *H*9, *N*6, *K*6 и т.п.), рядом с которыми в скобках помещают их числовые значения. Дается также информация о шероховатости поверхностей, подлежащих ремонту, точности их формы и взаимного расположения относительно других поверхностей детали.

На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) изображаются только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для проведения восстановления детали или сборочной единицы. На чертеже детали, восстанавливаемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытия, рекомендуется выполнять эскиз подготовки соответствующего участка детали к ремонту. При применении сварки, пайки на ремонтном чертеже указываются наименование, марка, размеры материала, используемого при ремонте, а также номер стандарта на этот материал.

Категорийные (ремонтные) и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя металла, обозначают буквами; их числовые значения и другие данные указывают на выносных линиях или в таблице, помещаемой в правой верхней части чертежа. При этом для ремонтных размеров сохраняется квалитет точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

Для определения способа ремонта деталей или сборочных единиц на ремонтных чертежах располагают технологические требования и указания. Требования, относящиеся к отдельному элементу детали или сборочной единицы, помещают рядом с соответствующим элементом или участком детали (сборочной единицы).

4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1. Исходные данные для разработки технологического процесса

4.1.1. Характеристика детали

Характеристика детали включает:

- наименование и номер детали по каталогу;

- назначение детали, ее конструктивные особенности и местонахождение в узле;

- наименование и марку материала детали и номер стандарта; если деталь составная - наименование и марку материала всех элементов детали;

- химический состав и механические свойства материала детали;

- вид термической обработки заданных для восстановления поверхностей, глубину обработки и твердость материала детали;

- технологические и эксплуатационные свойства материала детали: возможность обработки резанием, давлением, сваркой, термической обработкой и пр.;

- габаритные размеры детали: длину, диаметр (ширину и высоту); массу детали (пример 8).

Эти данные имеются в руководствах по капитальному ремонту автомобилей, справочниках, учебниках по устройству автомобилей и на рабочих чертежах деталей.

Описание химического состава, механических, технологических и эксплуатационных свойств материала детали приводят в виде таблиц (примеры 9, 10, 11).

Пример 8

Шестерня ведущая заднего моста № 5336-2402017 расположена в редукторе заднего моста и вместе с ведомой шестерней образует главную передачу.

Деталь представляет собой вал-шестерню с винтовыми зубьями, посадочными шейками под два конических и один роликовый цилиндрический подшипник, с прямобочными шлицами и метрической резьбой на хвостовике.

Шестерня ведущая предназначена для передачи крутящего момента от карданного вала к ведомому зубчатому колесу. Она собирается отдельным узлом в сборе с картером подшипников, подшипниками, регулировочными шайбами и т.д.

Шестерня изготовлена из легированной стали 20ХНЗА ГОСТ 4543-71. Химический состав, механические, технологические и эксплуатационные свойства стали приведены в таблицах...

Поверхности детали подвергают закалке токами высокой частоты с последующим отпуском до твердости: для шлицев — 32...34 HRC, для резьбы — 26...31 HRC, для зубьев — 57...59 HRC. Габаритные размеры детали: длина — 263 мм, наибольший диаметр — 150 мм. Масса детали — 8 кг.

Пример 9

Таблица 1 — Химический состав стали 45Х ГОСТ 1050-88

Наименование и марка материала	Химический элемент и его процентное содержание, %						
	C	Si	Сг	Мп	Ni	Си	P S
Сталь 45Х	0,41-0,49	0,17-0,37	0,8- 1,1	0,5- 0,8	0,3	0,03	Не более 0,35

Пример 10

Таблица 2 — Механические свойства стали 45Х ГОСТ 1050-88

Наименование и марка материала	Показатель				
	Не менее				
	Временное сопротивление при растяжении $o_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $a_т$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, §5, %	Ударная вязкость «н» кДж/м^2 (кгс/см^2)	Твердость без термической обработки, МПа
Сталь 45Х	1030(105)	835 (85)	9	45(5)	229

Пример 11

Таблица 3 — Технологические и эксплуатационные свойства стали 15ХГН2ТА ГОСТ 4345-71

Наименование и марка материала	Вид термической обработки	Обрабатываемость резанием	Свариваемость при восстановлении	Износостойкость
Сталь 15ХГН2ТА	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск	Умеренная	Умеренная	Хорошая

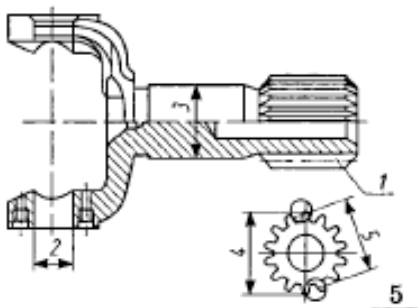
4.1.2. Технические требования на дефектацию детали

Исходным документом для разработки технологического процесса восстановления детали является «Карта технических требований на дефектацию детали» (пример 12), в которой приводятся следующие данные: общие сведения о детали, перечень возможных ее дефектов, способы выявления дефектов, размеры по рабочему чертежу и допустимые без ремонта размеры детали, рекомендуемые способы устранения дефектов. Карта технических требований на дефектацию детали оформляется в соответствии с ГОСТ 2.602-95.

Пример 12

Таблица 4 — Карта технических требований на дефектацию детали

Наименование детали (сборочной единицы) Вилка скользящая карданного шарнира



Номер детали (сборочной единицы): 130–2202048 (обозначение по чертежу)

Материал: Сталь 45 ГОСТ 1050–88 (наименование, марка, номер стандарта)

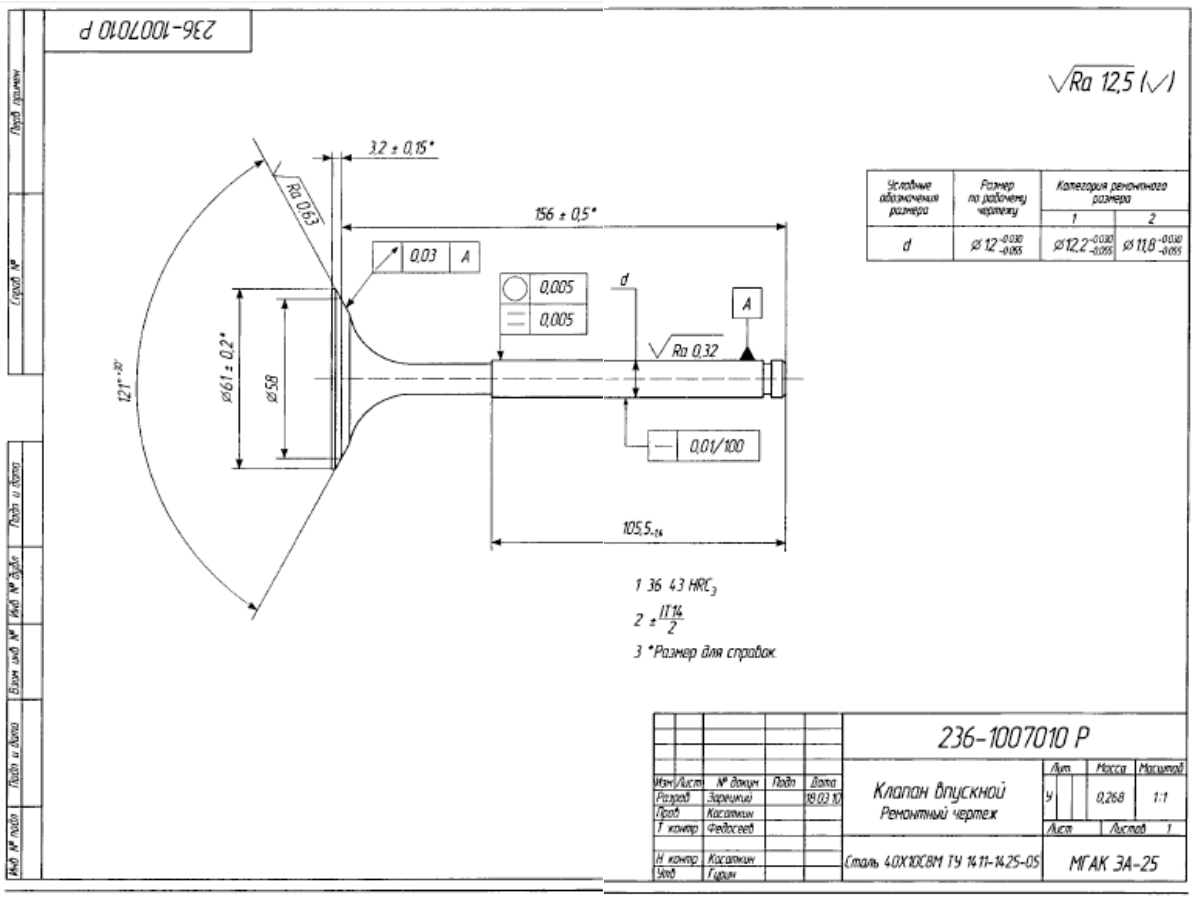
Твердость: Закаленного слоя 42…56 HRC; Незакаленных поверхностей 207…241 НВ

Позиция на эскизе	Возможный дефект	Способ установления дефекта и средства контроля	Размер, мм: по рабочему чертежу	Размер, мм: допустимый без ремонта	Заключение
1	Срез, смятие шлицев	Визуальный осмотр	—	—	Браковать
2	Износ отверстий под подшипники	Пробка 39,05 или нутромер индикаторный НИ 18-50 ГОСТ 868–82	$39^{+0,027}_{-0,010}$	39,05	Ремонтировать Наплавка вибродуговая Постановка втулок
3	Износ направляющей шейки	Скоба 53,90 или микрометр гладкий МИ 50-75 ГОСТ 6507–90	$54^{-0,05}_{-0,08}$	53,92	Ремонтировать Наплавка вибродуговая Наплавка в среде углекислого газа Наплавка под
4	Износ шлицев по наружному диаметру	Скоба 61,89 или микрометр гладкий МИ 50-75 ГОСТ 6507–90	$62^{-0,065}_{-0,105}$	61,89	Ремонтировать Наплавка вибродуговая Наплавка в среде углекислого газа Наплавка под слоем флюса
5	Износ шлицев по диаметру делительной окружности	Ролики ∅5,493, специальный калибр с двумя роликами $L = 66,30$ мм, или микрометр гладкий МИ 50-75 ГОСТ 6507–90	Размер по роликам: 66,4, не менее	66,30	Ремонтировать Наплавка в среде углекислого газа Наплавка под слоем флюса
	20	28	35	25	25	42

Для ПОЛНОГО представления о дефектах детали, точности восстанавливаемых поверхностей, а также определения способов восстановления выполняется ремонтный чертеж (пример 13 на с. 32-33). Его помещают в приложение А пояснительной записки. Особенности оформления ремонтных чертежей деталей приведены в подразделе 3.2 «Требования к оформлению графических документов».

4.1.3. Дефекты детали и причины их возникновения

В этом пункте курсового проекта требуется описать условия работы детали в узле (агрегате), указав вид трения, характер действующих нагрузок (постоянные, знакопеременные, ударные, вибрационные), характер деформаций (растяжение, изгиб, сжатие, кручение), характер износа (равномерный, неравномерный, односторонний и пр.), возможные структурные изменения, агрессивность среды, температурный режим и т.д., а также проанализировать причины возникновения дефектов (пример 14).



4.1.4. Технические требования к отремонтированной детали

В технических требованиях к отремонтированной детали указывают:

-размер по рабочему чертежу или ремонтный размер восстановленной поверхности;

-предельные отклонения формы и расположения восстановленной поверхности относительно других поверхностей (овальность, конусообразность; отклонение от плоскостности поверхности, соосности, перпендикулярности осей или поверхности относительно оси; радиальное биение поверхности и т.п.);

-параметры и класс шероховатости восстановленной поверхности (примеры 15, 16).

Эти данные имеются в руководствах по капитальному ремонту автомобилей [38, 39, 48] и на рабочих чертежах детали.

При указании размеров восстановленной поверхности требуется оценить степень точности изготовления этих размеров, а именно определить, к какому квалитету точности они относятся, пользуясь ГОСТ 25347-82 [24].

Шероховатость поверхности обозначается по ГОСТ 2.309-73 |3], например Ra 0,4; Rz 10.

Для понимания технической документации, выпущенной до 1981 г., в прил. В1 приведены применявшиеся ранее классы шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73 [23] и соответствующие им значения Ra и Rz. Следует знать, что лучше использовать параметр Ra, так как он дает более полную оценку поверхности. Кроме того, необходимо пользоваться предпочтительными значениями параметра Ra, поскольку приборы для контроля шероховатости — профилометры — настроены на ряд предпочтительных чисел.

Пример 15

Основными поверхностями вала, подвергшимися износу, являются шейки под шариковый и роликовый подшипники.

После ремонта размеры шеек должны отвечать требованиям рабочего чертежа, а именно:

-диаметр шейки под шариковый подшипник должен быть равен 31 ± 0,008. Размер соответствует 6-му квалитету точности с отклонением *js*, т.е. диаметр 31 *js*6 (±0,008). Шероховатость поверхности шейки Ra 0,2 мкм соответствует 9-му классу шероховатости;

-диаметр шейки под роликовый подшипник должен быть 19,235_0,о13- Размер соответствует 6-му квалитету с отклонением Л, т.е. 19,235 Л6 (_0,013)« Шероховатость поверхности шейки Ra 0,8 мкм (7-й класс шероховатости);

-отклонение от цилиндричности шеек под подшипник должно быть не более 0,01 мм, радиальное биение их относительно оси — не более 0,03 мм.

Пример 16

Таблица 5 — Диаметр стержня впускного клапана, мм

Размер	Увеличение или уменьшение диаметра стержня	Диаметр стержня
По рабочему чертежу	—	$9^{-0,050}_{-0,075}$
1-й ремонтный	–0,20	$8,8^{-0,050}_{-0,075}$
2-й ремонтный	+0,20	$9,2^{-0,050}_{-0,075}$

Диаметр стержня клапана соответствует примерно 8-му квалитету точности. Овальность и конусообразность поверхности стержня клапана — не более 0,007 мм. Шероховатость поверхности стержня — не более Ra 0,4 мкм (8-й класс шероховатости) по ГОСТ 2789-73.

4.1.5. Расчет размера партии деталей

В условиях серийного ремонтного производства (по опыту ремонтных предприятий) размер партии принимается исходя из месячной потребности в ремонтируемых деталях.

Месячная программа восстанавливаемых по маршруту деталей $N_{мес}$, шт., определяется по формуле

$$N_{мес} = \frac{NK_p n}{12},$$

где N — годовая производственная программа ремонта агрегатов или автомобилей, шт. (выдается по заданию на курсовое проектирование); K_p — маршрутный коэффициент ремонта (выдается по заданию на курсовое проектирование); п — количество одноименных деталей на агрегате или автомобиле, шт.

Размер партии деталей Z, шт., определяется по формуле

$$Z = \frac{N_{мес}}{X},$$

где X — количество запусков ремонта детали в месяц (принимается не более трех).

Размер партии деталей должен быть равен числу, кратному пяти.

4.2. Технологическая часть

4.2.1. Маршрут ремонта

В этом пункте курсового проекта указывается номер маршрута ремонта детали и сочетание дефектов, восстанавливаемых на этом маршруте (по заданию), а также определяется класс и группа детали по данным табл. 4.1 (пример 17).

