

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания
к расчетно-графической работе по дисциплине
для студентов направления подготовки
23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»
всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2025

УДК [629.3.083:629.331.02](076)

ББК 39.33-08я73

В779

Р е ц е н з е н т:

П.А. Новиков – канд. техн. наук, доцент

Составители: С. В. Огрызков, Л.А. Кияшко, И. Ю. Чуйко.

В779 Восстановление и упрочнение деталей : методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Восстановление и упрочнение деталей» для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» всех форм обучения / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт ; сост.: С. В. Огрызков, Л. А. Кияшко, И. Ю. Чуйко. – Севастополь : СевГУ, 2025. – 47 с. – Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении расчетно-графической работы по дисциплине «Восстановление и упрочнение деталей». В работе разрабатываются элементы технологического процесса восстановления детали узла автомобиля.

Излагается содержание обязательных разделов расчетно-графической работы, методика разработки технологического процесса восстановления деталей, рекомендованная литература, правила оформления документации и примеры выполнения графической части.

Предназначены для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

УДК [629.3.083:629.331.02](076)

ББК 39.33-08я73

Рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Автомобильный транспорт», протокол № 5 от 28 января 2025 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие сведения по проектированию технологического процесса восстановления деталей	6
2. Разработка технологического процесса восстановления детали	9
2.1. Анализ восстанавливаемой детали	9
2.2. Выбор технологических баз	9
2.3. Разработка требований на дефектацию детали	10
2.4. Разработка ремонтного чертежа детали	14
2.5. Разработка маршрутного технологического процесса восстановления	19
2.5.1. Маршрутная технология восстановления деталей	19
2.5.2. Корпусные детали	20
2.5.3. Валы	22
2.5.4. Полые цилиндры	23
2.5.5. Стержни некруглые	24
2.5.6. Диски	25
2.6. Разработка операционных технологических процессов	26
2.6.1. Общие сведения	26
2.6.2. Выбор рациональной последовательности переходов	27
2.6.3. Выбор технологического оборудования, ремонтных материалов, инструмента, приспособлений	27
2.6.4. Расчет толщины наносимого слоя	27
2.6.5. Выбор и расчет режимов операций	29
2.6.6. Оформление технологической документации	29
Библиографический список	32
Приложение А	35
Приложение Б	39
Приложение В	43

ВВЕДЕНИЕ

Целями расчетно-графической работы (РГР) по дисциплине “Восстановление и упрочнение деталей”, являются:

- закрепление у студентов теоретических знаний по технологии восстановления деталей узлов автомобилей;
- изучение студентами видов ремонтной документации;
- развитие у студентов навыков по самостоятельному проектированию рациональных технологических процессов восстановления деталей;
- развитие у студентов навыков самостоятельной работы с научно-технической литературой.

РГР содержит элементы руководства по капитальному ремонту узла автомобиля и технологического процесса восстановления детали.

К ремонтным документам относят текстовые и графические рабочие конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности дают возможность обеспечить подготовку ремонтного производства, произвести ремонт изделия и его контроль после ремонта [1].

В рамках РГР студент разрабатывает следующие разделы.

- 1) Анализ восстанавливаемой детали.
- 2) Разработка технологического процесса дефектации детали.
- 3) Разработка маршрутного технологического процесса восстановления детали.
- 4) Разработка операционных технологических процессов восстановления и механической обработки восстанавливаемых поверхностей.

РГР разрабатывается на основе:

- рабочей конструкторской документации на изготовление изделий (сборочный чертеж, рабочие чертежи деталей)
- эксплуатационной документации;
- технических условий на изделие (при наличии);
- технологической документации на изготовление изделия (при наличии);
- материалов по исследованию неисправностей, возникающих при испытании и эксплуатации изделий данного типа или аналогичных изделий других типов (материалы технологической практики);
- материалов по ремонту аналогичных изделий (материалы технологической практики, ремонтная документация).

В приложение к РГР могут быть включены: спецификация узла со сборочным чертежом, рабочий чертеж детали, карта дефектации и ремонтный чертеж детали из руководства по капитальному ремонту автомобиля.

В РГР входят расчетно-пояснительная записка и графическая часть.

При оформлении расчетно-пояснительной записки необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ 2.602-2013 Единая система

конструкторской документации (ЕСКД). Ремонтные документы. Пояснительная записка состоит из введения, основной части, библиографии и приложений.

Введение должно содержать следующую информацию:

- актуальность темы;
- цель и задачи РГР;
- формулировка объекта и предмета исследования.
- методы исследования.
- практическое значение полученных результатов.

Графическая часть РГР содержит: карту дефектации и ремонта детали, ремонтный чертежи детали. Так же могут быть выполнены наладки на выполнение технологических операций.

По согласованию с руководителем дисциплины может выдаваться индивидуальное задание на работу, отражающее научно-исследовательскую работу студента. РГР могут выполнять в малых группах (2-3 человека).

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Технологическое проектирование является основным звеном технологической подготовки производства (ЕСТПП), согласно которой предусмотрено три вида технологических процессов: единичный; типовой; групповой [3–5].

Единичный технологический процесс разрабатывается для ремонта изделий одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс разрабатывается для ремонта группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками, и характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций. Типизация направлена на устранение многообразия технологических процессов и базируется на классификации, т.е. в разделении объектов ремонта по конструктивно-технологическим признакам на группы, для которых возможна разработка общих технологических процессов или операций.

Групповой технологический процесс разрабатывается для ремонта группы изделий, обладающих различной конфигурацией, но общими технологическими признаками, в конкретных условиях производства на специализированных рабочих местах с целью применения методов и средств крупносерийного и массового производства в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства.

При построении групповых процессов за базовую берут деталь, называемую комплексной, под которой понимается реальная или условная (искусственно созданная) деталь, содержащая в своей конструкции все основные элементы, характерные для деталей данной группы, и являющаяся ее конструктивно-технологическим представителем.

Для проектирования технологических процессов необходима базовая, руководящая и справочная информация.

Базовая информация — это данные, которые отражены в конструкторской документации на изделие, и программа восстановления этого изделия.

Руководящая информация — это сведения, которые содержатся: в стандартах на технологические процессы и методы управления ими, на оборудование и оснастку; в документации на перспективные технологические процессы; в производственных инструкциях.

Справочная информация содержится: в действующих технологических процессах; описаниях прогрессивных методов и способах восстановления деталей; каталогах и справочниках прогрессивного технологического оборудования и оснастки; материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов и др.).

Процесс проектирования осуществляется путем последовательного решения этапов. Основные этапы разработки типовых и групповых

технологических процессов и задачи, решаемые на каждом этапе, должны соответствовать указанным в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Этапы разработки типовых и групповых технологических процессов

Этапы разработки технологических процессов		Задачи, решаемые на этапе технологических процессов	
1		2	
типовых	групповых	типовых	групповых
Классификация деталей	Группирование деталей	Создание групп деталей, обладающих общностью конструкторско-технологических характеристик. Выбор типовых представителей групп деталей	Создание групп деталей, обладающих общностью технологических характеристик. Выбор комплексной детали для каждой группы
Количественная оценка групп деталей		Определение типа производства (единичное, серийное, массовое)	
Анализ конструкций деталей по чертежам и техническим условиям, программ выпуска и типа производства		Разработка основных схем маршрутов восстановления деталей	
Выбор технологических баз		Выбор поверхностей базирования. Оценка точности и надежности базирования	
Анализ дефектов деталей		Выявление дефектов, которые подлежат устранению. Определение допустимых, ремонтных и предельных значений размеров рабочих поверхностей деталей. Составление карт дефектации.	
Выбор способов устранения дефектов		Выбор способов устранения дефектов на основе конструктивно-технологических характеристик детали; показателей физико-механических свойств детали; технико-экономических показателей способов восстановления деталей Разработка ремонтных чертежей деталей	
Составление технологического маршрута восстановления детали		Определение последовательности операций. Определение оборудования по операциям	

Продолжение таблицы 1.1

1	2
Разработка технологических операций	Рациональное построение технологических операций. Выбор структуры операции. Установление рациональной последовательности переходов в операции/ Выбор оборудования, обеспечивающего оптимальную производительность при условии обеспечения требуемого качества. Расчет загрузки технологического оборудования. Выбор конструкции оснастки. Установление принадлежности выбранной конструкции к стандартным системам оснастки.
Разработка технологических операций	Установление исходных данных, необходимых для расчетов, и расчет припусков на обработку и межоперационных припусков. Установление исходных данных, необходимых для расчетов оптимальных режимов обработки, и их расчет. Установление исходных данных, необходимых для расчетов норм времени, и их расчет.
Расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов технологических процессов	Выбор рационального варианта технологического процесса восстановления деталей
Оформление технологических процессов	Согласование технологических процессов восстановления деталей со всеми заинтересованными службами и утверждение

Технологический процесс восстановления деталей — это процесс, содержащий целенаправленные действия по изменению определенного состояния детали с целью восстановления его эксплуатационных свойств.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

2.1. Анализ восстанавливаемой детали

По согласованию с преподавателем выбрать деталь для разработки технологического процесса восстановления. В пояснительной записке необходимо привести описание конструкции детали, указав следующее:

- назначение детали в ремонтируемом механизме;
- функции отдельных рабочих поверхностей детали;
- характер сопряжений с другими деталями;
- материал детали, твердость поверхностей, термическую и химическую обработку поверхностей и т.п.;
- перечень основных дефектов детали;
- отказы узла, к которым приводят дефекты детали.

2.2. Выбор технологических баз

В данном пункте необходимо выбрать технологические базы для обработки восстанавливаемых поверхностей детали.

В качестве технологических баз нельзя использовать поверхности, которые в процессе эксплуатации изнашиваются, иначе будет наблюдаться нарушение координации между отдельными поверхностями деталей.

Обычно поверхности, которые используют как технологические базы, не изнашиваются, и поэтому их можно использовать многократно при восстановлении с достаточной точностью необходимой координации поверхностей деталей (например, конические поверхности центровых отверстий деталей типа вала, фрезерованные плоскости на щеках коленчатых валов и т.п.).

Технологические базы обрабатывают с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими положениями:

- 1) поверхности, являющиеся базовыми, обрабатываются в первую очередь;
- 2) стараться использовать базы завода-изготовителя;
- 3) поверхности, связанные с точностью относительного положения (соосность, перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;
- 4) за технологические базы наиболее целесообразно принимать центровые отверстия валов, технологические отверстия в корпусных деталях и т. д.;
- 5) при восстановлении за технологическую или измерительную базу принимают основные или вспомогательные поверхности, которые сохранились и не подлежат восстановлению;
- 6) если в процессе восстановления деталь должна быть обработана по всем поверхностям, за технологическую необходимо принять такую базу, при использовании которой можно обработать за одну установку все основные и вспомогательные поверхности; при отсутствии такой возможности

технологической базой должна быть такая поверхность (или совокупность поверхностей), которая позволит с одной установки обработать в первую очередь основные или вспомогательные поверхности;

- 7) принятая технологическая база должна сохраняться на всех операциях технологического процесса (принцип постоянства баз), если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, которая размерно связана непосредственно с обрабатываемой;
- 8) при выборе технологической базы необходимо помнить, что поверхность (или совокупность поверхностей, которые образуют технологическую базу) должна оставлять детали минимальное и в то же время достаточное число степеней свободы.

После выбора базовых поверхностей разрабатываются теоретические схемы базирования детали [8]. Условные обозначения на схемах и примеры выполнения схем показаны в приложении А.

2.3. Разработка требований на дефектацию детали

Требования на дефектацию деталей и сборочных единиц рекомендуется излагать в виде карты дефектации и ремонта, представленной на рисунке 2.1 [1].