Пример 17

Валики водяного насоса перемещаются по производственным участкам завода согласно маршруту № 2. На этом маршруте устраняются следующие дефекты: износ шеек под подшипники, износ шейки под ступицу шкива и повреждение резьбы М10х1-4*h*.

Вал водяного насоса относится к деталям 3-го класса (круглые стержни) и 6-й группы (оси, штанги).

4.2.2. Выбор рационального способа восстановления детали

Выбор способа восстановления деталей зависит от их конструктивно-технологических особенностей, а также условий работы, износа, технологических свойств самих способов восстановления, определяющих долговечность отремонтированных деталей и стоимость восстановления.

Согласно рассматриваемой методике выбираемый способ восстановления СВ выражается как функция трех коэффициентов:

$$\text{СВ} = f(K\text{п}, K\text{д}, K\text{э}),$$

где Kп — коэффициент применимости способа, учитывающий технологические, конструктивные и эксплуатационные особенности восстанавливаемой детали, а также технические характеристики способа восстановления (табл. 4.2, 4.3); $K_д$ — коэффициент долговечности (табл. 4.4); $K_э$ — коэффициент технико-экономической эффективности способа восстановления, характеризующий его производительность и экономичность (табл. 4.5, 4.6).

Коэффициент долговечности $K_Д$ определяется как функция трех аргументов:

$$K_Д = f(K_И, K_В, K_С),$$

где $K_И, K_В, K_С$ — коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепления соответственно (см. табл. 4.4).

Значения коэффициентов износостойкости, выносливости и сцепления определяются на основании сравнительных стендовых и эксплуатационных испытаний новых и восстановленных деталей. Коэффициент долговечности в общем случае равен произведению трех коэффициентов.

Коэффициент технико-экономической эффективности $K_э$ рассчитывается по формуле

$$K_э = K_{пр} Э,$$

где $K_{пр}$ — коэффициент производительности (табл. 4.5);

Э — относительная экономичность способа, равная отношению себестоимости восстановления детали по эталонному варианту к себестоимости восстановления i-м способом.

Рассматриваемая методика выбора рационального способа восстановления детали состоит из трех этапов:

1. Определение принципиальной возможности применения различных способов восстановления конкретных деталей с учетом их конструкции, материала и производственных возможностей авторемонтной организации.

Для этого рассматривают различные способы восстановления и выбирают те из них, которые удовлетворяют необходимому значению коэффициента применимости $K_п$. Однако коэффициент применимости выражен оценочными показателями и является предварительным, поскольку с его помощью нельзя решить вопрос выбора рационального способа восстановления детали, если этих способов несколько. Решая вопрос о применимости того или иного способа ремонта, надо использовать данные авторемонтных предприятий, источники информации.

Таблица 4.1

Классы и группы деталей

Класс деталей	Группа деталей						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Корпусные детали	Картеры мостов	Блоки цилиндров	Картеры редукторов	Картеры коробок	Головки блока, газопроводы	Корпуса насосов	Корпуса подшипников
2. Полые цилиндры	Ступицы колес	Барабаны тормозов	Чашки дифференциала	Гильзы цилиндров	Стаканы подшипников	Поршни	—
3. Круглые стержни	Полуоси	Валы карданные	Валы коленчатые	Валы с шестернями	Валы шлицевые	Оси, штанги	Клапаны, толкатели
4. Диски	Шестерни большие	Шестерни малые	Маховики, диски	Фланцы, муфты	Шкивы	Крыльчатки	Кольца
5. Некруглые стержни	Штанги реактивные	Рычаги коробок	Шатуны	Сошки, тяги	Рычаги поворотные	Вилки фланцев	Вилки переключения
6. Крышки и кронштейны	Крышки картера	Кронштейны колодок	Крышки подшипников	Крышки насосов	Крышки шестерен	—	—
7. Детали из тонколистовой стали	Кабины	Двери	Капоты	Брызговики	Картеры, корпуса	—	—
8. Арматура и крепежные детали	Тяги, болты	Патрубки	Трубки	Пробки, краны	Переходники	Коромысла	Стремянки
9. Другие детали	Лонжероны	Радиаторы	Колодки	Балки	Опоры	Кулаки поворотные	Упоры

Технические характеристики способов восстановления деталей [54]

Оценочный показатель	РР	ДРД	ПДГ (ПДХ)	РДС (РДН)	РГС (РГН)	АДС (АДН)	НСФ	ВДН	НУГ (СУГ)	Х	Ж	КК (СМ)	М	ЭМО
Виды металлов и сплавов, по отношению к которым применим способ	Сталь, ковкий и серый чугун	Все материалы	Сталь	Все материалы	Все материалы	Алюминиевые сплавы	Сталь	Сталь, ковкий и серый чугун	Сталь	Сталь	Сталь, серый чугун	Все материалы	Все материалы	Сталь
Применимость способа по отношению к деталям, испытывающим знакопеременные нагрузки	+	+	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	–	+
Минимальный диаметр деталей класса «Круглые стержни», мм	8	6	—	10...12	10...12	10...12	35...45	15...18	10...12	5	12	5	10...12	15...18
Минимальный диаметр деталей классов «Корпусные детали» и «Полые цилиндры», мм	8	12	Не ограничен	40	40	100	250	45...50	45	40...50	40...50	8	100	—
Наименьшая толщина покрытия, мм	—	—	—	1,0...1,5	1,0	1,0	1,5...2,0	0,5...1,0	0,5...1,0	Не ограничена	Не ограничена	Не ограничена	0,03...0,4	0,2
Наибольшая толщина покрытия, мм	—	—	—	5,0...6,0	3,0...5,0	4,0...5,0	3,0...5,0	3,0...4,0	3,0...4,0	0,3...0,6	3,0	3,0	1,5	0,4
Снижение усталостной прочности, %	0	0	0	30	25...40	25	15	30...35	15	20	25	0	25...30	0

Применимость различных способов восстановления для типовых соединений автомобильных деталей [70]

Способ восстановления	Тип соединения деталей					
	Вал — подшипник скольжения	Вал — подшипник качения	Вал — уплотнение	Шлицевое соединение	Цапфа — втулка	Барабан — тормозная колодка
Наплавка:						
под слоем флюса	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
в защитных газах	+	+	+	+	+	+
порошковыми проволоками	+	+	+	(+)	+	+
вибрирующим электродом в жидкости	–	+	+	–	(+)	–
плазменная	(+)	+	+	–	+	–
электроконтактная	(+)	(+)	(+)	–	(+)	–
электродными лентами	–	–	–	–	–	(+)
электрошлаковая	–	–	–	–	–	(+)
Хромирование	(+)	(+)	(+)	–	(+)	–
Железнение	(+)	(+)	(+)	–	(+)	–
Металлизация	(+)	+	+	–	(+)	–
Электроискровое наращивание	(+)	(+)	(+)	–	–	–
Электромеханическая обработка	–	+	–	–	–	–
Заливка жидким металлом	–	–	–	–	–	(+)
Постановка дополнительной ремонтной детали	–	(+)	–	–	–	–
Применение полимеров	–	(+)	–	–	–	–

Примечание. «+» — широкое применение способа; «(+)» — ограниченное применение способа; «–» — применение способа не рекомендуется.

Оценочные показатели способов восстановления деталей

Оценочный показатель	РДС (РДН)	РГС (РГН)	АДС (АДН)	НУГ (СУГ)	НСФ	ВДН	Х	Ж	ЭМО	М	КК (СМ)	ПДГ (ПДХ)	РР	ДРД
Восстановление размера и посадки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	±
Коэффициент износостойкости $K_и$	0,70	0,70	0,70	0,72	0,91	1,00	1,67	0,95	1,10	1,30	1,20	1,00	0,95	0,90
Коэффициент выносливости $K_в$	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,97	0,83	1,00	0,80	0,70	0,90	0,90	0,90
Коэффициент сцепления $K_с$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,70	1,00	0,50	0,70	1,00	1,00	1,00
Коэффициент долговечности $K_д$	0,42	0,49	0,49	0,65	0,79	0,62	1,33	0,60	1,10	0,52	0,59	0,90	0,86	0,81
Толщина покрытия, мм	5,0	3,0	4,0	2,0...3,0	3,0...4,0	2,0...3,0	0,3	0,5	0,2	1,5	3,0	2,0	0,2	5,0
Расход материалов, кг/ м^2	48,0	38,0	36,0	30,0	38,0	31,0	21,2	23,3	—	25,0	10,0	3,5	2,5	78,0
Трудоемкость восстановления, н.-ч/м^2	60,0	72,0	56,0	28,0	30,0	32,0	54,6	18,6	9,0	24,0	15,9	36,2	16,7	48,0
Энергоемкость восстановления, кВт · ч/м^2	580,0	80,0	520,0	256,0	286,0	234,0	324,0	121,0	188,0	140,0	20,0	126,0	97,0	129,0
Стоимость оборудования, тыс. руб.	1000,0	900,0	1600,0	8500,0	9200,0	7200,0	8200,0	8200,0	2600,0	4000,0	2000,0	7600,0	7000,0	2500,0
Себестоимость восстановления, тыс. руб./м^2	97,5	117,0	91,4	45,5	48,7	52,0	88,5	30,2	14,6	57,0	30,0	58,8	27,2	24,2
Площадь, занимаемая оборудованием, м^2	1,7	1,8	3,0	13,6	13,6	11,2	15,2	15,2	3,0	12,1	3,0	11,7	11,0	4,0
Масса оборудования, т	0,7	0,6	0,8	7,5	7,5	6,4	4,4	4,4	2,5	2,9	0,5	7,5	6,0	2,8

Примечание. РР — обработка под ремонтный размер; ДРД — постановка дополнительной ремонтной детали; ПДГ (ПДХ) — пластическое деформирование горячее (холодное); РДС (РДН) — ручная дуговая сварка (наплавка); РГС (РГН) — ручная газовая сварка (наплавка); АДС (АДН) — аргонодуговая сварка (наплавка); НСФ — наплавка под слоем флюса; ВДН — вибродуговая наплавка; НУГ (СУГ) — наплавка (сварка) в среде углекислого газа; Х — хромирование; Ж — железнение; КК (СМ) — нанесение клеевых композиций (синтетических материалов); М — металлизация; ЭМО — электромеханическая обработка.

Технико-экономические показатели способов нанесения покрытий [70]

Способ нанесения покрытия	Производительность способа		Толщина наносимого покрытия, мм	Припуск на механическую обработку, мм	Доля основного металла в нанесенном покрытии, %	Прочность сцепления, МПа	Деформация детали после наращивания	Минимальный диаметр детали, мм	Снижение сопротивления усталости, %	Коэффициент производительности $K^*_{пр}$	Коэффициент технико-экономической эффективности $K^*_э$
	кг/ч	$см^2$/мин									
Наплавка:											
под слоем флюса	2,0...15,0	16...24	0,8...10,0	0,8...1,5	27...60	650	Значительная	45	15	1,62...1,45	0,436
вибродуговая	0,5...4,0	8...22	0,3...3,0	0,7...1,3	8...20	500	Незначительная	10	35	0,85...0,72	0,250
в среде углекислого газа	1,5...4,5	18...36	0,5...3,5	0,7...1,3	12...45	550	Значительная	15	15	1,82...1,77	0,403
электроконтактная	1,0...2,8	50...90	0,2...1,5	0,2...0,5	Отсутствует	300	Незначительная	15	25	2,30...2,10	0,660
порошковыми проволоками	2,0...9,0	16...36	1,0...8,0	0,6...1,2	12...35	600	Значительная	20	15	1,75...1,54	0,400
ручная газовая	0,15...2,0	1...3	0,4...3,5	0,4...0,8	5...30	480	То же	—	25	0,73...0,58	0,138
плазменная	1,0...12,0	45...72	0,2...5,0	0,4...0,9	5...30	490	Незначительная	12	12	2,20...1,90	0,560
ручная дуговая	0,4...4,0	8...14	0,5...4,0	1,1...1,7	20...40	500	Значительная	—	30	1,00	0,314
аргонно-дуговая	0,3...3,6	12...26	0,2...2,5	0,4...0,9	6...25	450	Незначительная	12	25	2,10...1,70	0,171
Металлизация:											
газопламенная	0,4...4,0	35...80	0,2...2,0	0,3...0,7	Отсутствует	25	Отсутствует	10	30	1,68...1,47	0,390
плазменная	0,8...12,0	40...90	0,2...3,0	0,03...0,06	То же	45	То же	10	25	1,76...1,68	0,400
Хромирование	0,007...0,085	40...60	0,01...0,30	0,3...0,06	Отсутствует	450	Отсутствует	5	20	0,32...0,22	0,087
Железнение	0,011...0,900	100...150	0,1...3,0	0,15...0,2	Отсутствует	400	Отсутствует	12	25	1,93...1,77	0,637

* Показатели даны для покрытий толщиной до 1 мм.

Применимость способов восстановления конкретных деталей оценивается по данным табл. 4.2, 4.3.

2. Выбор из числа применимых тех способов восстановления конкретных деталей, которые обеспечивают последующий межремонтный ресурс восстановленных деталей, т.е. удовлетворяют значению коэффициента долговечности Кл (табл. 4.4).

Чтобы обеспечить работоспособность детали на весь межремонтный пробег агрегата, применяемый способ восстановления должен иметь значение Кд в пределах 0,8... 1,0.

3. Выбор такого способа восстановления конкретных деталей с высоким коэффициентом долговечности, который имеет наибольшее значение коэффициента технико-экономической эффективности Кэ (табл. 4.5, 4.6).

Коэффициенты технико-экономической эффективности $K_э$ способов восстановления деталей [54]

Способ восстановления	$K_э$
Обработка под ремонтный размер	0,875
Постановка дополнительной ремонтной детали	0,350
Пластическое деформирование горячее/холодное	0,945/0,345
Ручная дуговая сварка (наплавка)	0,314
Ручная газовая сварка (наплавка)	0,138
Аргонодуговая сварка (наплавка)	0,171
Наплавка под слоем флюса	0,436
Вибродуговая наплавка	0,250
Наплавка (сварка) в среде углекислого газа	0,403
Дуговая металлизация	0,400
Железнение на переменном/постоянном токе	0,637/0,558
Хромирование	0,087
Нанесение клеевых композиций (синтетических материалов)	0,455

Проводя анализ возможных способов устранения каждого дефекта детали, надо учитывать их преимущества и недостатки.

Выбор способов восстановления деталей по другой методике производится по удельным показателям на 1 дм2 поверхности:

удельные энергозатраты, расход материалов на восстановление единицы поверхности, трудоемкость и себестоимость восстановления и др. [67].

Таким образом, при выборе рациональной технологии восстановления конкретных деталей необходимо предусмотреть решение комплекса задач, отражающих реальные условия производственной деятельности авторемонтной организации, форму организации производства, учитывающей объем ремонта и конструктивно- технологическую характеристику восстанавливаемых деталей, транспортные затраты, расход материалов, всех видов энергии, стоимость оборудования и т.п.

При восстановлении деталей должно быть обеспечено основное техническое требование долговечности: минимальный ресурс восстановленных деталей должен быть не ниже межремонтного ресурса работы автомобиля. Следует также иметь в виду, что устранять сразу несколько дефектов конкретной детали целесообразно одним способом с целью сокращения маршрута восстановления.