На составные части изделия с близкими техническими характеристиками допускается выполнять карту с общим наименованием, например: «Крепежные детали», «Подшипники качения».

На эскизе должны быть обозначены контролируемые размеры, поверхности, сварные швы и т. п.

Контролируемые параметры, при необходимости, могут быть разделены на зоны контроля. Границы зоны при отсутствии видимых ориентиров следует определять размерами, указанными на эскизе.

Карта дефектации и ремонта					
Обозначение и наименование изделия, составной части		Номер позиции	Номер эскиза	Номер карты	
Количество на изделие, шт _____					
(поле для эскиза)					
Обозначение	Возможный дефект	Метод установления дефекта	Средство измерения	Заключение и рекомендуемые методы ремонта	Требования после ремонта

Рисунок 2.1 – Рекомендуемая форма карты дефектации и ремонта (ГОСТ 2.602-2013)

В графах карты указывают:

в графе «Обозначение» – обозначение сопряжения, контролируемого размера, поверхности или зоны контроля, номер сварного шва или обозначение пересечения сварных швов, указываемого номерами сварных швов, через тире, например № 1-№ 2 и др. параметров;

в графе «Возможный дефект» – возможные дефекты сопряжений, контролируемых размеров поверхностей, сварных швов и др. параметров. Дефекты следует указывать, начиная с малозначительных;

в графе «Метод установления дефекта» – метод контроля, с помощью которого устанавливается дефект, указанный в графе «Возможный дефект»;

в графе «Средство измерения» – наименование и обозначение средств измерений (по стандарту, ТУ);

в графе «Заключение и рекомендуемые методы ремонта» – заключение указывают словами «замена», «ремонт»;

в графе «Требования после ремонта» – требования к изделию (составной части) после ремонта, например:

- к сопряжениям;
- к размерам, контролируемым после ремонта (номинальный, допустимый и предельный размеры; категорийные ремонтные размеры поверхностей);
- к формам и расположению поверхностей;
- к шероховатости и твердости поверхностей;
- к заварке, напайке и наплавке;
- к герметичности (прочности);
- к моментам затяжки резьбовых соединений;
- к электрическим параметрам.

В данном разделе необходимо обосновать выбор измерительного инструмента.

Таблица 2.1 – Средства измерения для проведения дефектации

Номер дефекта по карте дефектации	Номинальный размер, мм	Допустимый размер, мм	Допустимая погрешность измерений	Модель инструмента	Результаты измерений, мм
1	2	3	4	5	6

Допустимые погрешности измерений приведены в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 – Рекомендуемые значения погрешностей, допускаемых при измерении линейных размеров

Номинальный размер, мм	Квалитет											
	5		6		7		8		9		10	
	МКМ											
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
До 3	4	1,4	6	1,8	10	3,0	14	3,0	25	6	40	8
Свыше 3 до 6	5	1,6	8	2,0	12	3,0	18	4,0	30	8	48	10
» 6 » 10	6	2,0	9	2,0	15	4,0	22	5,0	36	9	58	12
» 10 » 18	8	2,8	11	3,0	18	5,0	27	7,0	43	10	70	14
» 18 » 30	9	3,0	13	4,0	21	6,0	33	8,0	52	12	84	18
» 30 » 50	11	4,0	16	5,0	25	7,0	39	10,0	62	16	100	20
» 50 » 80	13	4,0	19	5,0	30	9,0	46	12,0	74	18	120	30
» 80 » 120	15	5,0	22	6,0	35	10,0	54	12,0	87	20	140	30
» 120 » 180	18	6,0	25	7,0	40	12,0	63	16,0	100	30	160	40
» 180 » 250	20	7,0	29	8,0	46	12,0	72	18,0	115	30	185	40
» 250 » 315	23	8,0	32	10,0	52	14,0	81	20,0	130	30	210	50
» 315 » 400	25	9,0	36	10,0	57	16,0	89	24,0	140	40	230	50
» 400 » 500	27	9,0	40	12,0	63	18,0	97	26,0	155	40	250	50

Продолжение таблицы 2.2

Номинальный размер, мм	Квалитет									
	11		12		13		14		15	
	мкм									
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
До 3	60	12	100	20	140	30	250	50	400	80
Свыше 3 до 6	75	16	120	30	180	40	300	60	480	100
» 6 » 10	90	18	150	30	220	50	360	80	580	120
» 10 » 18	110	30	180	40	270	60	430	90	700	140
» 18 » 30	130	30	210	50	330	70	520	120	840	180
» 30 » 50	160	40	250	50	390	80	620	140	1000	200
» 50 » 80	190	40	300	60	460	100	740	160	1200	240
» 80 » 120	220	50	350	70	540	120	870	180	1400	280
» 120 » 180	250	50	400	80	630	140	1000	200	1600	320
» 180 » 250	290	60	460	100	720	160	1150	240	1850	380
» 250 » 315	320	70	520	120	810	180	1300	260	2100	440
» 315 » 400	360	80	570	120	890	180	1400	280	2300	460
» 400 » 500	400	80	630	140	970	200	1550	320	2500	500

Таблица 2.3 – Рекомендуемые значения погрешностей, допускаемых при измерении отклонений формы и расположения поверхностей*

Допуск формы или расположения, мкм	Погрешность измерения, мкм	Допуск формы или расположения, мкм	Погрешность измерения, мкм
0,1	0,04	2	0,7
0,12	0,04	2,5	0,9
0,16	0,06	3	1
0,2	0,07	4	1,4
0,25	0,09	5	1,8
0,3	0,1	8	3
0,4	0,14	10	3,5
0,5	0,18	12	4
0,6	0,2	16	6
0,8	0,3	20	7
1	0,35	25	9
1,2	0,4	30	9
1,6	0,6	40	12

Продолжение таблицы 2.3

Допуск формы или расположения, мкм	Погрешность измерения, мкм	Допуск формы или расположения, мкм	Погрешность измерения, мкм
40	12	800	160
50	15	1000	200
60	18	1200	240
80	20	1600	320
100	25	2000	400
120	30	2500	500
160	40	3000	600
200	50	4000	800
250	50	5000	1000
300	60	6000	1200
400	80	8000	1600
500	100	10000	2000
600	120	12000	2400

Примечание: *Числовые значения допусков соосности, симметричности, пересечения осей, позиционных допусков, допусков формы заданного профиля или заданной поверхности приведены в радиусном выражении.

Пример выполнения карты дефектации и ремонта приведен в приложении Б.

2.4. Разработка ремонтного чертежа детали

Ремонтный чертеж разрабатывается на восстанавливаемую деталь на листе формата А2 на основании рабочего чертежа детали, разработанной карты дефектации и ремонта и примеров выполнения ремонтных чертежей деталей [13, 14]. Понятие и правила составления ремонтных чертежей регламентируется ГОСТ 2.604–2000 [15].

Ремонтными считаются чертежи, предназначенные для ремонта деталей, ремонта сборочных единиц, сборки и контроля отремонтированного изделия, вновь изготавливаемых дополнительных деталей и деталей с ремонтными размерами.

Ремонтными называются размеры, установленные для ремонтируемой детали или для изготовления новой детали взамен изношенной, отличающиеся от аналогичных размеров детали по рабочему чертежу.

Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные.

Категорийными называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта.

Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали „по месту”.

При выполнении ремонтных чертежей руководствуются следующими правилами.

1) На ремонтных чертежах указывают только те размеры, предельные отклонения, натяги, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены при ремонте изделия.

2) На изделия, которые при ремонте не могут быть разъединены (неразъемные соединения, выполненные клепкой, сваркой и т.п.), допускается не выпускать самостоятельные чертежи на отдельные детали. Указания по ремонту таких изделий приводят на ремонтном сборочном чертеже изделия, в которое входят ремонтируемые детали, с добавлением изображений и данных, поясняющих сущность ремонта.

3) На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) изображают только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для проведения ремонта детали или сборочной единицы.

4) На ремонтных чертежах предельные отклонения линейных размеров указываются числовыми значениями или буквенными обозначениями с последующим указанием в скобках их цифрового значения, например:

« $\varnothing 12^{+0,032}_{-0,059}$ » или « $\varnothing 12e8\left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right)$ ».

5) На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие обработке при ремонте, выполняют основной сплошной толстой линией, остальная часть изображений – сплошной тонкой линией.

Если у отдельных элементов ремонтируемой детали меняется конфигурация, то измененную часть детали показывают на чертеже сплошной основной линией, а неизмененную часть – сплошной тонкой линией (рисунок 2.2).

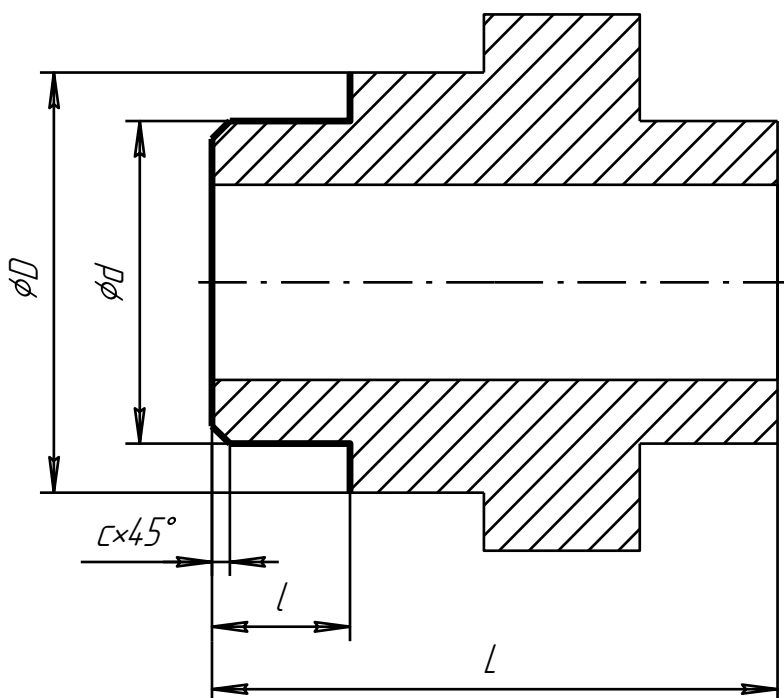


Рисунок 2.2 – Пример выполнения чертежа с изменяемой конфигурацией

6) На чертеже детали, ремонтируемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытий и т.п., рекомендуется выполнять изображение подготовки соответствующего участка детали к ремонту (рисунок 2.3).

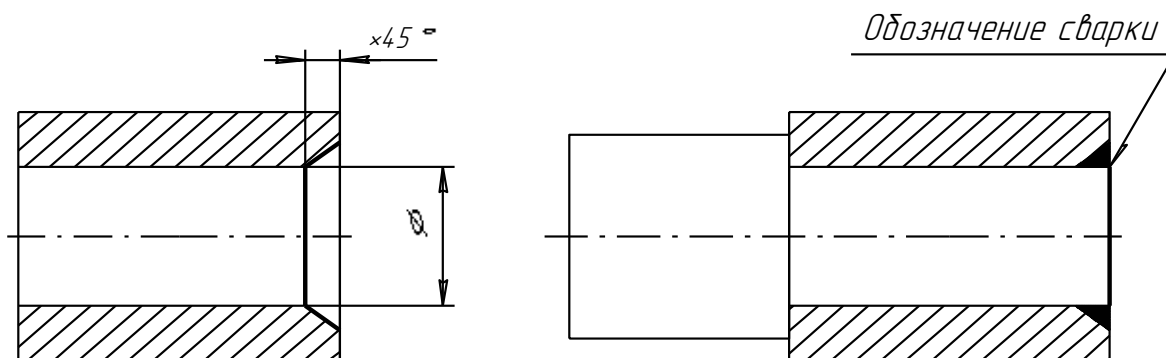


Рисунок 2.3 – Пример выполнения чертежа привариваемой детали

7) При ремонте изделия наплавкой, заливкой (при помощи сварки, пайки и т.п.) на ремонтном чертеже указывают наименование, марку,

размеры материала, используемого при ремонте, а также обозначение стандарта на материал.

8) Если при ремонте детали удаляют изношенную часть и заменяют ее новой (рисунок 2.4, а.), то удаляемую часть изображают тонкой штрих-пунктирной линией с двумя точками (рисунок 2.4, б.). Новую часть детали выполняют на отдельном ремонтном чертеже.

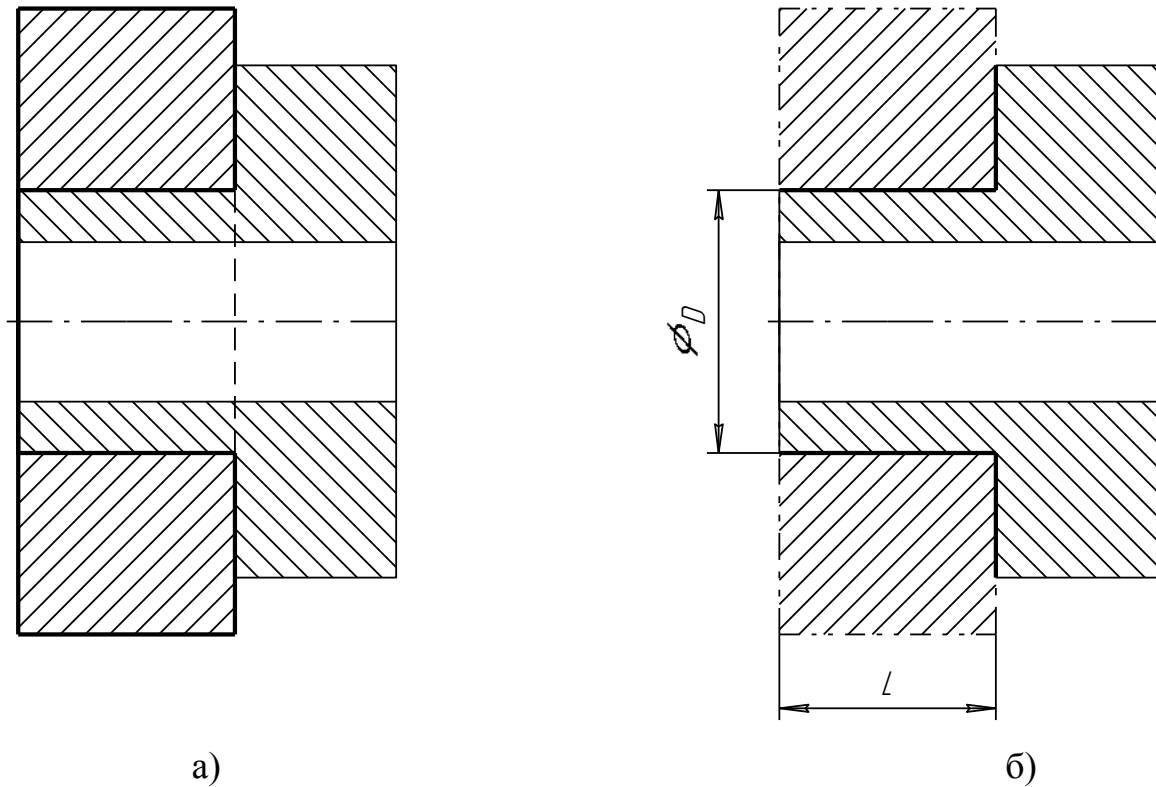


Рисунок 2.4 – Пример оформления чертежа удаляемой части чертежа

9) На ремонтном чертеже детали, для которой установлены пригоночные размеры, при необходимости указывают установочные базы для пригонки детали „по месту" (рисунок 2.5).

10) На ремонтных чертежах категорийные и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя материала, проставляют буквенными обозначениями, а их числовые величины и другие данные указывают на линиях-выносках (рисунок 2.5) или в таблице (рисунок 2.6). Таблицу помещают в правой верхней части чертежа.

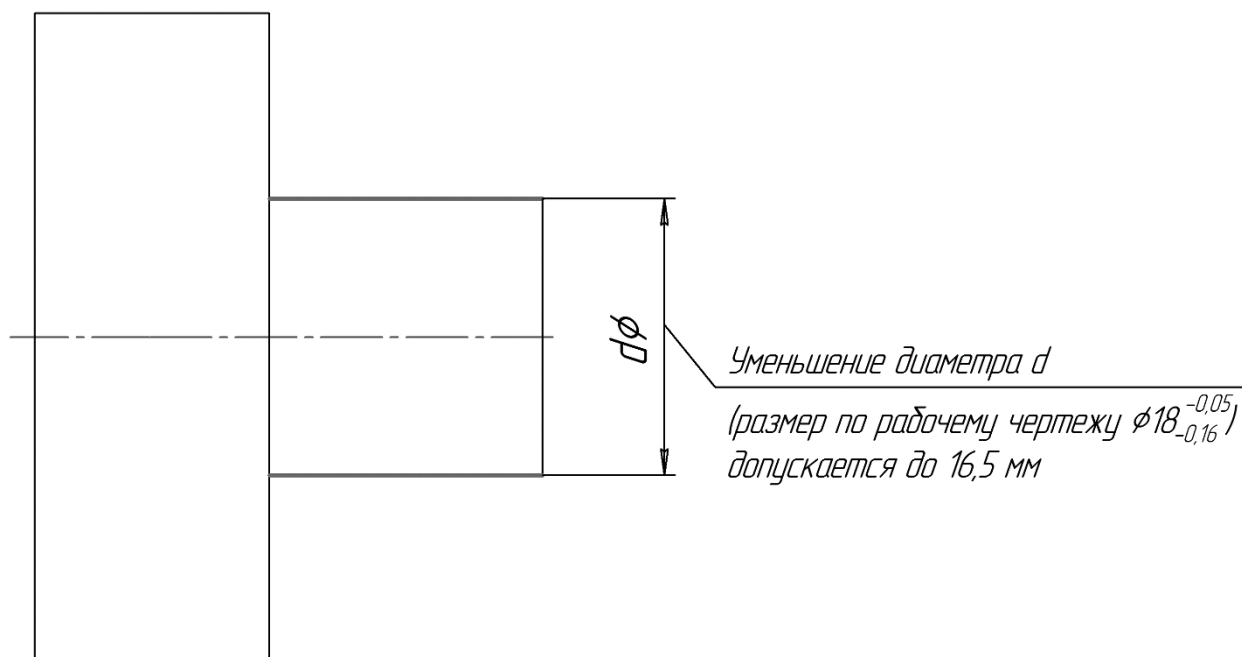


Рисунок 2.5 – Пример указания пригоночного размера

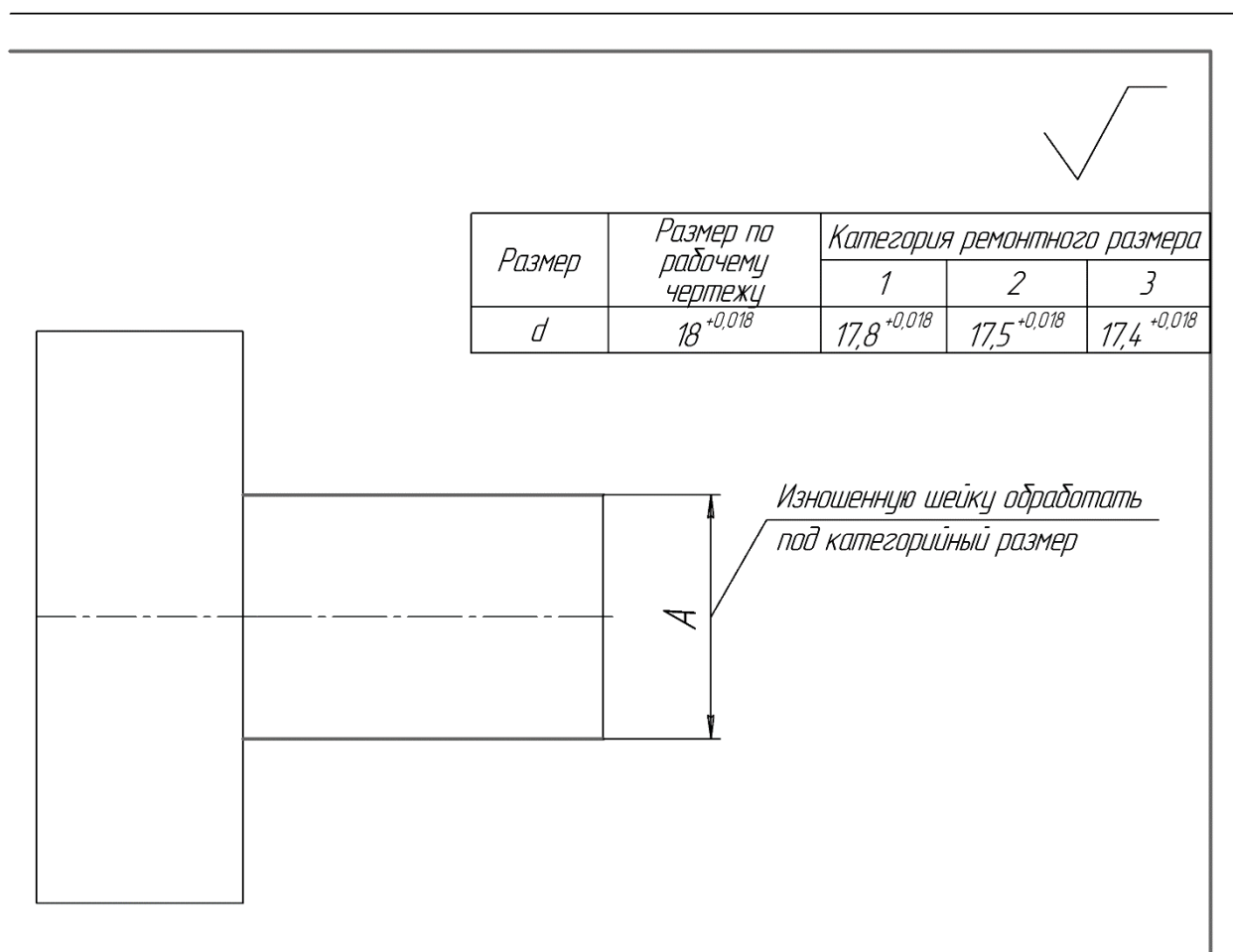


Рисунок 2.6 – Пример указания категорийного размера

11) На ремонтных чертежах в сопряженных изделиях с категорийными размерами сохраняется характер сопряжения (кавалитеты точности, посадки, шероховатость и др.), предусмотренный в рабочих чертежах.

12) На ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц для определения способа ремонта помещают технологические требования и указания, которые являются единственными для восстановления эксплуатационных характеристик изделия

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

Эти требования допускается не указывать, если они изложены в руководстве по ремонту или в технических условиях на ремонт.

13) На ремонтном чертеже одновременно допускается указывать несколько вариантов ремонта одних и тех же элементов детали с соответствующими разъяснениями на чертеже. На каждый принципиально отличный вариант ремонта детали или сборочной единицы выполняют отдельный чертеж.

14) Если при ремонте детали в нее вводят дополнительные детали (втулку, стопорный винт и т.п) или монолитную деталь при ремонте заменяют деталью, состоящей из нескольких составных частей, то ремонтный чертеж выполняют как сборочный.

15) На ремонтных чертежах деталей содержание графы «Материал» основной надписи должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа детали. Обозначение отмененных стандартов на материалы не указывают.

В ремонтных чертежах на вновь изготавливаемые изделия в этом случае указывают обозначение материала по действующему стандарту.