Выбор рационального способа восстановления детали может быть представлен в курсовом проекте в виде таблицы (пример 18) или обоснован (пример 19).

Пример 18

Таблица 6 — Выбор рационального способа восстановления детали

Номер и наименование дефекта	Применимый способ восстановления	Коэффициент		Принятый способ ремонта
		долговечности	технико-экономической эффективности	

Пример 19

Потенциально возможными способами восстановления размера стержня толкателя клапана, изготовленного из стали 35, диаметром 20 мм, имеющего износ 0,16 мм, не испытывающего значительных и знакопеременных нагрузок, являются: обработка под ремонтный размер, наплавка в среде углекислого газа, вибродуговая наплавка, хромирование, железнение (см. табл. 4.5, 4.6) .

Значения коэффициента долговечности возможных способов восстановления следующие (см. табл. 4.2):

обработка под ремонтный размер 0,86
наплавка в среде углекислого газа 0,65
вибродуговая наплавка 0,62
хромирование 1,33
железнение 0,60

Из-за большого износа стержня толкателя клапана обработка под ремонтный размер неприемлема. Наибольший коэффициент долговечности имеет наплавка в среде углекислого газа, вибродуговая наплавка и хромирование, однако ввиду небольшого диаметра стержня толкателя и с учетом коэффициента технико-экономической эффективности (см. табл. 4.4) рациональным способом восстановления является железнение (Кэ = 0,637), которое и принимаем окончательно для восстановления размера стержня толкателя клапана.

4.2.3. Выбор технологических баз

Правильное взаимодействие деталей в агрегате достигается соблюдением при их изготовлении или ремонте требуемой точности не только размеров, качества обработки поверхностей, но и взаимного расположения осей и отдельных поверхностей. Все это зависит от правильности выбора технологических баз при механической обработке детали.

Технологическая база — это поверхность (ось, точка) детали, посредством которой производится ее ориентация на станке или в приспособлении относительно режущего инструмента.

При выборе технологических баз необходимо руководствоваться следующими правилами:

- базовые поверхности должны быть наиболее точно расположены относительно обрабатываемых поверхностей;
- при обработке поверхностей деталей желательно соблюдать принцип постоянства баз, т.е. за технологические базы принимать

поверхности, при установке на которые можно обработать все поверхности детали;

- установку ремонтируемой детали на станке желательно производить по тем же базам, которые были приняты при изготовлении;
- при повреждении базовых поверхностей механическую обработку детали следует начинать с восстановления технологических баз;
- установка детали должна производиться по менее изношенным поверхностям;
- при отсутствии технологической базы, принятой при изготовлении детали, в качестве ее необходимо выбирать те поверхности, которые определяют положение детали в агрегате (конструкторские базы); при этом нужно стремиться, чтобы технологическая база совпадала с измерительной базой (принцип единства баз);

• если не предоставляется возможным обеспечить постоянство базы, в качестве новой технологической базы следует выбирать обработанные поверхности, обеспечивающие необходимую жесткость детали при ее обработке.

Базы, отвечающие вышеперечисленным требованиям, обеспечат точность механической обработки детали за счет исключения из общей погрешности обработки погрешности базирования.

В качестве технологической базы при механической обработке принимают:

• для деталей класса «Корпусные детали» — основную плоскость и два отверстия, расположенные на ней;

• для деталей класса «Круглые стержни» — центровые отверстия, реже — наружные поверхности;

• для деталей класса «Полые цилиндры» — внутренние и наружные цилиндрические поверхности и их торцы;

• для деталей класса «Диски» — наружные и внутренние цилиндрические поверхности, торец;

• для деталей класса «Некруглые стержни» — поверхности стержня и головки, а затем отверстие и обработанные поверхности головки.

В данном пункте курсового проекта необходимо указать поверхности детали, являющиеся технологическими базами при восстановлении каждой из поверхностей и требующие ремонта, их полное наименование согласно классификации. Кроме этого,

4* следует обозначить на эскизе детали поверхности, выбранные в качестве технологических баз, буквами А, Б, В и т.д. (пример 20).

Пример 20

В качестве технологических баз при механической обработке посадочных поверхностей В и Г гильзы принимаем ее внутреннюю поверхность А (явная двойная направляющая база) и торец Б (явная опорная база), а для обработки внутренней поверхности А используем восстановленные наружные посадочные поверхности Б и Г (явная двойная направляющая база) и торец буртика Д (явная опорная база).

Поверхности детали, выбранные в качестве технологических баз, обеспечивают соблюдение принципов постоянства и единства баз, так как... Они также являлись технологическими базами при изготовлении гильз...

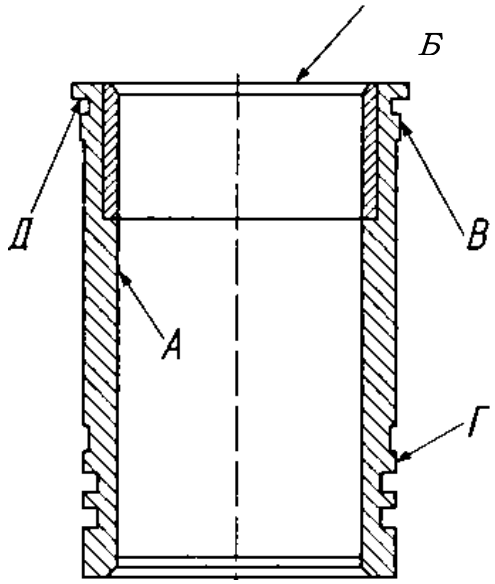


Рисунок 2 — Схема базирования гильзы цилиндра

4.2.4. Технологические схемы устранения каждого дефекта

На устранение каждого дефекта детали разрабатывается технологический процесс, который состоит из следующих операций [22, 72]:

1) подготовительные операции к сварке, наплавке, гальваническому наращиванию и другим способам восстановления (сверление, расфасовка трещин, зачистка зоны трещины и мест облома, вывертывание обломанных шпилек, точение, растачивание, шлифование и т.п.);

2) восстановительные операции: сначала — сварочные, наплавочные, а затем — пластической деформации;

3) черновые операции слесарно-механической обработки (слесарные, токарные, фрезерные, сверлильные и др.), при которых снимается наибольший слой металла;

4) термическая обработка деталей;

5) чистовая механическая обработка, на которую предусматривают минимальные припуски, так как обработка лезвийным инструментом после термообработки становится затруднительной;

6) правка (устранение) изгибов и короблений, возникающих в отдельных случаях при обработке;

7) отделочные операции: чистовое шлифование, полирование.

При выполнении подготовительных операций для отделочных

способов устранения дефектов следует учитывать некоторые особенности:

1. Перед наплавкой под слоем флюса или в защитной среде углекислого газа точение или шлифование деталей необязательно, требуется лишь очистка наплавляемых поверхностей от ржавчины.

2. При вибродуговой наплавке в жидкости на границе сплавления слоя с основным металлом образуются поры, поэтому при износе менее 0,2 мм для получения качественной поверхности наплавленного слоя деталь необходимо точить или шлифовать до 0,2...0,25 мм на сторону.

3. При восстановлении резьбы деталей малых диаметров рекомендуется производить вибродуговую наплавку без удаления изношенной резьбы.

4. При гальваническом наращивании поверхности детали ей нужно придать правильную геометрическую форму и необходимую шероховатость. Для этого перед железнением проводят шлифование, перед хромированием — шлифование и полирование.

5. При подготовке трещины в детали из алюминиевого сплава отсутствует необходимость сверления отверстий по концам трещины, так как при нагреве детали длина трещины не увеличивается.

6. При восстановлении отверстия его необходимо рассверлить, а затем заварить. При диаметре отверстия менее 12 мм производится только зенкование.

7. При постановке ремонтной детали (втулки) отверстия рассверливают или растачивают с учетом минимальной толщины втулки: для стальной — 2,0...2,5 мм, для чугунной — 4...5 мм.

В зависимости от требуемой шероховатости поверхности детали по чертежу назначают виды (черновая, чистовая, отделочная) и способы ее обработки, пользуясь прил. В2...В5, В7, В9 и имея в виду, что каждая последующая обработка повышает точность обработки поверхности на 2...3 квалитета. Черновые операции обычно следует выполнять с

более низкой точностью (12... 14-й квалитеты), получистовые — на один-два квалитета ниже и окончательные — по требованиям рабочего (ремонтного) чертежа детали. Необоснованное повышение качества поверхности и степени точности обработки увеличивает себестоимость восстановления детали на данной технологической операции. Например, по чертежу задан размер по 6-му квалитету точности, следовательно, получистовая обработка должна быть выполнена по 8-му квалитету, черновая — по 11-му. Шероховатость обрабатываемых поверхностей зависит от точности обработки.

Достигаемая точность обработки деталей приведена в прил. В2... В5, В7...В9 [45]. Рекомендуемая замена полей допуска приведена в справочниках по механической обработке [45] и в прил. В6.

Технологии устранения каждого дефекта (подефектные технологии) могут быть представлены в табличной форме (пример 21 на с. 54-55).

4.2.5. Определение промежуточных припусков, допусков и размеров

При разработке технологического процесса рассчитывают промежуточные припуски на обработку. Промежуточный припуск — слой металла, удаляемый с поверхности детали за одну операцию.

Общий припуск — это слой металла, удаляемый с поверхности детали в процессе ее обработки на всех операциях. Правильное определение промежуточных припусков обеспечивает экономию материальных и

Пример 21

Схема подефектного технологического процесса устранения группы дефектов кулака поворотного автомобиля ЗИЛ-431410

Таблица 7 — Схема подефектного технологического процесса

Дефект	Способ устранения дефекта	Наименование и содержание операции	Технологическая база	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм
Износ шеек под подшипники	Наплавка вибродуговая	**Шлифовальная** Шлифовать две шейки под подшипники	Центровые отверстия	8	1,6
		Наплавка вибродуговая Наплавить шейки под подшипники	Центровые отверстия	16	—
		Токарная 1. Точить наплавленные шейки предварительно	Центровые отверстия	12	12,5
		2. Точить шейки окончательно		9	3,2
		Шлифовальная Шлифовать две шейки под номинальный размер	Центровые отверстия	6	0,8

Износ отверстий во втулках шкворня	Замена втулок	**Слесарная** 1. Выпрессовать старые втулки 2. Запрессовать новые втулки 3. Раздать втулки шкворня	Торцевая поверхность	—	—
		Сверлильная Развернуть втулки шкворня до номинального размера	Торцевая поверхность	7	1,6
Износ резьбы М36×24*h*	Наплавка вибродуговая	**Токарная** Проточить изношенную резьбу	Центровые отверстия	12	6,3
		Наплавка вибродуговая Наплавить шейку резьбовую	Центровые отверстия	—	—
		Токарная 1. Проточить шейку	Центровые отверстия	10	3,2
		2. Нарезать резьбу		Степень точности 4*h*	1,6

трудовых ресурсов, необходимое качество ремонтируемой детали и снижает себестоимость ремонта.

В серийном производстве используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков, что дает возможность более быстро подготовить производство по выпуску продукции и освободить инженерно-технических работников от трудоемкой работы.

Расчет промежуточных припусков и размеров обрабатываемой поверхности по переходам ведется в определенной последовательности. Расчет начинают с последней операции обработки, а затем определяют размеры промежуточных припусков и размеры детали на каждую операцию, прибавляя к наименьшему размеру (для поверхности валов) или вычитая из наименьшего размера (для внутренних поверхностей отверстия) припуск на данную операцию (пример 22).

Значение припусков приведено в справочниках [41, 57, 72] и прил. Г.

После расчета промежуточных размеров определяют допуски на эти размеры, соответствующие экономической точности данной операции. Промежуточные размеры и допуски на них определяют для каждой восстанавливаемой поверхности детали.

Для удобства исходные (точность обработки, изношенный размер и окончательный размер после восстановления поверхности) и расчетные (промежуточные размеры, припуски на обработку, допуски на промежуточные размеры) данные по каждой операции на конкретную обрабатываемую поверхность в технологической последовательности заносят в таблицу (пример 22).

Пример 22

Дефект — износ шейки вала. Диаметр шейки вала по рабочему чертежу равен $\varnothing 50_{-0,016}$. Общая длина вала по чертежу $L_в = 200$ мм. Материал детали — сталь 45 ГОСТ 1050–88. Твердость материала по чертежу 54...58 $HRC_э$. Заготовка — холодноштампованная. Шероховатость обработанной поверхности Ra 0,8 мкм. Диаметр изношенной шейки вала $d_и = 49,8$ мм.

Операции технологического процесса:

Шлифовальная	1. Шлифовать шейку «как чисто»
Наплавка	1. Наплавить шейку

Токарная	1. Точить наплавленную шейку предварительно 2. Точить шейку окончательно
Шлифовальная	1. Шлифовать шейку, выдерживая размер $\varnothing 50_{-0,016}$

Диаметр шейки после шлифования d, мм, равен размеру по рабочему чертежу:

$$d = 50_{-0,016}.$$

Диаметр шейки после чистового точения d_1, мм, равен:

$$d_1 = d + 2h, \quad (1)$$

где $2h$ — припуск на шлифование на диаметр, мм.

Принимаем: $2h = 0,5$ мм (*см. прил. Г2*). Тогда

$$d_1 = 50 + 0,5 = 50,5 \text{ мм}.$$

Диаметр шейки после чернового точения d_2, мм, равен:

$$d_2 = d_1 + 2h_1, \quad (2)$$

где $2h_1$ — припуск на чистовое точение на диаметр, мм.

Принимаем: $2h_1 = 1,2$ мм (*см. прил. Г2*). Тогда

$$d_2 = 50,5 + 1,2 = 51,7 \text{ мм}.$$

Диаметр шейки после наплавки d_3, мм, равен:

$$d_3 = d_2 + 2h_2, \quad (3)$$

где $2h_2$ — припуск на черновое точение на диаметр, мм.

Принимаем: $2h_2 = 2$ мм (*см. прил. Г2*). Тогда

$$d_3 = 51,7 + 2 = 53,7 \text{ мм}.$$

Диаметр шейки после шлифования «как чисто» d_0, мм, равен:

$$d_0 = d_и - 2h_0, \quad (4)$$

где $2h_0$ — припуск на шлифование «как чисто» на диаметр, мм.

Принимаем: $2h_0 = 0,1$ мм [*72, с. 85*]. Тогда

$$d_0 = 49,8 - 0,1 = 49,7 \text{ мм}.$$

Припуск на вибродуговую наплавку $2h_н$, мм, равен:

$$2h_н = d_3 - d_0, \quad (5)$$

$$2h_н = 53,7 - 49,7 = 4 \text{ мм (см. прил. Г1)}.$$

Таблица 8 — Определение промежуточных припусков, допусков и размеров

Наименование операции	Точность обработки	Промежуточный (изношенный) размер детали d ($d_и$), мм	Промежуточный припуск на диаметр $2h$, мм	Допуск на размер δ, мм
Деталь до компенсации износа шейки				
Шлифовальная	$h8$	49,7	—	0,039
Дефектация	—	(49,8)	0,1	—
Деталь после компенсации износа шейки				
Наплавка вибродуговая	$js15$	53,7	—	1,2
Токарная:				
черновая	$h12$	51,7	2,0	0,300
чистовая	$h9$	50,5	1,2	0,074
Шлифовальная	$h6$	50,0	0,5	0,016

4.2.6. Технологический маршрут восстановления детали

При составлении технологического маршрута руководствуются следующими правилами:

- последовательность выполнения операций должна исключать повторное поступление деталей на посты устранения дефектов;
- в первую очередь устраняются те дефекты поверхностей, которые являются базовыми при дальнейшей обработке детали; затем выполняются подготовительные, восстановительные операции, черновая и термическая обработка;
- гальванические операции назначаются предпоследними, а последними — отделочные;
- однотипные операции (слесарные, сварочные и др.), выполняемые при устранении различных дефектов, можно объединять в одну операцию, однако необходимо учитывать, что при серийном производстве используются спецприспособления, поэтому переустановка детали на них не всегда возможна;
- совмещение черновой и чистовой обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно;
- сварочные работы разных видов (ручная, вибродуговая, под слоем флюса и др.) в одну операцию не объединяются, так как выполняются на разных рабочих местах.

Операции технологического маршрута нумеруются тремя знаками с интервалом через пять единиц, например: первая операция — 005, вторая — 010, третья — 015 и т.д.

Наименование и код операции дается строго по классификатору операций (прил. Д1, Д2) [27]. Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в форме именительного падежа, например: «токарно-винторезная», «горизонтально-фрезерная». Наименование операций обработки давлением, сварки, пайки, наплавки, термической обработки и других записывается именем существительным в форме именительного падежа, например: «раздача», «закалка».

Содержание операций (переходов) технологического маршрута записывается в соответствии с правилами стандартов [15...18]. Оно должно отражать все действия, выполняемые в технологической последовательности.

Содержание технологической операции (перехода) включает:

1) ключевое слово, характеризующее способ обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме, например: «точить», «сверлить» (прил. ДЗ);

2) количество обрабатываемых поверхностей или элементов поверхности, например: «сверлить 2 отверстия»;

3) наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов, например: «деталь», «отверстие», «буртик» (прил. Д4);

4) размер детали, например: «d = ...»,«/ = ...»,«Ra ...» (берется из рабочего чертежа детали, результатов расчета припусков на обработку);

5) информацию о характере обработки, например: «с подрезкой торца», «по копиру», «предварительно», «окончательно».

Допускается или полная, или сокращенная форма записи содержания технологической операции (перехода). Полную форму записи следует использовать при отсутствии графических изображений, а сокращенную — при наличии графических изображений, которые отражают всю

необходимую информацию о восстановлении детали. Установление полной или сокращенной записи содержания технологической операции для каждого конкретного случая определяется разработчиком документов.

Запись содержания вспомогательных операций (переходов) следует выполнять в соответствии с правилами для технологических переходов.

При заполнении технологических документов вместо условного обозначения d применяют знак 0 и не используют условные обозначения длины, ширины, фаски, например: «Расточить поверхность, выдерживая размеры 012О+0,24, 60 ± 0,2 и 1,6 х 45°».

Примеры записи переходов операций обработки резанием с эскизами приведены в прил. Д5. Изображения опор, зажимов и установочных устройств показаны в прил. Д6.

Технологический маршрут оформляется в табличной форме (пример 23 на с. 62-67). На его основе составляются маршрутная и операционные карты технологического процесса восстановления детали (см. п. 4.2.11).

Данные для заполнения граф «Оборудование», «Станочное приспособление и вспомогательный инструмент», «Режущий, слесарный инструмент» и «Измерительный инструмент» берутся из п. 4.2.7.

4.2.7. Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор оборудования. Выбор оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса восстановления детали. От его правильности зависит производительность и качество обработки детали, экономность использования производственных площадей и электроэнергии, уровень механизации и автоматизации ручного труда и в итоге себестоимость ремонта изделия.

Оборудование следует подбирать из каталогов ремонтного оборудования, металлорежущих станков, сварочного и наплавочного оборудования, где дана их техническая характеристика [59, 64, 68, 69, 74, 77].

Таблица 9 — Технологический маршрут ремонта,

Номер операции	Код, наименование и содержание операции (по переходам)	Оборудование
005	**4132 Внутришлифовальная** 1. Установить деталь в патрон и закрепить 2. Проверить биение торца 0,05 мм, не более. При необходимости деталь переустановить 3. Шлифовать отверстие напроход, выдерживая размер $\varnothing 91{,}12^{+0{,}02}$; Ra 3,2 мкм 4. Проверить размер $\varnothing 91{,}12^{+0{,}02}$; Ra 3,2 мкм 5. Снять деталь и уложить в тару	Внутришлифовальный станок мод. 3А227
010	**9115 Наплавка под слоем флюса** 1. Установить деталь в патрон и закрепить 2. Отцентрировать деталь по наружной поверхности с точностью до 0,5 мм 3. Очистить наружную поверхность от масла, грязи, ржавчины 4. Наплавить наружную поверхность детали, сбивая шлаковую корку и выдерживая размер $\varnothing 133 \pm 0{,}5$	Токарно-винторезный станок мод. 1К62 Наплавочная головка мод. А580-М Выпрямитель мод. ВДУ-505УЗ

оборудование и оснастка

Станочное приспособление и вспомогательный инструмент	Инструмент	
	режущий, слесарный	измерительный
Патрон трехкулачковый 7100–0009 ГОСТ 2675–71	Круг шлифовальный ПП 80×40×32 12А40СТ17К5 35 м/с А–1 кл. ГОСТ 2424–83 СОЖ — Укринол-1 2...3 % ТУ 38-101-197–76	Индикатор ИЧ 10Б кл. 1 ГОСТ 577–68 Стойка С-Ш-8–50 ГОСТ 10197–70 (торцевое биение — 0,05 мм) Нутромер индикаторный НИ 50-100 ГОСТ 868–82 ($\varnothing 91{,}12^{+0{,}02}$) Образец шероховатости Ra 3,2 ГОСТ 9378–75
Патрон трехкулачковый 7100-0009 ГОСТ 2675–71	Проволока Нп50 ГОСТ 10543–82 (∅2) Флюс АН-348А ГОСТ 9087–81 Ключ 7811-0023 С1×9 ГОСТ 2839–80 Молоток специальный Шкурка ЛСУ 600×30 14А 25Н ГОСТ 13344–79	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166–89 ($\varnothing 133 \pm 0{,}5$)

	5. Проверить качество наплавки. Наплавленный слой должен быть ровным без раковин и недоплавов 6. Проверить размер ∅133 ± 0,5 7. Снять деталь со станка и уложить в тару	
015	**0200 Контроль** 1. Проверить качество наплавки. Наплавленный слой должен быть ровным без раковин и недоплавов 2. Проверить размер ∅133 ± 0,5	Стол контролера ОТК

Номер операции	Код, наименование и содержание операции (по переходам)	Оборудование
020	**4114 Токарно-винторезная** 1. Установить деталь на оправку и закрепить 2. Установить оправку в центры 3. Точить наружную поверхность кольца, выдерживая размер $\varnothing 130{,}5^{+0{,}2}$; Ra 12,5 мкм 4. Точить фаску, выдерживая размер 4 мм под углом 30°; Ra 6,3 мкм 5. Точить фаску, выдерживая размер 1,6×45° 6. Проверить размер $\varnothing 130{,}5^{+0{,}2}$; Ra 12,5 мкм; Ra 6,3 мкм 7. Снять деталь со станка и уложить в тару	Токарно-винторезный станок мод. 16К20
025	**5044 Закалка ТВЧ** 1. Установить деталь в индуктор 2. Нагреть деталь до $T = 850$ °С и выдержать 3. Охладить деталь в воде 4. Уложить деталь в тару	Установка ВЧГ-160/0,066
030	**0200 Контроль** 1. Проверить твердость поверхности детали min 53 $HRC_э$	Стол контролера ОТК
035	**4131 Круглошлифовальная** 1. Установить деталь на оправку и закрепить 2. Установить оправку в центры 3. Шлифовать наружную поверхность кольца, выдерживая размер $\varnothing 130_{-0{,}16}$; Ra 0,4 мкм 4. Проверить размер $\varnothing 130_{-0{,}16}$; радиальное биение 0,1 мм; Ra 0,4 мкм 5. Снять деталь и уложить в тару	Круглошлифовальный станок мод. 3А161

Станочное приспособление и вспомогательный инструмент	Инструмент	
	режущий, слесарный	измерительный
Оправка специальная Ключ 7811-0043 ГОСТ 2839–80 Центр 7032-0035 Морзе 4 ГОСТ 13214–79 Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742–75	Резец проходной 2102–0005 ГОСТ 18877–73 СОЖ — Укринол-1 3…5 % ТУ 38-101-197–76	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166–89 ($\varnothing 130,5^{+0,2}$) Образец шероховатости Ra 12,5 и Ra 6,3 ГОСТ 9378–75
Индуктор специальный	Вода	Прибор Роквелла ТК-2М ГОСТ 13407–67 Напильник 100-1 ГОСТ 1465–80
Оправка специальная Ключ 7811-0043 ГОСТ 2839–80 Центр 7032-0035 Морзе 4 ГОСТ 13214–79 Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742–75	Круг шлифовальный ПП 600×63×305 24А25С17К5 35 м/с А–1 кл. ГОСТ 2424–83 СОЖ — Укринол-1 2…3 % ТУ 38-101-197–76	Микрометр МК 100-150-0,01 ГОСТ 6505–90 ($\varnothing 130_{-0,16}$) Образец шероховатости Ra 0,4 ГОСТ 9378–75 Индикатор ИЧ 10Б кл. 1 ГОСТ 577–68 Стойка С-Ш-8-50 ГОСТ 10197–70 (радиальное биение — 0,1 мм)

Номер операции	Код, наименование и содержание операции (по переходам)	Оборудование
040	**4114 Токарно-винторезная** 1. Установить деталь на оправку и закрепить 2. Установить оправку в центры 3. Обкатать наружную поверхность шариком, выдерживая Ra 0,2 мкм 4. Проверить размер $\varnothing 130_{-0,16}$; Ra 0,2 мкм 5. Снять деталь и уложить в тару	Токарно-винторезный станок мод. 16К20
045	**0200 Контроль** 1. Проверить диаметр наружной поверхности кольца $\varnothing 130_{-0,16}$ и шероховатость Ra 0,2 мкм	Стол контролера ОТК

Станочное приспособление и вспомогательный инструмент	Инструмент	
	режущий, слесарный	измерительный
Оправка специальная Ключ 7811-0043 ГОСТ 2839–80 Центр 7032-0035 Морзе 4 ГОСТ 13214–79 Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742–75	Оправка с алмазным шариком специальная	Образец шероховатости Ra 0,2 ГОСТ 9378–75
		Микрометр МК 150-0,01 ГОСТ 6505–90 ($\varnothing 130_{-0,16}$) Образец шероховатости Ra 0,2 ГОСТ 9378–75

В курсовом проекте необходимо дать краткое описание выбранной модели оборудования, применяемой в технологическом процессе, указать ее преимущества перед другими аналогичными. Характеризуя выбранные модели оборудования, можно ограничиться краткой технической характеристикой (примеры 24...27) (прил. Е1...Е6).

При выборе оборудования для каждой технологической операции необходимо учитывать:

- тип производства, размер партии обрабатываемых деталей;
- методы достижения заданной точности при обработке;
- площадь рабочей зоны станка, габаритные размеры детали, расположение обрабатываемых поверхностей;
- мощность оборудования;
- габаритные размеры и стоимость оборудования;
- удобство управления оборудованием и удобство его обслуживания;
- кинематические, электрические и другие характеристики оборудования;
- требования к точности, шероховатости и экономичности обработки.

Пример 24

Операция — фрезерование покоробленной поверхности прилегания головки блока цилиндров двигателя. Длина головки — 585 мм, ширина — 230 мм.

Работа может быть выполнена торцевой фрезой d = 250 мм со вставными ножками из твердого сплава ВК8. Плоскость прилегания фрезеруется «как чисто». Исходя из габаритных размеров детали и пользуясь паспортными данными станков, выбираем вертикально-фрезерный станок 6Н11 с рабочей поверхностью стола 1000х250 мм (см. прил. Е1).

Пример 25

Операция — ковка способом осадки заготовки диаметром

*D*заг = 80 мм.

Мощность молота выбираем исходя из массы падающих частей молота т, кг, которая определяется по формуле

m = 0,04F, (6)

где F — площадь максимального сечения заготовки, мм2.

$$F = \frac{\pi D_{заг}^2}{4}, \qquad (7)$$

$$F = \frac{3{,}14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2.$$

Подставляя полученную площадь в формулу для определения массы падающих частей молота, получим:

$$m = 0{,}04 \cdot 5024 \approx 201 \text{ кг}.$$

Таким требованиям удовлетворяет пневматический молот М413, у которого масса падающих частей равна 250 кг [*74*].

Пример 26

Операция — нормализация коленчатых валов двигателя ЗИЛ-130 после наплавки шеек. Материал детали — сталь 45.

Температура нормализации для данной стали составляет 850...870 °С. Нагревательные печи выбираем по способу нагрева, максимальной температуре нагрева и площади пода. Для нагрева данной детали наиболее подходящей будет печь Н-30, у которой рабочая температура — 950 °С, а размеры пода рабочего пространства — 950х450 мм [74].

Пример 27

Операция — заварка трещин в стенке рубашки охлаждения блока цилиндров двигателя ЗИЛ-130 холодным способом. Длина трещины — 7 мм.

Трещину в блоке нужно заварить электродом диаметром 4 мм [72]. При таком диаметре электрода сила сварочного тока должна быть равна 140... 190 А. Для обеспечения большей устойчивости сварочной дуги работу целесообразно выполнить на постоянном токе. Наиболее подходящим оборудованием для такого ремонта будет преобразователь постоянного тока ПСО-ЗОО-З, который допускает регулирование силы сварочного тока в пределах 75...320 А

[68, 69]

Выбранное оборудование указывается в технологическом маршруте восстановления детали (см. пример 23).

Для оформления технологической документации необходимы коды оборудования. Код оборудования включает высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки [35]. Коды высшей группировки приведены в прил. Е1...Е7 (при отсутствии информации — в виде «XXXXXX»). Низшую группировку в проекте условно обозначают в виде «XXXX», например: «381162.XXXX Токарно-винторезный станок 16К20».

Выбор технологической оснастки. К технологической оснастке относятся станочные приспособления, вспомогательный, режущий, слесарный инструмент и средства контроля.

При разработке технологического процесса восстановления детали необходимо выбрать те приспособления и инструменты, которые способствуют повышению производительности труда, точности обработки, улучшению условий труда, ликвидации предварительной разметки детали и выверке ее при установке на станке.

При централизованном восстановлении деталей для их обработки и контроля применяют специальные станочные приспособления и вспомогательный инструмент, а также стандартные — центры, патроны, оправки, станочные тиски и др. (прил. Е8).