16) Предельные отклонения размеров 14—17 квалитетов проставляют на ремонтных чертежах с округлением до десятых долей миллиметра.

17) Ремонтную спецификацию допускается выполнять на поле чертежа в бумажной форме на каждый вид изделия (сборочная единица, комплекс, комплект).

18) В раздел "Материалы" ремонтной спецификации вносят материалы, необходимые для ремонта изделия и его комплектов, поставляемых непосредственно с изделием.

Обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к номеру рабочего чертежа букв (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Обозначения ремонтных чертежей

Вид чертежа	Обозначение
Ремонтный чертеж детали	Р
Ремонтный чертеж сборочной единицы	РСБ
Ремонтный чертеж детали i-й категории	P2 (P3 и т.п.)
Ремонтный чертеж детали с несколькими категорийными размерами	$\frac{P1}{P3}$
Ремонтный чертеж детали с несколькими поверхностями с категорийными размерами	$\frac{P1}{P3} K$
Чертеж с пригоночным размером	П
Чертеж дополнительной (новой) детали	по правилам рабочих чертежей
Чертеж дополнительной (новой) детали, требующей пригонки	НП
Чертеж с вариантом ремонта	

Пример выполнения ремонтного чертежа приведен в приложении Б.

2.5. Разработка маршрутного технологического процесса восстановления

2.5.1. Маршрутная технология восстановления деталей

Наиболее рациональной формой организации восстановления деталей на современном авторемонтном производстве является маршрутная технология.

Маршрутная технология – заключается в разработке технологических процессов по восстановлению определенных сочетаний дефектов (маршрутов).

Исследованиями, проведенными проф. К. Т. Кошкиным [9], было установлено, что дефекты на деталях появляются в определенных повторяющихся сочетаниях. Поэтому он предложил технологические процессы восстановления деталей разрабатывать не на устранение каждого дефекта в отдельности, а на определенные сочетания дефектов.

Каждая деталь может иметь несколько маршрутов восстановления. Эти маршруты определяют путем проведения специальных исследований. При определении маршрутов восстановления деталей необходимо руководствоваться следующими основными принципами.

1) Сочетание дефектов в каждом маршруте должно быть действительным (реально существующим). Действительные сочетания дефектов устанавливаются путем проведения специальных исследований.

2) Количество маршрутов восстановления каждой детали должно быть минимальным (2–3, для сложных не более 5).

Уменьшить количество маршрутов можно:

- за счет объединения сочетаний дефектов, отличающихся между собой незначительными по трудоемкости устранения дефектами, в одно сочетание.
- за счет объединения дефектов, расположенных на взаимосвязанных поверхностях детали.

3) При формировании маршрутов необходимо учитывать применяемый способ восстановления.

Если применяется метод восстановления при котором одновременно устраняют несколько дефектов, то в сочетание дефектов, подлежащих устранению, необходимо включить все дефекты вне зависимости от того, имеется один из них или есть все одновременно.

4) Восстановление детали по данному маршруту должно быть экономически целесообразным. Если затраты на восстановление детали, отнесенные к единице ее наработки, будут меньше соответствующих удельных затрат на изготовление детали, то восстановление детали по данному маршруту считается целесообразным

Маршрутный технологический процесс разрабатывается с помощью типовых технологических процессов (таблицы 2.5–2.9). При составлении маршрута необходимо составить рациональную последовательность восстановления дефектов.

При наличии статистических данных возможно указать наиболее вероятные сочетания дефектов и разрабатывать маршрут на каждое сочетание дефектов.

2.5.2. Корпусные детали

Примеры: картеры КПП, мостов, рулевых механизмов.

Базовые поверхности: основная плоскость, отверстия на базовой плоскости.

Таблица 2.5 – Типовой технологический процесс восстановления деталей класса «корпусные детали»

№	Содержание операции	Оборудование
005	Удаление обломанных болтов и шпилек	Сверлильный или электроискровой станок
010	Подготовка трещин, пробоин, отверстий с сорванной резьбой и подгонка вставок к заварке	Сверлильный станок, электрошлифовальная машина
015	Нагрев детали	Двухкамерная муфельная

Продолжение таблицы 2.5

№	Содержание операции	Оборудование
		печь
020	Заварка трещин, отверстий и приварка вставок	Термоизоляционный кожух, сварочная установка
025	Устранение трещин и пробоин пластмассами	Установка для нанесения пластмасс
030	Обработка сварных швов, сверление отверстий, нарезание резьбы	Электрошлифовальная машина, сверлильный станок
035	Гидравлические испытания сварных и пластмассовых швов на герметичность	Установка для гидравлических испытаний
040	Обработка базовых поверхностей и привалочных плоскостей	Фрезерный, плоскошлифовальный станки
045	Предварительная расточка посадочных мест под подшипники, вкладыши, втулки для постановки ДРД, нанесения пластмасс, электрохимических покрытий	Расточной станок
050	Запрессовка ДРД и зачистка торцов заподлицо с плоскостью детали	Гидравлический пресс, электрошлифовальная машина
055	Гидравлические испытания после постановки ДРД	Стенд для гидроиспытаний
060	Нанесение электрохимических покрытий	Гальванический участок
065	Нанесение пластмасс на внутренние цилиндрические поверхности с одновременным получением требуемых размеров	Установка для нанесения пластмасс, калибровочные оправки
070	Предварительная обработка ДРД, электрохимических покрытий	Расточной, шлифовальный, вертикально-фрезерный станки
075	Окончательная обработка ДРД, электрохимических покрытий	Расточной, шлифовальный станки, приспособления
080	Предварительная и окончательная доводка точных внутренних цилиндрических поверхностей	Хонинговальный станок

2.5.3. Валы

Примеры деталей: полуоси, коленчатые и распределительные валы, штанги, клапаны.

Базовые поверхности: центровые отверстия, наружные цилиндрические поверхности.

Таблица 2.6 – Типовой технологический процесс восстановления деталей класса «валы»

№	Содержание операции	Оборудование
005	Зачистка центровых отверстий	Токарный, токарно-винторезный или центровочный станок
010	Устранение погнутости	Пресс
015	» поврежденной или изношенной резьбы	Токарный или токарно-винторезный станок
020	Наплавка резьбовой и шлицевой поверхностей, заварка шпоночных пазов, резьбовых и гладких поверхностей	Установка для наплавки
025	Правка детали после наплавки (по потребности)	Пресс
030	Механическая обработка наплавленных поверхностей (резьбовых, шлицевых, шпоночных пазов и гладких отверстий)	Токарно-винторезный станок, фрезерный и сверлильный станки
035	Предварительная и окончательная обработка поверхностей, подлежащих постановке ДРД	Токарный или токарно-винторезный станок
040	Запрессовка ДРД	Пресс
045	Предварительная обработка ДРД после запрессовки	Круглошлифовальный и токарный станки
050	Наплавка шеек	Установка для наплавки
055	Правка вала после наплавки	Пресс
060	Термическая обработка	Термическая печь
065	Правка	Пресс
070	Предварительная механическая обработка наплавленных шеек	Токарный или токарно-винторезный станок или круглошлифовальный станок
075	Подготовка поверхностей к гальваническому наращиванию	

Продолжение таблицы 2.6

№	Содержание операции	Оборудование
080	Нанесение гальванических покрытий	Установка для гальванопокрытий
085	Предварительная обработка гальванических покрытий	Круглошлифовальный станок
090	Чистовая обработка поверхностей	Круглошлифовальный станок
095	Балансировка	Балансировочный станок
100	Доводка	Станок для суперфиниширования

2.5.4. Полые цилиндры

Примеры деталей: ступицы колес, барабаны тормозов, чашки дифференциала, гильзы цилиндров, стаканы подшипников, поршни.

Базовые поверхности: внутренние или наружные цилиндрические поверхности, торцы.

Таблица 2.7 – Типовой технологический процесс ремонта деталей класса «полые цилиндры»

№	Содержание операции	Оборудование
005	Удаление обломанных шпилек	Сверлильный станок
010	Подготовка трещин и отверстий с поврежденной и изношенной резьбой к заварке	Сверлильный станок, электрошлифовальная машина
015	Заварка трещин и резьбовых отверстий	Электросварочная установка
020	Обработка сварочного шва и заваренных резьбовых отверстий	Электрошлифовальная машина, сверлильный станок
025	Рассверливание резьбовых отверстий для постановки свертышей или для нарезания резьбы ремонтного размера	Сверлильный станок
030	Постановка свертышей и их фиксация или нарезание резьбы ремонтного размера	Электросварочная установка, сверлильный станок

Продолжение таблицы 2.7

№	Содержание операции	Оборудование
035	Подготовка трущихся поверхностей внутренних и наружных цилиндрических и торцовых к постановке ДРД, электрохимическому наращиванию или металлизации	Токарный или токарно-винторезный станок
040	Запрессовка и приварка ДРД	Гидравлический пресс, электросварочная установка
045	Наращивание поверхностей электрохимическими покрытиями	Гальванический участок
050	Обработка рабочих поверхностей под ремонтный размер; предварительная и окончательная обработка напощенных поверхностей	Расточной, круглошлифовальный, внутришлифовальный станки
055	Предварительная и окончательная доводка рабочих поверхностей	Круглошлифовальный, хонинговальный станки

2.5.5. Стержни некруглые

Примеры деталей: штанги реактивные, рычаги коробок, шатуны, сошки и тяги, рычаги поворотные, вилки фланцевые, вилки переключения. Детали изготавливают литьем, горячей и холодной штамповкой.

Установочными базами при механической обработке вначале служат поверхности стержня и головки, а затем отверстия и обработанные поверхности головки.

Характерными дефектами деталей являются: погнутость и скручивание, износ отверстий под втулки и вкладыши, износ рабочих поверхностей.

При ремонте деталей вначале устраняют их погнутость и скручивание правкой, затем восстанавливают изношенные рабочие поверхности.

Таблица 2.8 – Типовой технологический процесс ремонта деталей класса «стержни некруглые»

№	Содержание операции	Оборудование
005	Правка	Стенд для правки
010	Тепловая фиксация (стабилизация) выправленной детали	Муфельная печь

Продолжение таблицы 2.8

№	Содержание операции	Оборудование
015	Наплавка рабочих поверхностей	Оборудование для наплавки в защитных газах
020	Механическая обработка наплавленных поверхностей	Фрезерный станок, слесарный инструмент
025	Предварительная и окончательная обработка поверхностей, подлежащих восстановлению постановкой ДРД	Токарный или токарно-винторезный станок, фрезерный, сверлильный станки
030	Запрессовка ДРД	Гидравлический пресс
035	Обработка ДРД после запрессовки	Расточной станок
040	Подготовка поверхностей к электрохимическому наращиванию	Расточной, круглошлифовальный станки
045	Электрохимическое наращивание	Гальванический участок
050	Механическая обработка стыковых поверхностей после наращивания	Плоскошлифовальный станок
055	Предварительная и окончательная обработка отверстий, восстановленных наращиванием	Расточной и хонинговальный станки

2.5.6. Диски

К классу «диски» относятся шестерни большие и малые, маховики, диски, фланцы, муфты, шкивы, крыльчатки, кольца.

При механической обработке установочными поверхностями служат наружные и внутренние цилиндрические поверхности и торец.

Характерными дефектами деталей данного класса являются: механические повреждения в виде трещин и обломов; ослабление заклепочных соединений, коробление и износ привалочных поверхностей, износ зубьев шестерен и шлицевых соединений в ступицах.

Для восстановления деталей этого класса характерно применение методов использования ремонтных размеров и дополнительных ремонтных деталей, основанных на механической обработке.