В зависимости от вида обработки, свойств обрабатываемого материала, точности обработки и качества обрабатываемой поверхности детали выбирают тип, конструкцию и размеры режущего инструмента (прил. Е9), например: «Резец проходной Т5К10». При выборе резцов указывают сечение державки и геометрические параметры режущей части. Материал режущего инструмента выбирают в зависимости от вида обработки, материала и

твердости детали (прил. ЕЮ) [73]. Выбор шлифовального круга производится в зависимости от вида обработки поверхности, твердости и материала обрабатываемой детали (прил. Е11 и Е12).

Перечень слесарных инструментов приведен в прил. Е13, материалов и инструментов для наплавки и сварки — в прил. Е14, смазочно-охлаждающей жидкости — в прил. Е15.

В пояснительной записке необходимо дать анализ выбранного режущего и слесарного инструмента.

При проектировании технологического процесса восстановления детали для межоперационного и окончательного контроля поверхностей необходимо использовать измерительный инструмент.

Измерительный инструмент в зависимости от типа производства может быть стандартным или специальным. В единичном и серийном производстве обычно применяют универсальный измерительный инструмент (штангенциркуль, микрометр, нутромер и т.п.), в массовом и крупносерийном производстве — предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т.п.) и методы активного контроля. В ремонтном производстве используют предельные калибры (пробки, скобы, кольца, шаблоны) и универсальные инструменты (микрометры, штангенциркули, индикаторы, нутромеры). Могут быть также спроектированы простейшие контрольные приборы и приспособления.

Выбор измерительного инструмента производят в зависимости от точности измерения и конфигурации детали (прил. Е16).

Выбранная технологическая оснастка указывается в технологическом маршруте восстановления детали (см. пример 23).

Для оформления технологической документации необходимы коды технологической оснастки. Код технологической оснастки включает высшую (шесть первых цифр) и низшую (три цифры после точки) классификационные группировки [35]. Коды высшей группировки приведены в прил. Е8, Е9,Е13,Е14,Е1б (если информация отсутствует — в виде «XXXXXX»). Низшую группировку в курсовом проекте условно обозначают в виде «XXX», например: «396110.XXX Патрон трехкулачковый 7200-0191 ГОСТ 2675-80»; «391213.XXX Сверло 2309-0067 Р6М5 ГОСТ 10902-77»; «391832.XXX Фреза 2200-0157 ГОСТ 3752-71 »; «393141.XXX Скоба 8102-0030 ГОСТ 18355-73».

4.2.8. Расчет режимов обработки

Режим обработки определяют отдельно для каждой операции с разбивкой ее на переходы. В табл. 4.7 приведены различные способы ремонта и соответствующие им параметры режимов обработки, которые назначаются по нормативам [32, 33, 42, 43, 49, 55, 76, 78].

Методики расчета режимов обработки на восстановительных операциях и операциях механической обработки приведены в отдельных пособиях, нормативах и справочниках [30, 34, 47, 49, 57, 72, 76].

Таблица 4.7

Параметры режимов обработки

Способ ремонта	Параметры режима обработки
Обработка деталей на металлорежущих станках	Стойкость инструмента, глубина, мощность и скорость резания, подача, частота вращения детали (инструмента) и др.
Ручная электродуговая сварка (наплавка)	Тип, марка и диаметр электрода, сила сварочного тока, род и полярность тока, напряжение дуги и др.
Ручная газовая сварка (наплавка)	Номер газовой горелки, вид пламени, марка присадочного материала и флюса и др.
Автоматическая наплавка	Марка и диаметр электродной проволоки или марка присадочного материала, сила сварочного тока, род и полярность тока, скорость наплавки, высота наплавляемого слоя за один проход, напряжение дуги, скорость подачи проволоки и др.
Электродуговое напыление (металлизация)	Сила электрического тока, напряжение, давление и расход воздуха, расстояние от сопла до детали, частота вращения детали, подача и др.
Гальванические покрытия	Атомная масса, валентность, электромеханический эквивалент, выход металла по току, плотность тока, температура и вид электролита и др.

При выполнении расчетов режимов резания на операции механической обработки (пример 28) используются общемашиностроительные нормативы режимов резания, изданные в 1974 г. [32], а также новые стандарты на допуски и посадки. Для перевода единиц физических величин в систему СИ применяют следующие переводные коэффициенты [21, 36]:

1 кгс = 9,80665 Н - 10 Н;

1 кгс/см2 = 9,80665 Н/см2 - 0,1 МН/м2 =0,1 МПа;

1 кгс/мм2 = 9 806 650 Н/м2 - 10 МН/м2 = 10 МПа;

1 л.с. = 735,5 Вт « 0,736 кВт.

Для остальных операций технологического процесса режимы обработки определяют по нормативной литературе [43, 55].

Параметры режимов обработки

Учитывая большой объем расчетов и ограниченность листов пояснительной записки, по указанию преподавателя в курсовом проекте приводится полный расчет режимов обработки двух-трех разнохарактерных операций (например, токарная, слесарная, сварка).

Выбранные и рассчитанные режимы резания по всем операциям и переходам сводятся в одну таблицу (пример 29), режимы других видов обработки (сварка, напыление и т.д.) сводятся в другую таблицу.

Пример 28

030 Токарно-винторезная операция

Переход 1. Точить поверхность, выдерживая размеры $d = 22_{-0,13}$ (11-й квалитет точности); $l = 22$ мм; Ra 6,3 мкм.

Переход 2. Нарезать резьбу, выдерживая размеры М22×1,5-6g; $l = 22$ мм.

Определить режимы резания при точении на токарном станке 16К20 наплавленной поверхности под резьбу оси колодок автомобиля КамАЗ-5320.

Исходные данные: материал детали — сталь 35 (170...229 НВ); диаметр поверхности до точения (после наплавки) $d_1 = 24$ мм; диаметр после точения $d = 22_{-0,13}$; резьба после нарезания — М22×1,5-6g; длина резания (обрабатываемой поверхности) по чертежу $L_{рез} = 22$ мм; длина рабочего хода инструмента $L_{р.х} = 25$ мм; масса детали — 0,4 кг; технологическая система (система СПИД) — жесткая.

По нормативам принимаем проходной прямой резец с пластинкой ВК6 и геометрическими параметрами $\varphi = 90°$; $\gamma = 0°$; $\lambda = +5°$; $\varphi_1 = 5°$ и резьбовой резец с геометрическими параметрами $\varphi = 60°$; $\gamma = 10°$.

Переход 1.

1. Определение припуска на обработку на сторону h, мм:

$$h = \frac{d_1 - d}{2}, \qquad (8)$$

где d_1, d — диаметр детали до и после обработки соответственно, мм.

Принимаем: $d_1 = 24$ мм; $d = 22$ мм (из расчета припусков на обработку). Тогда

$$h = \frac{24 - 22}{2} = 1 \text{ мм}.$$

2. Определение числа проходов i: $i = 1$ (*см. прил. Е17*).

3. Определение глубины резания t, мм:

$$t = \frac{h}{i} = 1 \text{ мм}. \qquad (9)$$

4. Определение стойкости резца с твердосплавной пластиной $T_р$, мин:

$$T_р = T_м \lambda, \qquad (10)$$

где $T_м$ — стойкость машинной работы станка, мин;

λ — коэффициент времени резания.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р.х}}, \qquad (11)$$

где $L_{рез}$ — длина резания (обрабатываемой поверхности), мм;

$L_{р.х}$ — длина рабочего хода инструмента, мм.

$$\lambda = \frac{22}{25} = 0{,}88.$$

Так как $\lambda > 0{,}7$, $T_р = T_м = 90$ мин [*42, с. 26*].

5. Определение оборотной теоретической подачи инструмента $S_{о.т}$, мм/об:

$$S_{о.т} = 0{,}6 \text{ мм/об } [42, \text{ с. } 23].$$

Уточнение значения оборотной подачи с учетом точности и качества обработки, механических свойств обрабатываемого материала [*42, с. 24*]:

при Ra 6,3 мкм (4-й класс чистоты) $S_{о.т} = 0{,}4$ мм/об;

при $\sigma_в = 680$ МПа $= 68$ кгс/мм^2 $S_{о.т} = 0{,}4 \cdot 0{,}75 = 0{,}3$ мм/об.

Принимаем оборотное фактическое (паспортное) значение подачи инструмента:

$$S_{о.ф} = 0{,}3 \text{ мм/об } (см. \text{ прил. } E1).$$

6. Определение скорости резания $\upsilon_р$, м/мин:

$$\upsilon_р = \upsilon_{табл} K_1 K_2 K_3, \qquad (12)$$

где $\upsilon_{табл}$ — табличное значение скорости резания, м/мин;

K_1, K_2, K_3 — коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, материала инструмента и вида обработки соответственно.

Принимаем: $\upsilon_{табл} = 150$ м/мин [*42, с. 29*]; $K_1 = 0{,}9$ [*42, с. 32*]; $K_2 = 1{,}25$ [*42, с. 33*]; K_3 — не учитывается. Тогда

$$\upsilon_р = 150 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}25 = 168{,}75 \text{ м/мин}.$$

7. Определение теоретической частоты вращения шпинделя $n_т$, мин$^{-1}$:

$$n_т = \frac{1000\upsilon_р}{\pi d_1}, \qquad (13)$$

$$n_т = \frac{1000 \cdot 168{,}75}{3{,}14 \cdot 24} \approx 2239{,}25 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем фактическое (паспортное) значение частоты вращения шпинделя $n_ф$, мин$^{-1}$:

$$n_ф = 1600 \text{ мин}^{-1} (см. \text{ прил. } E1).$$

8. Определение фактической скорости резания $\upsilon_ф$, м/мин:

$$\upsilon_ф = \frac{\pi d_1 n_ф}{1000}, \qquad (14)$$

$$\upsilon_ф = \frac{3{,}14 \cdot 24 \cdot 1600}{1000} \approx 120{,}57 \text{ м/мин}.$$

9. Определение силы резания P_z, кгс:

$$P_z = P_{z\,табл} K_1 K_2, \qquad (15)$$

где $P_{z\,табл}$ — табличное значение силы резания, кгс;

K_1 — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 — коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

Принимаем: $P_{z\,табл} = 80$ кгс [*42, с. 35*]; $K_1 = 0{,}8$ [*42, с. 36*]; $K_2 = 1{,}0$ [*42, с. 36*]. Тогда

$$P_z = 80 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 = 64 \text{ кгс}.$$

10. Определение мощности резания $N_{рез}$, кВт:

$$N_{рез} = \frac{P_z \upsilon_ф}{60 \cdot 102}, \qquad (16)$$

$$N_{рез} = \frac{64 \cdot 120{,}57}{60 \cdot 102} \approx 1{,}26 \text{ кВт}.$$

11. Проверка условия достаточности мощности станка:

$$N_{рез} \le N_{эдв}\eta, \qquad (17)$$

где $N_{эдв}$ — мощность электродвигателя станка, кВт;

η — КПД станка.

Принимаем: $N_{эдв} = 10$ кВт (*см. прил. Е1*); $\eta = 0{,}75$ (*см. прил. Е1*).

$$1{,}26 \text{ кВт} \le 10 \cdot 0{,}75 \text{ кВт}.$$

12. Определение коэффициента использования оборудования по мощности станка $\eta_м$:

$$\eta_м = \frac{N_{рез}}{N_{эдв}\eta}, \qquad (18)$$

$$\eta_м = \frac{1{,}26}{7{,}5} = 0{,}168.$$

Переход 2...

Пример 29

Таблица 10 — Режимы обработки резанием

Номер и наименование операции (содержание переходов)	h, мм	t, мм	$S_{о.ф}$, мм/об	$n_ф$, $мин^{-1}$	$v_ф$, м/мин	P_z, кгс	$N_{рез}$, кВт
030 Токарно-винторезная Переход 1. Точить поверхность, выдерживая размеры $d = 22_{-0,13}$; $l = 22$ мм; Ra 6,3 мкм Переход 2. Нарезать резьбу, выдерживая размеры М22×1,5-6g; $l = 22$ мм							

4.2.9. Расчет норм времени

При техническом нормировании определяется время (мин):

1) оперативное *Т*оп;
2) дополнительное (на операцию) *Т*д;
3) штучное *Т*шт;
4) подготовительно-заключительное *Т*п.з;
5) штучно-калькуляционное *Т*шт.к. Оперативное время Топ, мин:

*Т*оп = *Т*о + *Т*в, (4.6)

где $T_о$ — основное время, мин; $T_в$ — вспомогательное время, мин.

Основное время рассчитывается в зависимости от вида обработки [42, 76]. Например, на токарную операцию основное время определяется по формуле

$$T_о = \frac{L_{р.х}}{S_ф n_ф} i, \tag{4.7}$$

где $L_{р.х}$ — длина рабочего хода инструмента, мм; $S_ф$ — фактическая подача инструмента за один оборот детали, мм/об; $n_ф$ — фактическая частота вращения детали, мин$^{-1}$; i — количество проходов.

$$L_{р.х} = l_1 + l + l_2, \tag{4.8}$$

где l_1 — длина врезания резца, мм; l — длина обработки, мм; l_2 — длина перебега резца, мм.

Для 1-го перехода $T_{о1}$ = ... мин; для 2-го перехода $T_{о2}$ = ... мин...
Суммарное основное время на операцию $T_о$, мин, равно:

$$T_о = \sum_{i=1}^{n} T_{оi}. \tag{4.9}$$

Вспомогательное время на операцию $T_в$, мин [31]:

$$T_в = T_{в.у} + T_{в.п} + T_{в.з}, \tag{4.10}$$

где $T_{в.у}$ — вспомогательное время на установку-снятие детали, мин; $T_{в.п}$ — вспомогательное время на переход, мин; $T_{в.з}$ — вспомогательное время на замеры детали, мин.

Дополнительное время $T_д$, мин:

$$T_д = \frac{T_{оп}(a_{обс} + a_{отл})}{100}, \tag{4.11}$$

где $a_{обс}$, $a_{отл}$ — процент от оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности соответственно, %.

Штучное время $T_{шт}$, мин:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{д} = T_{оп} + T_{д}. \quad (4.12)$$

В подготовительно-заключительное время входит время на подготовку станка к работе, время на инструктаж, время на завершение работы. $T_{п.з}$ определяется по таблицам нормативов на каждую операцию в зависимости от организации рабочего места, сложности обрабатываемой детали, конструкции оборудования и приспособлений [28, 29, 34, 43, 47, 49, 55, 72].

Штучно-калькуляционное время $T_{шт.к}$, мин:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{Z}, \quad (4.13)$$

где Z — размер партии деталей, шт. (см. п. 4.1.5).

Норму штучно-калькуляционного времени подготовительной операции можно принять как опытно-статистическую, равную норме времени аналогичной операции, выполняемой после восстановительной. Например, $T_{шт.к}$ при точении или шлифовании шейки перед наплавкой и после нее будет примерно одинаковым.