Таблица 2.9 – Типовой технологический процесс ремонта деталей класса «диски»

№	Содержание операции	Оборудование
005	Удаление изношенных фрикционных накладок	Сверлильный станок
010	Устранение коробления или погнутости	Поверочная плита
015	Рассверливание и развертывание гладких отверстий под ремонтный размер или ДРД	Сверлильный станок
020	Постановка ДРД, ее фиксация и окончательная обработка под размер	Токарный станок, электросварочный агрегат
025	Сверление и нарезание резьб в промежутках между старыми	Сверлильный станок
030	Протачивание или шлифование торцовых и цилиндрических рабочих поверхностей (поверхностей трения)	Токарный или токарно-винторезный станок или шлифовальный станок
035	Постановка новых фрикционных накладок	Стенд для клепки
040	Статическая балансировка сборочных единиц	Установка для балансировки

2.6. Разработка операционных технологических процессов

2.6.1. Общие сведения

В данном разделе необходимо подробно разработать операции по восстановлению одной из поверхностей детали.

В общем случае на каждую операцию необходимо разработать следующие пункты [4, 16, 17]:

- 1) выбор рациональной последовательности переходов;
- 2) выбор или уточнение технологического оборудования, ремонтных материалов, инструмента, приспособлений;
- 3) ориентировочное определение толщины наносимого слоя, припусков на механическую обработку;
- 4) расчет или выбор режимов операции;
- 5) разработка наладок (операционных эскизов).

Для выбора рациональной последовательности переходов перед разработкой операций необходимо проанализировать типовые технологические процессы, приведенные в справочной литературе [5, 9, 16, 17].

При разработке операций по восстановлению важное место занимает выбор ремонтных материалов. При выборе ремонтных материалов необходимо учитывать выбранный способ восстановления; необходимую твердость поверхности; толщину наносимого слоя [16, 17, 18].

2.6.2. Выбор рациональной последовательности переходов

В данном разделе необходимо выполнить следующее.

1) Обосновать выбор способа и метода восстановления выбранной поверхности. Кратко описать способ восстановления и привести основные его характеристики (таблица 2.10).

Проанализировать необходимость предварительной механической обработки поверхности.

2) Проанализировать тип покрытия и выбрать способ обработки данной поверхности [17–19]. В зависимости от точности размера поверхности и требуемой шероховатости выбрать последовательность переходов механической обработки.

2.6.3. Выбор технологического оборудования, ремонтных материалов, инструмента, приспособлений

В данном разделе, пользуясь справочной литературой [8, 10, 16–19], необходимо подобрать материалы необходимые, для восстановления поверхности, выбрать модель станочного оборудования, тип инструмента и приспособления. Результаты выбора оборудования **можно** оформить в виде таблицы 2.10.

Таблица 2.10 – Выбор оборудования, инструментов, приспособлений (пример)

№ операции и наименование	Оборудование	Инструмент	Приспособления
005 Токарно-винторезная			
010 Наплавка			
....			

2.6.4. Расчет толщины наносимого слоя

Толщину наносимого слоя $A_{\text{сл}}$ выбирают с учетом износа $\Delta_{\text{и}}$, глубины дефектного слоя восстановленной поверхности T и одностороннего суммарного припуска Z_0 на механическую обработку (рисунок 2.7).

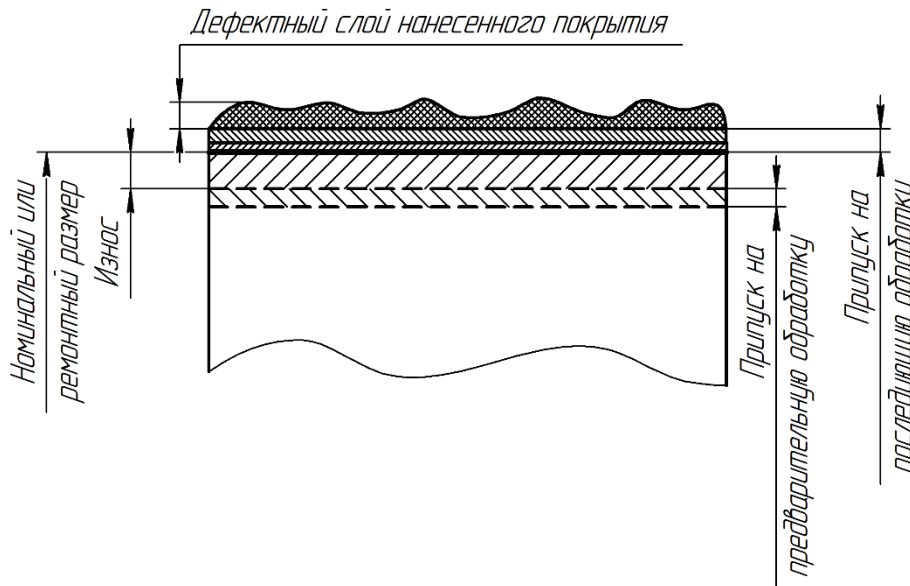


Рисунок 2.7 – Схема к расчету толщины наносимого слоя

$$A_{\text{сл}} = \Delta_{\text{н}} + T + Z_0. \quad (2.1)$$

Износ поверхности можно определить, зная допустимые размеры детали:

$$\Delta_{\text{н}} = \frac{d_{\text{ном}} - d_{\text{доп}}}{i}, \quad (2.2)$$

где $d_{\text{ном}}$, $d_{\text{доп}}$ – номинальный и допустимый размер поверхности; $i=1$ при одностороннем износе, $i=2$ при двустороннем износе (для тел вращения).

Таблица 2.11 – Глубина дефектного слоя для некоторых видов восстановления

Метод восстановления	Глубина дефектного слоя, мм
1	2
Наплавка:	
электродуговая под слоем флюса (НФ)	0,2...0,5
электроимпульсная (НЭ)	0,2...0,4
вибродуговая (НВ)	0,2...0,5
ручная (электродами) (НР)	0,5...1,0
газовая (НГ)	0,25...0,5
Электролитическое осаждение:	
хромирование (Х)	0,02...0,03
железнение (Ж)	0,03...0,05
никелирование (Н)	0,02...0,03

Продолжение таблицы 2.11

1	2
Металлизация:	
плазменно-дуговая (МПД)	0,02...0,05
электродуговая (МЭ)	0,5...1,00
газовая (МГ)	0,02...0,05
высокочастотная (МВ)	0,025...0,05
Заливка жидким металлом (ЖМ)	1,0...2,5

Припуск на механическую обработку может учитывать и предварительную обработку.

Припуск на механическую обработку выбрать в зависимости от вида обработки, точности и размера поверхности [8, 17].

Подробная методика определения межоперационных припусков и допусков приведена в справочной литературе [4, 10, 17, 19].

2.6.5. Выбор и расчет режимов операций

Наиболее распространенными способами восстановления являются автоматическая наплавка и гальванические работы. Подробные методики и примеры расчетов режимов данных операций приведены в справочной литературе [16, 17], а также изучаются на лабораторных работах.

При проектировании операций восстановления пластической деформацией необходимо выбрать вид способа деформации, обосновать необходимость горячего или холодного деформирования, рассчитать усилие, необходимое для деформации или правки детали [17].

При проектировании режимов ручной сварки и наплавки, пайки, высокотемпературного напыления, восстановления полимерными материалами необходимо произвести выбор режимов по справочной литературе [16 – 18].

Операции механической обработки восстановленных поверхностей выбираются с учетом рекомендаций справочной литературы [6, 17 – 19], материалов лекций.

2.6.6. Оформление технологической документации

В РГР необходимо оформить следующую технологическую документацию:

- карту дефектации и ремонта;
- ремонтный чертеж детали;
- карты эскизов (операционные эскизы) или наладки на выполнение операций механической обработки (допускается упрощенная разработка в виде рисунка).

Правила оформления операционных эскизов, и примеры выполнения схем наладок приведены в приложении В.

Для иллюстрации выполнения операции разрабатываются схемы наладок для выполнения переходов. Примеры выполнения схем наладок могут приводятся в графической части работы.

Схема наладки должна содержать следующие элементы.

В верхней части наладки указывается номер операции и наименование операции из маршрутной карты, например "050 Токарно-винторезная".

Под наименованием операции указывается наименование оборудования, например "Токарно-винторезный станок мод. 16K20".

Ниже приводится эскиз детали, в том виде, в котором она получается после обработки или нанесения покрытия. Деталь указывается в произвольном масштабе исходя из заполнения рабочей области чертежа. Необходимое количество изображений (видов, разрезов и сечений) на эскизе обрабатываемой детали должно быть достаточным для наглядного и ясного представления обрабатываемых поверхностей и возможности простановки размеров, технологических баз и зажимных усилий.

Обрабатываемые или восстанавливаемые поверхности выделяются утолщенной линией или выделяются красным цветом.

Указываются номинальные размеры и предельные отклонения поверхности после обработки, отклонения формы и параметры шероховатости.

Приводится схема базирования и закрепления.

Допускается наряду со схемой базирования и закрепления изображать элементы станочных приспособлений (патронов, оправок, центров).

На эскизах в том же масштабе, что и обрабатываемое изделие, должны быть упрощенно изображены режущие и другие инструменты. Обычно инструмент для обработки наружных поверхностей показывается в конечном для обработки положении, а инструменты для обработки отверстий (сверла, зенкеры, метчики и т. п.) в исходном положении.

Исходное или конечное положение инструментов необходимо также выдерживать в соответствии с выбранными (табличными) значениями величин врезания, перебега и дополнительных величин рабочего хода инструментов.

Для определения длины рабочего хода по каждому из инструментов должны быть указаны размеры (длины) каждой из обрабатываемых поверхностей, недобеги и перебеги инструмента.

При обработке на станках с полуавтоматическим и автоматическим циклом работы или на агрегатных станках и автоматических линиях следует на поле операционного эскиза изобразить в виде стрелок циклограмму перемещений инструментов с указанием величин ускоренного подвода, движения с рабочей подачей и ускоренного отвода. Полезно здесь же указать скорости ускоренных перемещений, так как эти факторы существенно влияют на продолжительность операции. Стрелки должны быть

определенным образом ориентированы относительно изображений инструмента.

После изображения взаимного расположения детали и инструмента показываются направления рабочих перемещений детали и инструмента с нанесением условных обозначений.

Таблицы дополняющие эскиз помещаются ниже графического изображения. В них приводятся обычно сведения о инструменте, режимах обработки (скорость резания, припуск, подачи и т.д.), данные по нормированию операции.

При необходимости, справа от эскиза приводятся технические требования.

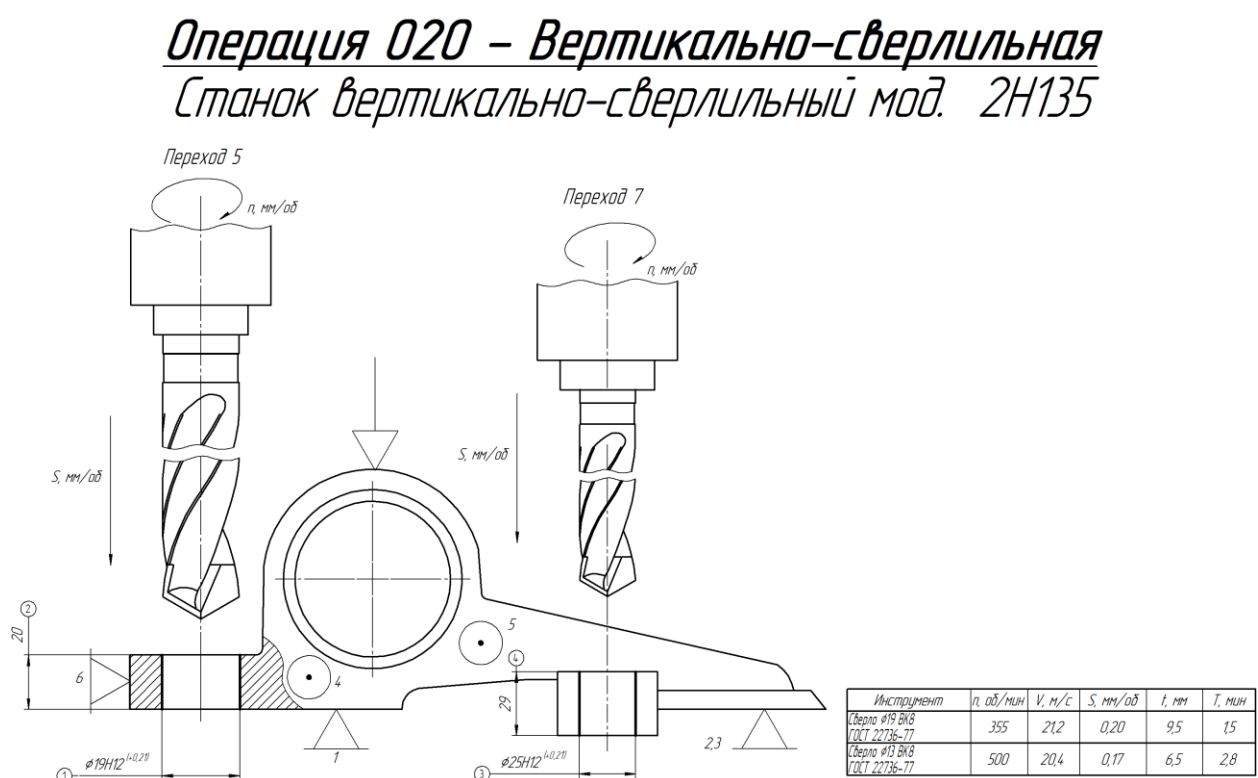


Рисунок 2.8 – Пример выполнения технологической наладки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ремонтные документы = Unified system for design documentation. Repair documents : межгосударственный стандарт ГОСТ 2.602-2013 : изд. офиц. : взамен ГОСТ 2.602-95 : введен 2014-06-01 / Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Всерос. научно-исследоват. ин-т стандартизации и сертификации в машиностроении. – Москва : Стандартинформ, 2014. – III, 19 с. – Текст : непосредственный.

2. Митрохин, Н. Н. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств: организация и технологии : учебник для вузов / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. – Москва : Юрайт, 2024. — 571 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13279-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/539939> (дата обращения: 30.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учебное пособие / Виноградов В. М., Черепяхин А. А., Солдатов В. Ф. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. - 346 с. - (Бакалавриат). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036600> (дата обращения: 31.05.2024). – Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-906818-48-5. - Текст : электронный.

4. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей подвижного состава : учебное пособие / А. А. Воробьев, С. В. Урушев, А. М. Будюкин [и др.]. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021. – 125 с. – ISBN 978-5-7641-1678-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/222509> (дата обращения: 12.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Мураткин, Г. В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей. В 2 частях. Часть 1. Технологические методы восстановления деталей и ремонта автомобилей : учебное пособие / Г. В. Мураткин, В. С. Малкин, В. Г. Доронкин ; под редакцией Г. В. Мураткина. – Тольятти : ТГУ, 2012. – 247 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139692> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Восстановление и упрочнение деталей автомобилей. Практикум : учебное пособие / А. В. Коломейченко, В. Н. Логачев, Н. В. Титов, И. Г. Голубев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 160 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2092481> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9729-1369-5. - Текст : электронный.

7. Кузовкин, А. В. Технологичность конструкций. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. В. Кузовкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-3370-4. – Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206264> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Панов А. А. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм ; под ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 736 с. – Текст : непосредственный.

9. Румянцев С. И. Ремонт автомобилей : учебник / С. И. Румянцев, В. Ф. Борщов, А. Г. Боднев ; под ред. С. И. Румянцева. – М. : Транспорт, 1981. – 462 с. – Текст : непосредственный.

10. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления : учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 345 с. + Доп. материалы. – (Высшее образование: Бакалавриат). – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1836736> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-16-012518-3. – Текст : электронный.

11. Автомобили ЗИЛ-157К (без двигателей). Ч. 2. Технические условия на дефектацию и ремонт деталей : технические условия на капитальный ремонт. – М. : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1975. – 480 с. – Текст : непосредственный.

12. Автомобили ЗИЛ-131 и ЗИЛ-131В. Ч. 2. Технические условия на дефектацию и ремонт деталей : руководство по капитальному ремонту. – М. : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1988. – 502 с. – Текст : непосредственный.

13. Автомобили ЗИЛ-131 и ЗИЛ-131ВЧ.3. Ремонтные чертежи : руководство по капитальному ремонту. – М. : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1988. – 148 с. – Текст : непосредственный.

14. Автомобиль УАЗ-452 и его модификации (без двигателя). Ч. 3. Ремонтные чертежи : технические условия на капитальный ремонт. – М. : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1985. – 84 с. – Текст : непосредственный.

15. Единая система конструкторской документации. Чертежи ремонтные. Общие требования = Unified system of design documentation. Repairing drawings. General requirements : межгосударственный стандарт ГОСТ 2.604-2000 : взамен ГОСТ 2.604-88 : введен 2001-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – III, 7 с. – Текст : непосредственный.

16. Дехтеринский Л. В. Капитальный ремонт автомобилей : справочник / Л. В. Дехтеринский, Р. Е. Есенберлин, К. Х. Акмаев. ; под ред. Р. Е. Есенберлина. – М. : Транспорт, 1989. – 335 с. – Текст : непосредственный.

17. Малышев А. Г. Справочник технолога авторемонтного производства/ В. Ф. Борщов, Ф. П. Верещак ; под общ. ред. А. Г. Малышева. – М. : Транспорт, 1977. – 432 с. – Текст : непосредственный.

18. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин : справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с. – Текст : непосредственный.

19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 2 т. – 1574 с. – ISBN 978-5-907523-26-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

20. Основы технологического проектирования в машиностроении : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 271 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1913861> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-16-017551-5. – Текст : электронный.

21. Взаимозаменяемость, допуски и посадки : учебное пособие / составители: М. С. Корытов [и др.]. – 2-е изд., стер. – Омск : СиБАДИ, 2020. – 59 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/170800> (дата обращения: 12.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

22. Серебrenицкий П. П. Общетеxнический справочник / П. П. Серебrenицкий. – СПб. : Политехника, 2004. – 445 с. – Текст : непосредственный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

Обозначение опор, зажимов и установочных устройств

Таблица А. 1 – Обозначение опорной точки по ГОСТ 21495-76 и опор по ГОСТ 3.1107–81

Опора	Обозначение опор на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опорная точка			
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			

Примечание – несколько обозначений одноименных опор на схемах на каждом виде допускается заменять одним с обозначением их числа справа.

Таблица А.2 – Обозначение опор по ГОСТ 3.1107–81

Зажим	Обозначение зажима на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Одиночный			
Двойной			

Таблица А. 3 – Обозначение установочных устройств по ГОСТ 3.1107–81

Установочное устройство	Обозначение	Установочное устройство	Обозначение
Центр неподвижный		Оправка шариковая (роликовая)	
Центр вращающийся		Оправка гидропластовая	
Центр плавающий		Патрон поводковый	

Продолжение таблицы А. 3

Установочное устройство	Обозначение	Установочное устройство	Обозначение
Оправка цилиндрическая		Патрон цанговый	

Примечание – для центров обозначение на видах слева и справа не предусматривается.

Таблица А.4 – Обозначение формы рабочей поверхности опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107-81

Форма рабочей поверхности	Обозначение форм рабочей поверхности	Форма рабочей поверхности	Обозначение форм рабочей поверхности
Плоская	—	Коническая	∇
Сферическая	⇒	Ромбическая	◇
Цилиндрическая (шариковая)	Ⓜ	Трехгранная	▽
Призматическая			

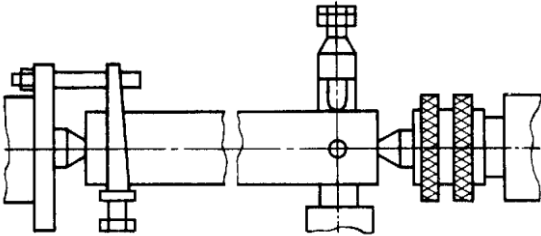
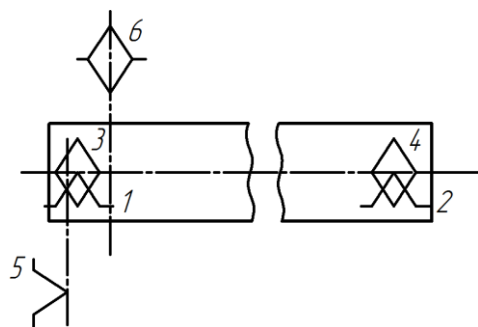
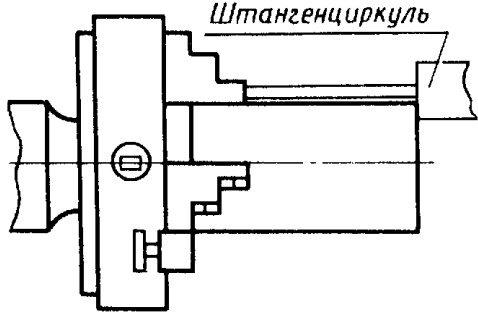
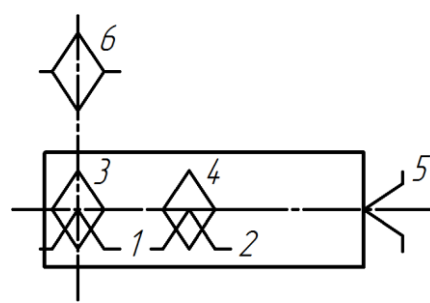
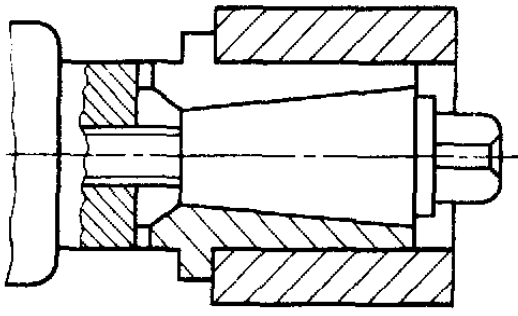
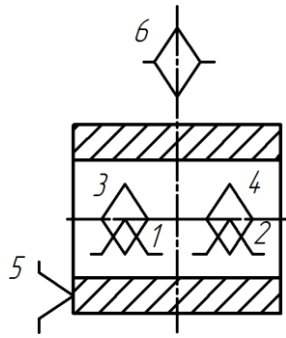
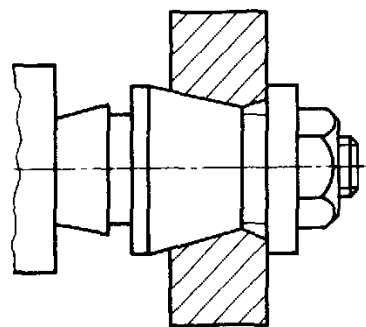
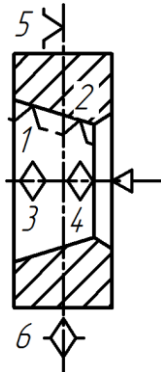
Примечание: для указания рельефа рабочих поверхностей (рифленая, резьбовая, шлицевая и т. д.) опор, зажимов и установочных устройств следует применять обозначение: 