Ниже даны формулы для расчета норм времени для работ, наиболее часто встречающихся при восстановлении деталей:

1) для сверлильных работ

$$T_{о} = \frac{L_{р.х}}{S_{ф} n_{ф}} i, \quad (4.14)$$

где $n_{ф}$ — фактическая частота вращения сверла, мин$^{-1}$;

2) для нарезания резьбы метчиком или резцом

$$T_{о} = \frac{L_{р.х}(1 + n/n_{о.х})}{Sn} i, \quad (4.15)$$

где n — частота вращения метчика или резца, мин$^{-1}$; $n_{о.х}$ — частота вращения шпинделя при обратном ходе, мин$^{-1}$; S — шаг резьбы, мм, или подача инструмента, мм/об;

3) для строгальных работ

$$T_{о} = \frac{L_{р.х}}{Sn} i, \quad (4.16)$$

где S — подача стола или резца, мм/дв. ход; n — количество двойных ходов стола или резца, дв. ход/мин;

4) для фрезерных работ

$$T_o = \frac{L_{р.х}}{S_м} i, \qquad (4.17)$$

где $L_{р.х}$ — длина рабочего хода стола, мм; $S_м$ — минутная подача стола, мм/мин;

5) при работе на круглошлифовальных станках:

- круглое шлифование с продольной подачей (на проход)

$$T_o = \frac{L_д h K_з}{S_{пр} S_{поп} n_д}, \qquad (4.18)$$

где $L_д$ — длина шлифования детали, мм; h — припуск на обработку на сторону, мм; $K_з$ — коэффициент зачистных ходов ($K_з$ = 1,2...1,7); $S_{пр}$ — продольная минутная подача стола, мм/мин; $S_{поп}$ — поперечная подача шлифовального круга на ход стола (глубину шлифования), мм/ход; $n_д$ — частота вращения обрабатываемой детали, мин$^{-1}$;

- круглое шлифование с поперечной подачей (врезанием)

$$T_o = \frac{h K_з}{S_{поп}}, \qquad (4.19)$$

где $S_{поп}$ — поперечная минутная подача шлифовального круга, мм/мин;

6) при работе на плоскошлифовальных станках:

- шлифование периферией круга

$$T_o = \frac{L_д B_д h K_и}{1000 \upsilon_д S_{поп} S_{верт} z}; \qquad (4.20)$$

- шлифование торцом круга

$$T_o = \frac{L_д h K_и}{1000 \upsilon_д S_{верт} z}, \qquad (4.21)$$

где $B_д$ — ширина шлифования деталей, мм; $K_и$ — коэффициент износа круга ($K_и$ = 1,1 при черновом шлифовании, $K_и$ = 1,4 при чистовом шлифовании); $\upsilon_д$ — скорость движения стола с деталями, м/мин; $S_{поп}$ — поперечная подача стола, мм/ход; $S_{верт}$ —

вертикальная подача на глубину на рабочий ход, мм/ход; z — количество одновременно обрабатываемых деталей;

7) при работе на бесцентровошлифовальных станках:

- бесцентровое шлифование с продольной подачей (на проход)

$$T_o = \frac{K_з i L_д}{S_{пр}}, \tag{4.22}$$

где $K_з$ — коэффициент зачистных ходов ($K_з$ = 1,05...1,2 для предварительного и окончательного шлифования); i — число проходов без изменения режимов резания;

- бесцентровое шлифование с поперечной подачей (врезанием)

$$T_o = \frac{hK_з}{S_{поп}}, \tag{4.23}$$

где h — припуск на обработку на сторону, мм; $S_{поп}$ — минутная поперечная подача шлифовального круга, мм/мин;

8) при хонинговании

$$T_o = \frac{n_п}{n_{дв.х}}, \tag{4.24}$$

где $n_п$ — полное количество двойных ходов хона, необходимое для снятия всего припуска; $n_{дв.х}$ — количество двойных ходов хона в минуту, дв. ход/мин.

$$n_п = \frac{2h}{b}, \tag{4.25}$$

где $2h$ — припуск на обработку на диаметр, мм; b — толщина слоя металла, снимаемого за двойной ход хона, мм (для чугуна b = 0,0004...0,0020 мм);

9) при газовой сварке

$$T_o = \frac{60V\gamma}{a} = \frac{60Q}{a}, \tag{4.26}$$

где V — объем наплавленного металла, см^3; γ — плотность наплавленного металла, г/см^3; a — часовой расход присадочной проволоки, г/ч (для наконечников горелки № 3 a = 500 г/ч; № 4 a = 750 г/ч; № 5 a = 1200 г/ч); Q — масса наплавленного металла, г;

10) при ручной дуговой сварке и полувтоматической сварке в углекислом газе

$$T_{\text{о}} = \frac{60Q}{\alpha_{\text{н}} I}, \tag{4.27}$$

где $\alpha_{\text{н}}$ — коэффициент наплавки, г/Ач ($\alpha_{\text{н}}$ = 7...11 г/Ач); I — сила сварочного тока, А.

Значения $\alpha_{\text{н}}$ и I определяются по нормативам [29, 34, 43, 47, 49, 55, 72];

11) при автоматической наплавке под слоем флюса и вибродуговой наплавке

$$T_{\text{о}} = \frac{L}{nS} = \frac{\pi DL}{1000 \upsilon S}, \tag{4.28}$$

где L — длина наплавляемой поверхности, мм; n — частота вращения наплавляемой поверхности, мин$^{-1}$; S — подача (шаг наплавки), мм/об; D — диаметр наплавляемой поверхности, мм; υ — скорость наплавки, м/мин.

При наплавке под слоем флюса υ = 1,2...3,5 м/мин, S = 2,5... 4,0 мм/об; при вибродуговой наплавке υ = 0,25...1,5 м/мин, S = 1,8...7,9 мм/об;

12) при гальванических работах

$$T_{\text{о}} = \frac{1000 \cdot 60 h \gamma}{D_{\text{к}} C \eta}, \tag{4.29}$$

где h — толщина покрытия, мм; γ — плотность осажденного металла, г/см^3 (для хрома γ = 6,9 г/см^3; для стали γ = 7,8 г/см^3); $D_{\text{к}}$ — катодная плотность тока, А/дм^2; C — электрохимический эквивалент, г/Ач (при хромировании C = 0,32 г/Ач; при железнении C = 1,095 г/Ач); η — коэффициент выхода металла по току, % (для хромирования η = 12...16 %; для ванны со стронциевыми электролитами η = 20...22 %; для железнения η = 75...95 %);

13) при механизированном напылении материалов

$$T_{\text{о}} = \frac{6\pi d(L + y) h i \gamma}{10^5 q K_{\text{н}}}, \tag{4.30}$$

где d — диаметр напыляемой поверхности, мм; L — длина напыляемой поверхности, мм; y — перебег металлизатора, мм

(y = 0,8 мм при L = 50 мм; y = 0,4 мм при L = 50...100 мм; y = 0,3 мм при L = 100...200 мм; y = 0,2 мм при L = 200 мм и более); h — толщина напыленного слоя, мм (при d < 50 мм h = = 1,2...1,3 мм; при d = 50...100 мм h = 1,4...1,7 мм; при $d \geq 100$ мм h = 1,8...2,7 мм); i — количество проходов (определяется толщиной напыленного слоя и тем, что нагрев поверхности детали не должен превышать 80...90 °С); γ — плотность напыленного металла, г/см^3; q — производительность металлизатора, кг/ч; $K_н$ — коэффициент напыления, зависящий от диаметра напыляемой поверхности;

14) при ручном напылении материалов

$$T_o = \frac{7{,}2Fhi\gamma}{10^5 q K_н}, \qquad (4.31)$$

где F — площадь напыляемой поверхности, см^2;

15) при ручном напылении синтетических материалов

$$T_o = 0{,}0035F. \qquad (4.32)$$

Оперативное время при восстановлении трещин:

$$T_{оп} = T_{оп1} + T_{оп2} + 10^3 fL\gamma\left(T_{оп3}G_1 + \frac{T_{оп4}}{G_2}\right) + T_{оп5} + T_{оп6}, \qquad (4.33)$$

где $T_{оп1}$ — оперативное время на подготовку трещин (засверливание отверстий, вырубку и зачистку абразивным кругом), мин; $T_{оп2}$ — оперативное время на обезжиривание трещин и поверхности вокруг них, мин; f — площадь поперечного сечения шва (валика композиции в трещине), мм^2; L — длина трещины, мм; γ — плотность композиции, г/см^3; $T_{оп3}$ — оперативное время на предварительное приготовление композиции, мин; G_1 — масса композиции, кг; $T_{оп4}$ — оперативное время на окончательное приготовление дозы композиции на рабочем месте (взвешивание, введение отвердителя и перемешивание), мин; G_2 — масса композиции, кг; $T_{оп5}$ — оперативное время на нанесение композиции на трещину и ее уплотнение, мин; $T_{оп6}$ — оперативное время на наложение накладок из стеклоткани с прикаткой роликом, мин.

При длине трещины L < 25 мм $T_{оп1}$ = 7,5 мин; при L = 25...40 мм $T_{оп1}$ = 9 мин; при L = 40...65 мм $T_{оп1}$ = 13,5 мин; при L = 65...100 мм $T_{оп1}$ = 18 мин; при L = 100...160 мм $T_{оп1}$ = 27 мин.

При площади поверхности $F < 10$ см^2 $T_{оп2} = 0{,}2$ мин; при $F = 800...1000$ см^2 $T_{оп2} = 2$ мин.

Для композиции эпоксидной смолы и железного порошка с соотношением по массе 1:1 $\gamma = 4{,}5$ г/см^3; для композиции эпоксидной смолы и алюминиевого порошка с соотношением по массе 1,0:0,2 $\gamma = 1{,}4$ г/см^3.

При массе композиции $G_1 < 1$ кг $T_{оп3} = 8{,}1$ мин; при $G_1 = 1...3$ кг $T_{оп3} = 13$ мин.

При массе композиции $G_2 < 0{,}05$ кг $T_{оп4} = 5{,}4$ мин; при $G_2 = 0{,}05...0{,}1$ кг $T_{оп4} = 5{,}5$ мин; при $G_2 = 0{,}1...0{,}15$ кг $T_{оп4} = 6{,}5$ мин; при $G_2 = 0{,}15...0{,}2$ кг $T_{оп4} = 8$ мин.

При $L < 25$ мм $T_{оп5} = 0{,}2$ мин; при $L = 25...90$ мм $T_{оп5} = 0{,}45$ мин; при $L = 90...150$ мм $T_{оп5} = 0{,}55$ мин; при $L = 150...250$ мм $T_{оп5} = 0{,}8$ мин.

При площади накладки $F = 125$ см^2 $T_{оп6} = 5{,}4$ мин; при $F = 410$ см^2 $T_{оп6} = 1{,}2$ мин.

Если работа выполняется в неудобном положении, значение $T_{оп5}$ умножают на коэффициент 1,3, а $T_{оп6}$ — на 1,4.

Штучное время на работы, связанные с использованием полимерных материалов (заделку трещин и пробоин клеевыми композициями):

$$T_{шт} = (T_{оп} + T_{в})[1 + 0{,}01(a_{обс} + a_{отл})], \qquad (4.34)$$

где $T_{оп}$ — оперативное время на ремонтные операции, мин; $T_{в}$ — вспомогательное время на установку, поворот и снятие детали, мин.

Штучное время на работы, связанные с пайкой и лужением:

$$T_{шт} = \left(T_{оп1} + \sum T_{в}\right)[1 + 0{,}01\,(a_{обс} + a_{отл})], \qquad (4.35)$$

где $T_{оп1}$ — оперативное время на комплекс работ, связанных с пайкой и лужением, мин; $\sum T_{в}$ — суммарное вспомогательное время на восстановление изделия, мин.

На норму оперативного времени влияет масса изделия, толщина металла, длина и конфигурация шва при пайке, площадь при притирке и лужении и другие факторы.

Штучно-калькуляционное время на слесарно-сборочные работы:

$$T_{шт.к} = \left(\sum T_{оп2} + \sum T_{оп3} K + \sum T_{оп4}\right) \times$$

$$\times [1 + 0{,}01(a_{обс} + a_{отл} + a_{п.з})] K_2 K_3, \qquad (4.36)$$

где $\sum T_{оп2}$, $\sum T_{оп3}$, $\sum T_{оп4}$ — суммарное оперативное время на выполнение комплексов приемов слесарно-сборочных работ (2, 3, 4-й разделы нормативов соответственно), мин [30]; K — коэффициент, учитывающий тип производства; $a_{обс}$, $a_{отл}$, $a_{п.з}$ — процент от оперативного времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, подготовительно-заключительные работы соответственно, %; K_2 — коэффициент, учитывающий количество деталей в партии; K_3 — коэффициент, учитывающий условия выполнения работ.

Рассчитанные и выбранные нормы времени сводятся в таблицу (пример 30).

Пример 30

Таблица 11 — Нормы времени, мин

Номер и наименование операции (перехода)	$T_о$	$T_{в\,у}$	$T_{в.п}$	$T_{в.з}$	$T_в$	$T_{оп}$	$T_д$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$	$T_{шт.к}$
030 Токарно-винторезная Переход 1. Точить поверхность, выдерживая размеры $d = 22_{-0,13}$; $l = 22$ мм; Ra 6,3 мкм Переход 2. Нарезать резьбу, выдерживая размеры М22×1,5-6g; $l = 22$ мм										

4.2.10. Требования безопасности при выполнении восстановительных работ

В этом пункте курсового проекта требуется назначить инструкции по охране труда (ИОТ), выбрать средства индивидуальной защиты (СИЗ) на каждую операцию технологического процесса и представить эти данные в виде таблицы (пример 31). Также необходимо разработать требования безопасности при выполнении работ на одну из операций технологического процесса (по заданию). Должны быть описаны:

1) общие обязанности рабочего, например: «Шлифовщик должен выполнять только ту работу, которая поручена ему мастером; содержать свое рабочее место в чистоте и порядке... Ему запрещается работать на неисправном и не имеющем ограждений станке; пользоваться местным освещением с напряжением нише 36 В...»;

2) действия рабочего перед началом работы (приведение в порядок одежды, приемка оборудования, проверка исправности инструмента);

3) действия рабочего во время работы (остановка станков, выключение электродвигателя, соблюдение правил личной гигиены);

4) действия рабочего после окончания работы (приведение и порядок рабочего места);

5) действия рабочего при аварийных ситуациях.

Для выполнения данного пункта необходимо пользоваться рекомендуемой литературой по дисциплине «Охрана труда», стандартами по безопасности труда [12, 37, 53, 60].

Пример 31

Таблица 12 — Ведомость средств индивидуальной защиты

Номер операции	Наименование операции	Номер инструкции по охране труда (ИОТ)	Наименование средств индивидуальной защиты (СИЗ)	Обозначение и номер стандарта

При разработке маршрутной и операционных карт перед описанием содержания операции (перехода) следует отражать все требования, обеспечивающие безопасность труда во время обработки, если они не указаны в инструкции по охране труда, например: «Пайку производить при включенной вентиляции вытяжного шкафа». В картах также после наименования средств измерений указываются средства, обеспечивающие безопасность труда рабочих: защитные очки, защитные экраны, ограждения и др. [12].

4.2.11. Технологическая документация

Оформление технологических документов — заключительный этап разработки технологического процесса. Комплект документов в курсовом проекте должен включать:

1) титульный лист, форма 2 ГОСТ 3.1105-84 [9];

2) маршрутную карту (МК), форма 1 и 16 ГОСТ 3.1118-82 [11];

3) операционные карты (ОК) механической обработки, форма 2 или 3 и 2а ГОСТ 3.1404-86 [14];

4) карты эскизов (КЭ), форма 7 и 7а ГОСТ 3.1105-84;

5) операционные карты слесарных, слесарно-сборочных, восстановительных работ, форма 1 и 1а ГОСТ 3.1407-86 «ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки»;

6) операционные карты технического контроля, форма 2 и 2а ГОСТ 3.1502-85 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль»;

7) карту технологического процесса нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки, форма 1 и 1а ГОСТ 3.1408-85 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы получения покрытий»;

8) карту технологического процесса термической обработки, форма 1 и 1а ГОСТ 3.1405-86 «ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы термической обработки».