Таблица А.5 – Условное обозначение устройств зажимов по ГОСТ 3.1107-81

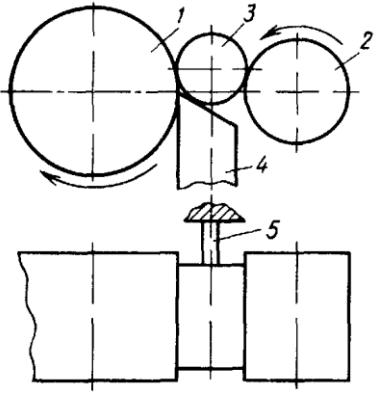
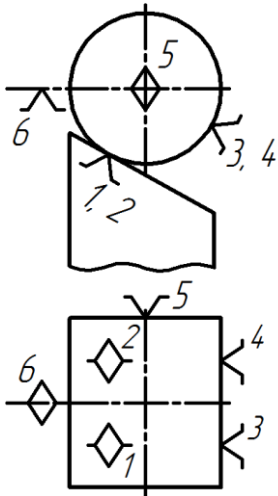
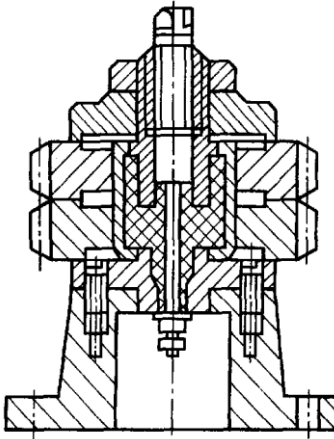
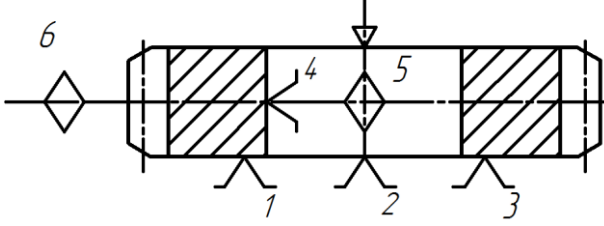
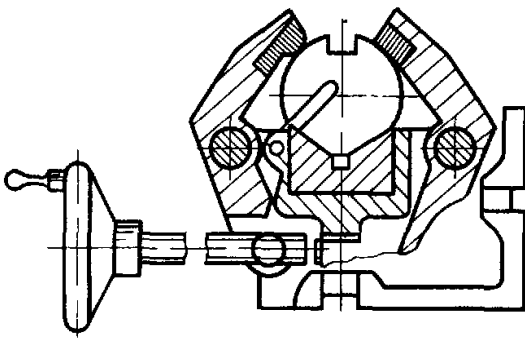
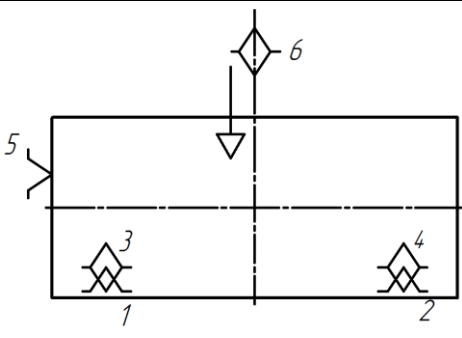
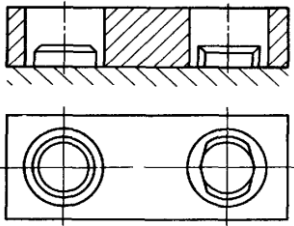
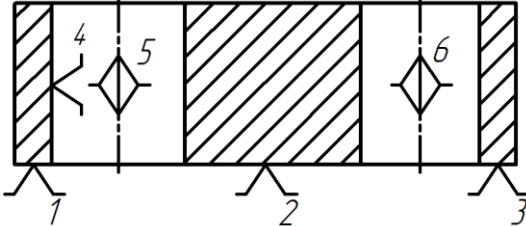
Зажимы	Обозначение устройства зажима
Пневматические	Р
Гидравлические	Н
Электрические	Е
Магнитные	М
Электромагнитные	ЕМ
Гидропластовые	Гс
Прочие	Без обозначения

Примечание: обозначение видов зажимов наносят слева от обозначения зажимов.

Таблица А.6 – Примеры схем базирования деталей [8]

Схема установки	Теоретическая схема базирования
1	2
В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом	
	
В трехкулачковом самоцентрирующем патроне с базированием по наружному диаметру без упора в торец	
	
На разжимной консольной оправке с базированием по отверстию	
	
На жесткой конусной консольной оправке с базированием по отверстию	
	

Продолжение таблицы А.6

1	2
По обрабатываемой поверхности при бесцентровом врезном шлифовании	
 1 — шлифовальный круг, 2 — ведущий круг, 3 — заготовка, 4 — опора, 5 — продольный упор	
Крепление на оправке с гидропластом	
	
В призматических тисках	
	
На плоскость, круглый и срезанный пальцы с вертикальными осями	
	

Карта дефектации и ремонта					
ВУД 2025.789.01.30 – Шестерня ведущая		ВУД 2025.789.01.00.65		ВУД 2025.789.02.00.KD	
Обозначение и наименование изделия		№ позиции		№ карты	
Количество на изделие, шт		1			
The drawing shows a technical illustration of a gear assembly. On the left, a circular cross-section labeled 'A-A' shows a shaft with a keyway and a gear mounted on it. Dimensions 8 and 9 are indicated. On the right, a side view labeled 'B-B' shows the gear's profile with various labels (А, Б, В, Г, Д, Е, Ж) pointing to specific features like teeth, fillets, and mounting surfaces. Dimension 5 is shown at the top.					
Облаженность	Возможный дефект	Метод установления дефекта	Средство измерения	Заключение и рекомендуемые методы ремонта	Требования после ремонта
1	Трещины или отломы	Осмотр	Лупа, дефектоскоп	Зачена	Если крошки зачистить не удается – заменить
2	Выкрашивание рабочей части зубьев	Осмотр	/Лупа	Зачена	Боковой зазор в зацеплении с новой ведомой шестерней номинальный 0,20-0,35 мм, допустимый – 0,5 мм
3	Выкрашивание вершин зубьев шестерни	Осмотр		Ремонт. Зачистить	Шероховатость Ra≤0,63 мкм. Твердость 58–65 HRC
4	Износ зубьев по толщине	Замер двудного зазора	Новая ведомая шестерня	Зачена	Номинальный – Ø25 ^{+0,028} _{-0,015} мкм. Допустимый – Ø25,0 мкм Радиальное диение под В относительна Б – 0,012
5	Износ шейки под роликовый подшипник	Измерение	Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90	Ремонт. Остатиль	Цилиндричность 0,005 мм. Гориздае диение под Г относительна Б 0,035
6	Износ шейки под передний роликовый подшипник	Измерение	Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90	Ремонт. Остатиль	Шероховатость Ra≤0,63 мкм. Твердость 58–65 HRC
7	Износ шейки под задний роликовый подшипник	Измерение	Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90	Ремонт. Остатиль	Номинальный – Ø45 ^{+0,033} _{-0,017} мкм. Допустимый – Ø45,0 мкм Радиальное диение под Д относительна Б – 0,012
8	Износ толщине шлицев	Измерение	Шаллон, штангенцикуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89	Ремонт. Остатиль	Цилиндричность 0,005 мм. Гориздае диение под Е относительна Б – 0,035
9	Снятие или скручивание шлицев	Осмотр		Зачена	Шероховатость Ra≤0,63 мкм. Твердость 58–65 HRC
10	Износ или срыв резьбы М2х15-6g	Осмотр		Ремонт. Наплатиль	Номинальный – Ø40 ^{+0,025} _{-0,015} мкм. Допустимый – Ø39,95 мкм Радиальное диение под Ж относительна Б – 0,012. Цилиндричность 0,005 мм
				Ремонт. Наплатиль	Шероховатость Ra≤0,63 мкм. Диаметр 6,3 мм. Вынутренний – 0,08 мкм, даковые стороны 16 мкм
				Зачена	Твердость 35–40 HRC; Нм – 615 ^{+0,05} ; доп. Ø5,89
				Ремонт. Наплатиль	Радиальное диение под З относительна Б – 0,35 мм
				Зачена	Шероховатость Ra≤12,5 мкм. Твердость 25–30 HRC.
				Ремонт. Наплатиль	Допускается савь не далее 2х ниток рездьи
				Зачена	Биение поверхности А, относительна поверхности Б и В не далее 0,35 мм.
Имя Фамилия Подпись Дата Лист Листов ВУД 2025.789.02.00.KD Шестерня ведущая Карта дефектации и ремонта Код документа Версия документа Страница Из всего					