В эти карты сводятся все выбранное оборудование, технологическая оснастка, режимы обработки, нормы времени и т.д. Технологическая документация оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1104-81 [8] и размещается в приложении Б пояснительной записки.

Титульный лист является первым листом комплекта технологических документов. На нем указывают наименование и номер детали, код документа, фамилию и подпись разработчика (учащегося) и руководителя курсового проекта и др.

Маршрутная карта является основным документом, в котором указываются все операции в порядке их выполнения, выбранное оборудование, информация о детали, нормы времени и др. Эти данные берутся из ранее выполненных пунктов пояснительной записки. Информация, вносимая в МК, приводится в прил. Ж1.

Операционные карты предназначены для описания конкретных операций с указанием переходов, технологической оснастки, режимов

обработки и др. При наличии карты эскизов допускается не указывать вспомогательные переходы, например: «Установить, выверить и закрепить деталь».

Данные для заполнения ОК берутся из ранее выполненных пунктов курсового проекта. Информация, вносимая в ОК, приводится в прил. Ж2, ЖЗ.

Карты эскизов выполняются с применением чертежного инструмента для наглядного пояснения операционных карт. Масштаб — произвольный. При разработке технологических эскизов на операции или отдельные технологические переходы должны быть соблюдены все требования, предъявляемые к графическим документам (см. подраздел 3.2 «Требования к оформлению графических документов»).

На эскизе необходимо показать: изделие в рабочем положении; обрабатываемую поверхность, обведенную для наглядности линией толщиной 2S по ГОСТ 2.303-68; размеры и предельные отклонения, которые рабочий должен обеспечить при выполнении операции; шероховатость обрабатываемых поверхностей; обозначение опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107-81 [10] (прил. Д6). Одинаковые значения шероховатости поверхности группируют и выносят в правый верхний угол эскиза. Условные обозначения, применяемые на КЭ, должны соответствовать установленным стандартам. Нестандартные обозначения необходимо разъяснять в примечаниях к эскизу.

На КЭ все размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами, которые проставляют в окружности диаметром 6...8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. Технические требования следует помещать на свободной части карты эскизов справа от изображения изделия или под ним. Таблицы необходимо располагать на свободной части справа от изображения изделия. Построение таблицы начинают с нижней части карты эскизов. Информация, вносимая в КЭ, приводится в прил. Ж2, ^КЗ.

Примеры оформления технологических документов приведены в прил. И1...И10.

В этом пункте курсового проекта учащийся должен указать перечень оформленных документов.

4.3. Конструкторская часть

4.3.1. Порядок разработки конструкции приспособления

При выполнении курсового проекта разрабатывается приспособление для установки деталей при выполнении отдельных операций технологического процесса или вспомогательный инструмент для механической обработки, контроля восстановленных

поверхностей деталей, монтажа деталей на подвесные приспособления при гальваническом наращивании поверхностей и др.

Перед тем как начать разработку, необходимо проанализировать конструкции приспособлений, которые имеются в учебных пособиях и другой литературе (п. 4.3.2). Спроектированное приспособление должно способствовать повышению производительности труда, точности сборки, улучшению условий труда.

Для проектирования приспособления надо иметь данные о годовой программе выпуска, об условиях эксплуатации, унифицированных, нормализованных и стандартных деталях и узлах, а также разработать принципиальную схему базирования и закрепления детали. Задача сводится к тому, чтобы из известных элементов сделать наиболее выгодную для конкретных условий конструкцию приспособления.

Конструировать приспособление рекомендуется в следующей последовательности:

1) начертить контур детали, узла в необходимом количестве видов на таком расстоянии, чтобы осталось достаточно места для вычерчивания проекций всех элементов приспособления (установочных, зажимных и т.д.);

2) начертить установочные (центрирующие) или опорные элементы (опоры, призмы, оправки и пр.);

3) начертить зажимные и вспомогательные элементы приспособлений;

4) начертить корпус, показать все необходимые разрезы и сечения;

5) вынести позиции, проставить габаритные, контрольные, справочные размеры;

6) назначить технические требования на изготовление приспособления.

Особенности оформления сборочных чертежей приведены в подразделе 3.2 «Требования к оформлению графических документов».

К сборочному чертежу (пример 38 на с. 108-109) прилагается спецификация приспособления (прил. Н; см. рис. 3.4). Сборочный чертеж помещается в графическую часть курсового проекта (лист 2), спецификация к нему — в приложение В пояснительной записки.

4.3.3. Назначение и устройство приспособления

В данном пункте курсового проекта дается конкретное описание назначения приспособления.

При описании устройства приспособления нельзя ограничиваться перечислением деталей, необходимо разъяснить их взаимосвязь и расположение (пример 39 на с. 110). При этом должна делаться ссылка на лист общего вида.

5 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При защите курсового проекта учащийся докладывает по следующей схеме:

1) тема курсового проекта, заданный маршрут восстановления детали и устраняемые на нем дефекты;

2) способы устранения дефектов, обоснование их выбора;

3) технологический маршрут восстановления детали (последовательность выполнения операций и их содержание, базирование детали);

4) технические нормы времени на операции (на какие операции рассчитывались, а по каким принимались опытно-статистические нормы времени);

5) требования безопасности при выполнении конкретной операции (согласно заданию);

6) технологическая документация, разработанная в проекте;

7) способ организации технологического процесса восстановления детали на участке, применяемое оборудование и оснастка;

8) назначение, принцип действия спроектированного приспособления, технико-экономическая целесообразность внедрения приспособления.

Пример титульного листа курсового проекта

НИК М 02-14

Иванов И.И.

Группа 5Мзд143-11

Курсовой проект

Министерство образования Республики Башкортостан
ГАОУ СПО
Нефтекамский нефтяной колледж

Специальность:190631
Группа 5Мзд143-11

Тема курсового проекта: Разработка технологического процесса ремонта шатуна двигателя Змз-402

По Мдк 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей

Пояснительная записка

ННК М 143-11.035.02-14 ПЗ

Выполнил студент: Иванов И. И. _____

Руководитель проекта: Мухаматханов А.С. _____

Оценка: _____

Пример листа содержания курсового проекта

Содержание Лист

Введение
1 Исходные данные для разработки технологического процесса
1.1 Характеристика детали
1.2 Технические требования на дефектацию детали
1.3 Дефекты детали и причины их возникновения
1.4 Технические требования к отремонтированной детали
2 Технологическая часть
2.1 Маршрут ремонта
2.2 Выбор рационального способа восстановления детали
2.3 Выбор технологических баз
2.4 Технологические схемы устранения каждого дефекта
2.5 Определение промежуточных припусков, допусков и размеров
2.6 Технологический маршрут восстановления детали
2.7 Выбор оборудования и технологической оснастки
2.8 Расчет режимов обработки
2.9 Расчет норм времени
2.10 Требования безопасности при выполнении восстановительных работ
2.11 Технологическая документация
3 Конструкторская часть
3.1 Порядок разработки конструкции приспособления
3.2 Назначение и устройство приспособления
Заключение
Литература
Приложение А (ремонтный чертеж детали – А1)

					НИК М 143–11.035.02-14 ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Выполнил		Иванов			Разработка технологического процесса ремонта шатуна двигателя Зил-402	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Мухаматханов				У	4	
Т.контр.					Пояснительная записка	Группа 5Мзд143-11		
Н.контр.								
Рецен.								

Стандарты на материалы и сплавы [25]

Материалы и сплавы	Номер стандарта
Серый чугун	ГОСТ 1412–85
Ковкий чугун	ГОСТ 1215–79
Высокопрочный чугун	ГОСТ 7293–85
Антифрикционный чугун	ГОСТ 1585–85
Сталь углеродистая обыкновенная	ГОСТ 380–94
Сталь углеродистая качественная конструкционная	ГОСТ 1050–88
Сталь углеродистая инструментальная	ГОСТ 1435–90
Сталь легированная конструкционная	ГОСТ 4543–71
Алюминиевые сплавы (литейные)	ГОСТ 1583–93
Латунь (ленты)	ГОСТ 2208–91
Латунь (листы и полосы)	ГОСТ 931–90
Бронзы безоловянные литейные	ГОСТ 493–79
Бронзы безоловянные деформируемые	ГОСТ 18175–78

В1. Классы и параметры шероховатости поверхностей по ГОСТ 2789–73 [23]

Класс шерохова-тости	Параметр шероховатости, мкм		Класс шерохова-тости	Параметр шероховатости, мкм	
	Ra	Rz		Ra	Rz
—	160	630	8	0,63	2,5
	125	500		0,50	2,0
	[100]	[400]		[0,40]	[1,6]
1	80	320	9	0,35	1,25
	63	250		0,25	1,00
	[50]	[200]		[0,20]	[0,80]
2	40	160	10	0,160	0,63
	32	125		0,125	0,50
	[25]	[100]		[0,100]	[0,40]
3	20,0	80	11	0,080	0,32
	16,0	63		0,063	0,25
	[12,5]	[50]		[0,050]	[0,20]

4	10,0 8,0 [6,3]	40 32 [25]	12	0,040 0,032 [0,025]	0,160 0,125 [0,100]
5	5,0 4,0 [3,2]	20,0 16,0 [12,5]	13	0,020 0,016 [0,012]	0,080 0,063 [0,050]
6	2,5 2,0 [1,6]	10,0 8,0 [6,3]	14	0,010 0,008 [0,001]	0,040 0,032 [0,025]
7	1,25 1,00 [0,80]	5,0 4,0 [3,2]			

Примечание. [ ] — предпочтительное значение.

В2. Средняя точность и параметр шероховатости обработанных наружных поверхностей тел вращения

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Обтачивание однократное	12	6,3
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое	11...10	3,2
Обтачивание однократное + шлифование однократное	10...8	1,6...0,8
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое + шлифование однократное	8...6	0,8
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое + обтачивание тонкое	7...6	0,4
Обтачивание однократное + шлифование черновое + шлифование чистовое	7...6	0,4
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое + шлифование черновое + шлифование чистовое	6	0,4
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое + шлифование черновое + шлифование тонкое	6...5	0,2
Обтачивание черновое + обтачивание чистовое + шлифование чистовое + шлифование тонкое	5	0,2...0,1

В3. Средняя точность и параметр шероховатости обработанных поверхностей цилиндрических отверстий

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
В сплошном металле		
Сверление	12	25,0...12,5
Сверление + зенкерование	11	6,3...3,2
Сверление + развертывание	9...8	3,2...1,6
Сверление + протягивание	9...8	3,2...0,4

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Сверление + зенкерование + развертывание	9...8	1,6...0,8
Сверление + двукратное развертывание	8...7	1,6...0,4
Сверление + зенкерование + двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Сверление + зенкерование + шлифование	8...7	0,8...0,4
Сверление + протягивание + калибрование	8...7	0,8...0,4
В заготовках с отверстиями		
Рассверливание	12	25,0...6,3
Зенкерование	12	12,5...3,2
Растачивание	12	12,5...3,2
Двукратное зенкерование	11...10	6,3...3,2
Двукратное растачивание	11...10	6,3...3,2
Зенкерование + развертывание	9...8	3,2...1,6
Растачивание + развертывание	9...8	3,2...1,6
Зенкерование + растачивание	9...8	3,2...1,6
Двукратное зенкерование + развертывание	9...8	1,6...0,8
Двукратное растачивание + развертывание	9...8	1,6...0,8
Зенкерование + двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Растачивание + двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Зенкерование + тонкое растачивание	8...7	0,8...0,4
Двукратное растачивание + двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Двукратное растачивание + тонкое растачивание	8...7	0,8...0,4
Протягивание + шлифование	8...7	0,8...0,2
Зенкерование + хонингование	7...6	0,2...0,05
Двукратное растачивание + хонингование	7...6	0,2...0,05
Зенкерование + растачивание + хонингование + тонкое растачивание	8...7	0,1...0,025

В4. Средняя точность и параметр шероховатости обработанных плоскостей поверхностей

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Строгание и фрезерование цилиндрическими и торцевыми фрезами:		
черновое	14...11	12,5...3,2
получистовое и однократное	12...11	3,2...1,6
чистовое	10	1,6...0,8
тонкое	10...8	1,6...0,2
Протягивание:		
черновое литых и штампованных поверхностей	11...10	3,2...1,6
чистовое	8...6	1,6...0,4
Шлифование:		
однократное	8...7	1,6...0,4
черновое	9...8	0,8...0,4

чистовое	7	0,4...0,1
тонкое	6	0,2...0,05

Примечания: 1. Данные относятся к жестким деталям с габаритными размерами не более 1 м при базировании по чисто обработанной поверхности и использовании ее в качестве измерительной базы.

2. Точность обработки торцевыми фрезами при сопоставимых условиях выше, чем цилиндрическими, примерно на один квалитет.

3. Тонкое фрезерование проводят только торцевыми фрезами.

В5. Средняя точность и параметр шероховатости обработанных резьбовых поверхностей

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Круглыми плашками	8*g*	12,5...6,3
Метчиком	6*H*	6,3...3,2
Фрезерование:		
дисковыми фрезами	6*g*	6,3...1,6
гребенчатыми резцами	6*g*	6,3...3,2
Точение:		
резцами	4*h*	3,2...0,8
гребенками	6*g*	6,3...0,8
вращающимися резцами (вихревой способ)	6*h*	3,2...1,6
самораскрывающимися головками	4*h*	6,3...1,6
Накатывание:		
плоскими плашками	6*g*	0,8...0,4
резьбонакатными роликами	4*h*...4*g*	0,8...0,2

В6. Рекомендуемая замена полей допуска [45]

Поле допуска по ГОСТ 9253–59	Поле допуска по ГОСТ 16093–2004	
	Болты	Гайки
Кл. 1	4*h*	4*H*, 5*H*
Кл. 2	6*d*	6*H*
Кл. 2а	6*d*	6*H*
Кл. 3	8*d*	7*H*

В7. Средняя точность обработки зубчатых колес

Способ обработки	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Фрезерование:		
предварительное	10...9	12,5...3,2
окончательное дисковой фрезой	9...8	6,3...1,6
окончательное червячной фрезой	8...7	6,3...1,6
Долбление окончательное	8...6	3,2...0,8
Протягивание	7...6	3,2...0,8
Строгание окончательное	7...5	3,2...0,8
Хонингование	7...6	1,6...0,4
Шлифование	5...4	0,8...0,2

В8. Экономически достижимая размерная точность изготовления деталей из стали

Вид поверхности	Способ обработки	Класс точности по ОСТ	Квалитет
Вал	Обтачивание на станках:		
	автоматах	3а, 3	10, 8
	револьверных	3, 2а	8, 7
	токарных	2а, (2)	7, (6)
	Обтачивание алмазное	2, (1)	6, (5)
	Шлифование:		
	бесцентровое	2	6
	в центрах	2, 1	6, 5
	тонкое	1, выше 1-го	5
	Обкатывание роликом или шариком	3, 2	8, 6
	Электроэрозионная обработка	5...2	13...6
	Суперфиниширование	1, выше 1-го	5
	Доводка (ручная или механическая)	1, выше 1-го	5
Отверстие	Сверление:		
	ручное	5, (4)	13, (11)
	через кондуктор	4, (3а)	11, (10)
	после предварительного сверления	4, (3а)	11, (10)
	Зенкерование	4, 3а	11, (10)
Отверстие	Растачивание на станках:		
	автоматах	3а, 3	10...8
	револьверных	3, 2а	9...7
	токарных	2а, (2)	7, (6)
	координатно-расточных	2, (1)	6, (5)
	Растачивание алмазное	2, (1)	6, (5)
	Развертывание:		
	однократное	2а	7
	многократное	2, (1)	6, (5)
	Протягивание	2, (1)	6, (5)
	Развальцовывание	2, 1	6, 5
	Раскатывание	3, 2	8...6
	Калибрование	2, (1)	6, (5)
	Хонингование	2, 1	5
	Хонингование электрохимическое	2, 1	6,5
	Суперфиниширование	1, выше 1-го	5
	Доводка (ручная или механическая)	1, выше 1-го	5
	Прошивание	2, 1	6, 5

	Прошивание:		
	электрохимическое	5...2	13...6
	электроэрозионное	5...2	13...6
	Шлифование	2, 1 (выше 1-го)	6, 5
	Шлифование электроалмазное	2, 1	6, 5
Плоскость	Строгание	3а, 3	10, 8
	Долбление	5, (4)	12, 11
	Фрезерование	3, 2а, (2)	8...6
	Обтачивание торцов на станках:		
	автоматах	5	12
	револьверных	4	11
	токарных	3, (2а)	8, (7)
Плоскость	Шлифование:		
	торцов	2а, 2	7, 6
	плоскостей	2, (1)	6, (5)
	Хонингование	2, (1)	6, (5)
	Суперфиниширование	1, выше 1-го	5
	Доводка (ручная или механическая)	1, выше 1-го	5
	Шабрение	3, 2а, (2)	8...6
	Опиловка слесарная	4, 3а, (3)	11, 10, (8)
Резьба	Нарезание:		
	плашкой-метчиком	3, 2	8...6
	резцом-гребенкой	3, 2, (1)	8...6, (5)
	фрезой	3	8
	Накатывание роликами	3, 2а, (2)	8, 7, (6)
	Шлифование	2, 1	6, (5)
Контурные поверхности плоских деталей	Холодная штамповка:		
	вырубка	5	12
	пробивка	4	11
	зачистка	3	8
	зачистка с калибровкой	2	6
Полая деталь простой формы	Штамповка холодная в вытяжных штампах:		
	по диаметру	4, 3а	11, 10
	по высоте	5...3	12...9

Примечания: 1. Более высокие квалитеты относятся к тем случаям, когда детали изготовляют небольшими партиями на станках высокой точности.

2. Классы точности и квалитеты, указанные в скобках, относятся не к экономически, а технологически достижимым.

В9. Шероховатость поверхности после различных способов обработки стали

Способ обработки	Параметр шероховатости, мкм		Класс шероховатости по ГОСТ 2789–73
	Ra	Rz	
Для наружных цилиндрических поверхностей			
Отрезка:			
резцом	80...25	320...60	3...1
фрезой	50...25	180...90	3...1
приводной пилой	50...25	180...90	3...1
абразивная	6,3...3,2	30...15	5...4
Подрезание торцов	3,2...1,25	50...15	5...3
Обтачивание:			
черновое	40...20	160...80	3...2
получистовое	20...5	80...20	5...3
чистовое	10,0...1,25	40,0...6,3	7...4
тонкое (алмазное)	1,25...0,32	6,3...1,6	9...7
Нарезание резьбы:			
плашкой	10...5	40...20	5...4
вращающимися резцами	6,0...0,8	30,0...4,0	7...4
резцом, фрезой	5,0...1,25	20,0...6,3	7...5
Накатывание роликами	1,25...0,63	6,3...3,2	8...7
Шлифование:			
черновое	2,5...1,25	10,0...6,3	7...6
электроэрозионное	1,25...0,32	6,3...0,4	9...7
чистовое	1,25...0,63	6,3...3,2	8...7
тонкое	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
электроалмазное	0,32...0,08	1,6...0,4	10...9
Обкатывание роликами и шариками	1,25...0,08	6,3...0,4	11...7
Выглаживание алмазное	1,25...0,04	6,3...0,2	12...7

Способ обработки	Параметр шероховатости, мкм		Класс шероховатости по ГОСТ 2789–73
	Ra	Rz	
Суперфиниширование:			
чистовое	0,16...0,08	0,8...0,4	11...10
отделочное	0,04...0,01	0,2...0,05	14...12
Притирка, доводка	0,08...0,01	0,4...0,05	14...11
Полирование пастой	0,32...0,02	1,6...0,1	13...9
Для внутренних цилиндрических поверхностей			
Сверление:			
св. 15 мм	25,0...12,5	90...50	3...2
до 15 мм	12,5...5,0	50...20	5...3
Рассверливание	25,0...6,3	90...20	4...2
Зенкерование:			
черновое (по корке)	25,0...12,5	90...50	3...2
чистовое	6,3...3,2	20...15	5...4
Развертывание:			
черновое	2,5...1,25	10,0...6,3	7...6
чистовое	1,25...0,32	6,3...1,6	9...7
Нарезание резьбы:			
метчиками	10,0...5,0	40...20	5...4
резцом, гребенкой	5,0...1,25	20,0...6,3	7...5
фрезой	5,0...1,6	20...8	6...5
Протягивание:			
чистовое	1,25...0,63	6,3...3,2	9...7
отделочное	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
Растачивание:			
черновое	80...50	320...180	1
получистовое	25,0...12,5	90...50	3...2
чистовое	5,0...2,5	20...10	6...5
тонкое алмазное	1,25...0,32	6,3...1,6	9...7

Способ обработки	Параметр шероховатости, мкм		Класс шероховатости по ГОСТ 2789–73
	Ra	Rz	
Шлифование:			
получистовое	6,3...3,2	30...15	5...4
чистовое	1,25...0,63	6,3...3,2	8...7
тонкое	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
электроалмазное	0,32...0,08	1,6...0,4	11...9
Хонингование:			
чистовое	0,63...0,32	3,2...1,6	9...8
отделочное	0,16...0,01	0,8...0,1	13...10
электрохимическое	0,08...0,01	0,4...0,1	14...11
Раскатывание	0,63...0,08	3,2...0,4	11...8
Калибрование	0,63...0,08	3,2...0,4	11,..8
Выглаживание алмазное	0,63...0,08	3,2...0,4	11...8
Прошивание:			
электроэрозионное	20,0...0,32	80...16	9...3
электронным лучом	1,25...0,16	6,3...0,8	10...7
ультразвуком	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
электрохимическое	0,32...0,16	1,6...0,8	10...9
Полирование пастой	0,63...0,08	3,2...0,4	11...8
Притирка, доводка	0,16...0,01	0,8...0,05	14...10
Для плоских поверхностей			
Строгание:			
черновое	25,0...12,5	90...50	3...2
чистовое	6,3...3,2	30...15	5...4
Фрезерование цилиндрической фрезой:			
черновое	50...25	170...90	2...1
чистовое	6,3...3,2	30...15	5...4
тонкое	1,6	8	6

Способ обработки	Параметр шероховатости, мкм		Класс шероховатости по ГОСТ 2789–73
	Ra	Rz	
Фрезерование торцевой фрезой:			
черновое	12,5...6,3	50...30	4...3
чистовое	6,3...3,2	30...15	5...4
тонкое	1,6...0,63	8,0...3,2	8...6
Протягивание	5,0...1,25	20,0...6,3	7...5
Шлифование:			
получистовое	3,2	15	5
чистовое	1,25...0,63	6,3...3,2	8...7
тонкое	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
Шабрение:			
обычное	2,5...0,63	10,0...3,2	8...6
тонкое	0,63...0,16	3,2...0,8	10...8
Полирование:			
пастой	0,63...0,04	3,2...0,2	12...8
электрохимическое	0,04...0,01	0,2...0,06	14...12
Притирка	3,2...0,1	15,0...0,5	10...5
Доводка:			
грубая	0,4	1,8	8
средняя	0,2...0,1	0,9...0,5	10...9
тонкая	0,05	0,2	12
отделочная (зеркальная)	0,025...0,01	0,1...0,025	14

Г1. Минимальные припуски на сторону на механическую обработку деталей после нанесения покрытия [70]

Способ нанесения покрытия	Припуск на сторону, мм
Наплавка ручная	4,0...6,0
Наплавка под слоем флюса	2,0
Наплавка вибродуговая	1,6...2,0
Железнение	0,4...1,0
Хромирование	0,1...0,3
Напыление	0,5...1,0

Г2. Припуски на диаметр на обработку наружных поверхностей вала [22, 70]

Способ обработки вала	Длина вала, мм	Припуск на диаметр, мм, при диаметре вала d, мм					
		10... 18	18... 30	30... 50	50... 80	80... 120	120... 180
Точение черновое с установкой в патроне и центрах:							
отливки:							
из серого чугуна	$\frac{1}{d} \le 10$	—	—	3,0	3,5	4,0	5,0
из ковкого чугуна		2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0
из бронзы		—	2,5	2,5	3,0	3,5	4,5
горячештампованной заготовки		1,2	1,5	1,6	2,5	2,5	4,0
кованой поковки		2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	5,0
холодноштампованной заготовки		1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	4,0

Способ обработки вала	Длина вала, мм	Припуск на диаметр, мм, при диаметре вала d, мм					
		10... 18	18... 30	30... 50	50... 80	80... 120	120... 180
Точение чистовое после чернового	90...300	1,0	1,2	1,2	1,4	1,5	1,7
	300...500	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8
	500...800	—	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
Шлифование после обтачивания чистового	До 100	0,25	0,30	0,30	0,35	0,45	0,50
	100...200	0,30	0,35	0,35	0,40	0,50	0,55
	200...400	—	0,40	0,40	0,45	0,55	0,60
	400...700	—	—	0,45	0,55	0,60	0,65
Шлифование после обтачивания чистового закаленных заготовок	90...100	0,30	0,35	0,40	0,45	0,55	0,60
	100...300	0,35	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70
	300...600	—	0,45	0,55	0,65	0,70	0,80
	600...1000	—	—	0,70	0,75	0,80	—

Примечание. Припуски на черновую обработку приведены без учета дефектного слоя детали.

Г3. Припуски на диаметр на тонкое (алмазное) обтачивание валов [22]

Материал заготовки	Диаметр вала, мм	Припуск на диаметр, мм
Легкие сплавы	До 100	0,3
	Св. 100	0,5
Бронза и чугун	До 100	0,3
	Св. 100	0,4
Сталь	До 100	0,2
	Св. 100	0,3

Примечание. В случае применения двух резцов (чернового и чистового) на чистовую обработку оставляют припуск 0,1 мм.

Г4. Припуски на диаметр на чистовое обтачивание валов [22]

Диаметр вала, мм	Припуск на диаметр, мм, при длине обрабатываемого вала, мм					
	до 100	100...250	250...500	500...800	800...1200	1200...2000
До 10	0,8	0,9	1,0	—	—	—
10...18	0,9	0,9	1,0	1,1	—	—
18...30	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	—
30...50	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
50...80	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
80...120	1,1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,9

Примечания: 1. Для мелкосерийного производства припуск определяется умножением табличной величины на коэффициент 1,3 с округлением до десятых долей в сторону увеличения. Допуск на предварительную обработку назначается по 14-му квалитету.

2. Поле допуска диаметров валов — $h12$.

Г5. Припуски на шлифование валов [22]

Диаметр вала, мм	Вид шлифования	Состояние материала	Припуск на диаметр, мм, при длине вала, мм				
			до 100	100... 250	250... 500	500... 800	800... 1200
До 10	Центровое	Сырой	0,2	0,2	0,3	0,4	—
		Закаленный	0,3	0,3	0,4	0,5	—
	Бесцентровое	Сырой	0,2	0,2	0,2	0,3	—
		Закаленный	0,3	0,3	0,4	0,5	—
10...18	Центровое	Сырой	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
		Закаленный	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
	Бесцентровое	Сырой	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
		Закаленный	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Диаметр вала, мм	Вид шлифования	Состояние материала	Припуск на диаметр, мм, при длине вала, мм				
			до 100	100... 250	250... 500	500... 800	800... 1200
18...30	Центровое	Сырой	0,0	0,3	0,3	0,4	0,4
		Закаленный	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
	Бесцентровое	Сырой	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
		Закаленный	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
30...50	Центровое	Сырой	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
		Закаленный	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
	Бесцентровое	Сырой	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
		Закаленный	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
50...80	Центровое	Сырой	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
		Закаленный	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8
	Бесцентровое	Сырой	0,3	0,3	0,3	0,4	—
		Закаленный	0,4	0,5	0,5	0,6	—

Примечания: 1. Для мелкосерийного и единичного производства припуск определяется умножением табличной величины на коэффициент 1,2.

2. Поле допуска диаметров валов — $h11$.

Г6. Припуски на диаметр при протягивании отверстий [22]

Размеры протягиваемого отверстия, мм		Припуск на диаметр, мм	Размеры протягиваемого отверстия, мм		Припуск на диаметр, мм
Длина	Диаметр		Длина	Диаметр	
6...50	10...18	0,2...0,5	3...4	80...120	1,0
6...120	18...30	0,3...0,6	2,5...3,0	120...180	1,2
11...180	30...50	0,4...0,7	1,5...2,5	180...260	1,4
30...180	50...80	0,6...0,8	1,0...1,5	260...360	1,6

Г7. Припуски на снятие цементированного слоя [22]

Глубина цементированного слоя, мм	Размеры, мм	Припуск, мм	
		на диаметр для цилиндрических наружных и внутренних поверхностей	на сторону для плоских (в том числе торцевых) поверхностей
0,46...0,6	До 30	1,5	1,0
	30...80	1,7	
	80...180		1,2
0,6...0,8	До 30	2,0	
	30...180	2,2	
	180...260		1,5
0,8...1,1	До 30	2,5	
	30...120	2,7	1,7
	120...500	3,0	2,0
1,1...1,4	До 30	3,2	1,8
	30...120	3,5	2,0
	120...500	4,0	2,3

Г8. Припуски на диаметр на тонкое (алмазное) растачивание отверстий

Материал заготовки	Припуск на диаметр , мм, при диаметре обрабатываемого отверстия, мм				
	до 30	30...50	50...80	80...120	120...180
Легкие сплавы	0,2 / 0,1	0,3 / 0,1	0,4 / 0,1		0,5 / 0,1
Баббит	0,3 / 0,1	0,4 / 0,1	0,5 / 0,1		0,6 / 0,2
Бронза и чугун	0,2 / 0,1	0,3 / 0,1			0,4 / 0,1
Сталь	0,2 / 0,1			0,3 / 0,1	

Примечания: 1. В числителе приведены припуски на предварительную обработку, в знаменателе — на окончательную.

2. Поле допуска отверстия — *H*8.