Рисунок Б.1 – Карта дефектации и ремонта ведущей шестерни главной передачи

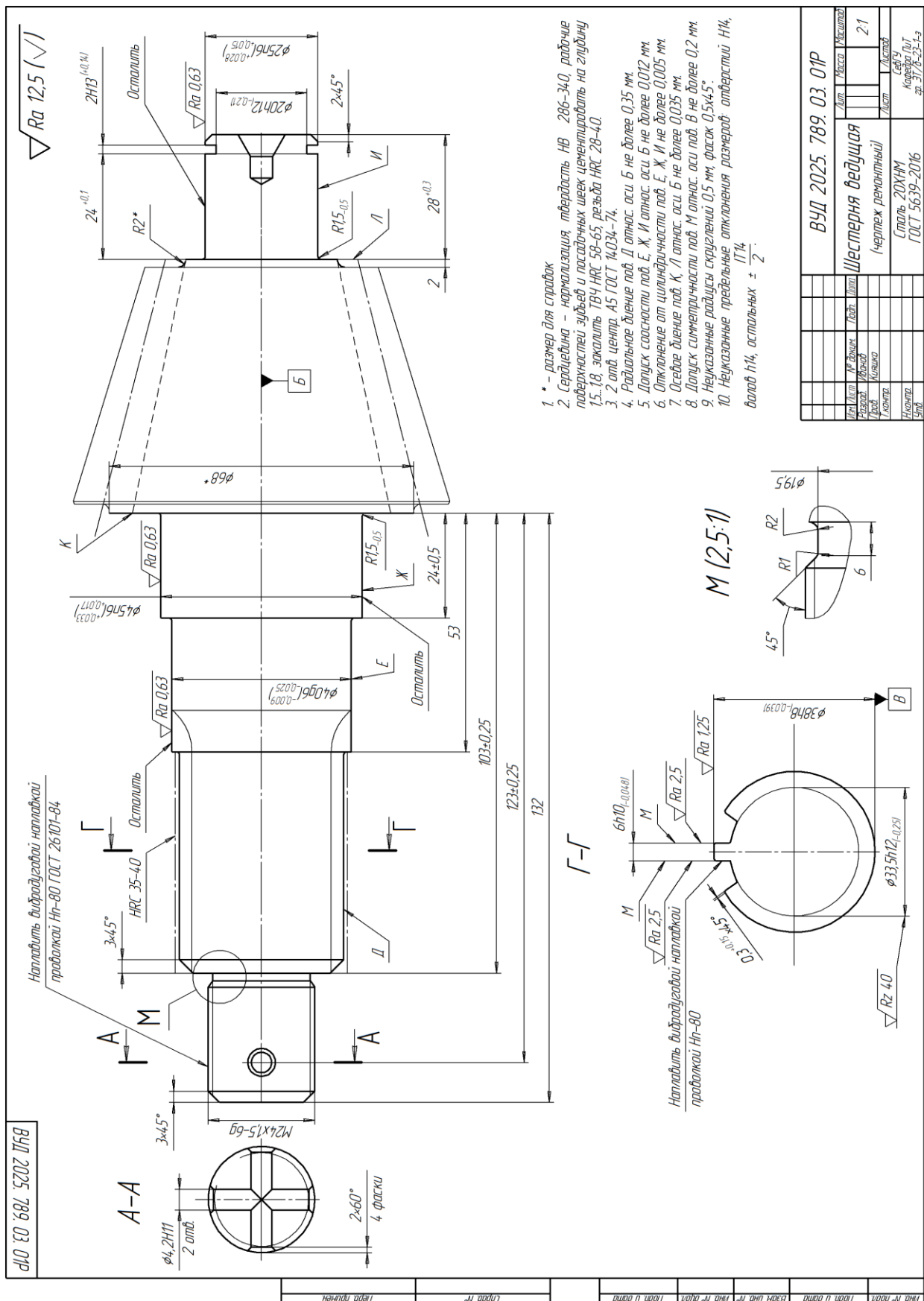


Рисунок Б.2 – Ремонтный чертеж ведущей шестерни главной передачи

Комплект чашек дифференциала		32, 33	ВУД 2025. 123. 03. 00СБ		Карта дефектации и ремонта	
Обозначение и наименование изделия		№ позиции	№ эскиза		ВУД 2025. 123. 01. 00КД	
Количество на изделие, шт		№ карты				
1						
Обозн.	Возможный дефект	Метод установления дефекта	Средство измерения	Заключение и рекомендуемые методы ремонта	Требования после ремонта	
1	Трещины или обломы	Осмотр	Лупа, дефектоскоп	Замена		
2	Износ шеек под подшипники	Измерение	Микрометр МК Ц100 ГОСТ 6507-90	Ремонт. Хромировать, железнить, наплавить, раздать отв. Ж и обработать пов. Б под номинальный размер	Номинальный размер $\varnothing 75^{+0,039}_{-0,02}$. Допустимый $\varnothing 74,98$. Цилиндричность пов. Б 0,01 мм, биение относительно пов. И и Д – 0,08 мм. Торцовое биение пов. 3 относительно пов. Б – 0,025 мм. Шероховатость Ra 1,25 мкм. Твердость 45 HRC min.	
4	Износ отверстий под крестовину дифференциала	Измерение	Калибр-пробка листовая. Технологическое кольцо толщиной $31,75_{-0,02}$	Ремонт. Обработать новые отв. сместив по окружности на 45° относительно изношенных	Номинальный размер $\varnothing 28^{+0,05}$. Допустимый $\varnothing 28,09$. Перпендикулярность относительно смежных отв. А 0,05 мм на длине 200 мм. Шероховатость Ra 5 мкм.	
5	Износ или задиры на сферической поверхности чашек под опорные шайбы сателлитов	Осмотр. Измерение	Шаблон радиусный, R=81,2 мм Щуп пружинный $\varnothing 0,2$ мм	Ремонт. Обработать под ремонтный размер до выведения рисак	Номинальный размер R=81,175 $^{+0,1}$ мм сфера Щуп $\varnothing 0,2$ не проходит. Задир не допускаются. Шероховатость Ra 10 мкм. Установить шайбу сателлита ремонтного размера.	
6	Износ или задиры на поверхности чашек под опорные шайбы шестерен полуосей	Осмотр. Измерение	Калибр	Ремонт. Обработать под ремонтный размер до выведения рисак	Номинальный размер E – 49,8 $^{+0,2}$. Допустимый 50,2. Отклонение от плоскостности пов. В – 0,05 мм. Торцовое биение относительно пов. И и Д – 0,05 мм. Шероховатость Ra 10 мкм. Установить шайбу шестерни полуоси ремонтного размера.	
Размер		Размер по рабочему чертежу	Категория ремонтного размера		ВУД 2025. 123. 01. 00 КД Комплект чашек дифференциала Карта дефектации и ремонта Копировать	
			I II			
Сфера R		R81,175 $^{+0,1}$	R81,675 $^{+0,1}$	R82,175 $^{+0,1}$		
Толщина шайбы сателлита		18 $_{-0,1}$	23 $_{-0,1}$	28 $_{-0,1}$		
E		49,8 $^{+0,2}$	50,3 $^{+0,2}$	50,8 $^{+0,2}$	Копировать Форма А2	
Толщина шайбы шестерни		18 $_{-0,1}$	23 $_{-0,1}$	28 $_{-0,1}$		

Рисунок Б.3 – Карта дефектации и ремонта комплекта чашек дифференциала

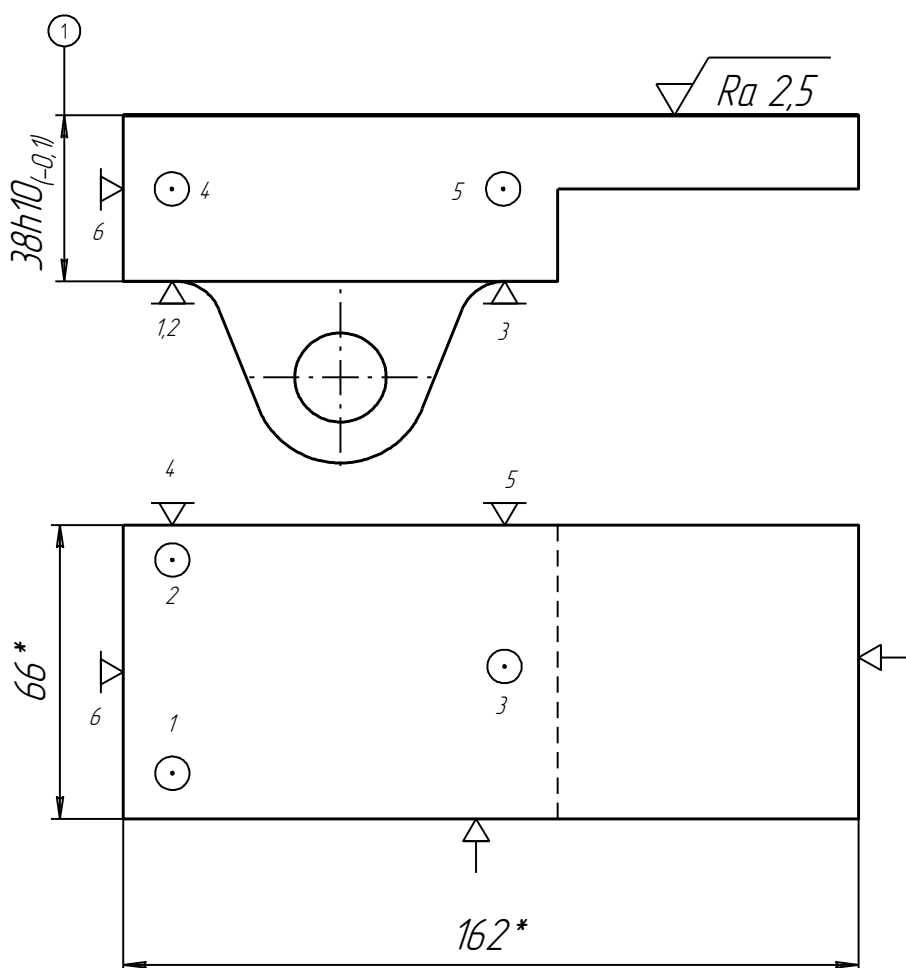
Рисунок Б.4 – Ремонтный чертеж комплекта чашек дифференциала

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Правила оформления операционных эскизов

Карты эскизов (операционные эскизы) — графические технологические документы, которые по своему назначению и содержанию заменяют (на данной операции) рабочий чертеж изделия (детали). Карта эскизов (КЭ) — основной графический документ, дающий наглядную информацию о выполняемой технологической операции. Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с примерным соблюдением пропорций. При разработке технологической операции необходимо помнить, что сначала разрабатывают и полностью оформляют эскиз на карте эскизов, а только потом заполняют текстовую операционную карту. Операционный эскиз оформляют на карте эскизов определенной формы в соответствии с определенными требованиями (рисунок В.1).



* размеры для справок

Рисунок В.1 – Операционный эскиз на операцию фрезерования поверхности

1) Главная проекция на операционном эскизе должна изображать заготовку в рабочем положении, т. е. в том виде, который она имеет со стороны рабочего места у станка после выполнения операции. Число дополнительных проекций, сечений, разрезов и выносных элементов должно быть достаточным, чтобы показать все обрабатываемые поверхности, их размеры, а также поверхности, принятые за базы. Если операция состоит из нескольких установок, то на карте эскизов вычерчивают эскизы заготовки после обработки ее при каждом установе.

2) Поверхности, обрабатываемые на данной операции, выделяют утолщенными черными линиями толщиной.

3) Условное обозначение опор, зажимов, установочных устройств выполняют согласно ГОСТ 3.1107-81 «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения» (приложение А).

4) На операционном эскизе из размеров указывают только те значения, которые определяют размеры обрабатываемых на данной операции поверхностей и их положение относительно баз. При этом необходимо учесть, что на эскизе проставляют размеры, которые обеспечиваются только на данной операции. Проставлять размеры следует таким образом, чтобы не появилась необходимость перерасчета номинальных значений и допусков на них, т. е. при простановке размера необходимо учитывать способ его получения (технологическая база должна быть совмещена с измерительной).

5) Размеры, получаемые на данной операции, указывают с предельными отклонениями в виде чисел или условных обозначений полей допусков и посадок согласно стандартам.

6) При полной записи содержания переходов все размеры обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6-8 мм, располагая ее на продолжении размерной линии. Нумерацию производят по часовой стрелке. На эскизах к каждой данной операции нумерацию размеров начинают с единицы (нумерация не является сквозной по всему технологическому процессу). При сокращенной записи переходов нумеруют не размеры, а обрабатываемые поверхности.

7) На операционном эскизе рекомендуется проставлять справочные размеры, показывающие протяженность (длину, ширину, высоту) обрабатываемых на данной операции поверхностей. Справочные размеры отмечают знаком * (звездочка), а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

8) На операционном эскизе указывают шероховатость обрабатываемых поверхностей, которая должна быть обеспечена данной операцией.

9) На эскизе с помощью условных обозначений указывают опоры, определяющие технологические базы, задают направление и точку приложения усилия зажима заготовки.

10) Таблицы, схемы и технические требования следует размещать на свободном поле карты эскизов справа от изображения или под ним.

Схемы наладок разрабатывают для выполнения переходов (операций) технологического процесса, осуществляемого способом автоматического получения размеров детали. Схему наладки для данной операции вычерчивают на карте эскизов и прилагают к операционному эскизу. Инструменты, державки, суппорты, revolverные головки на ней изображают в упрощенном виде. Для каждого перехода заготовку показывают в виде, который она должна иметь после осуществления перехода; при этом указывают обрабатываемые на данном переходе поверхности и их размеры с отклонениями. Режущие инструменты на схеме наладки изображают в конечном рабочем положении. Последовательность выполнения переходов на схеме наладки указывают цифрами. В сложных схемах могут быть условно обозначены движения инструментов — рабочие и вспомогательные, использование продольных и поперечных упоров, фиксатора revolverной головки и т. п.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)
Характеристики основных способов восстановления

Таблица Г.1 – Характеристики основных способов восстановления

Показатель	1	Сварка ручная			Наплавка механизированная		
		электродуговая	газовая	аргоннодуговая	под флюсом	вибродуговая	в CO ₂
Условное обозначение метода	2	РНЭ	РНГ	АДН	НСФ	ВДН	НУГ
Ки ¹⁾	3	0,8-1,0	0,8-1,0	0,80-0,85	0,90-1,10	0,8-1,00	0,8-1,0
Кв ¹⁾	4	0,65-0,7	0,65-0,7	1,0	0,80-0,85	0,55-0,65	0,8-0,85
Кс ¹⁾	5	0,8-1,0	0,8-1,0	0,80-0,85	1,00	0,8-1,00	1,00
Расчетная толщина покрытия, мм	6	5,0	3,0	4,0	3...4	2...3	2...3
Расход материалов, кг/м ²	7	48	38	36	38	31	30
Расходы на ремонтные материалы Мр, %	8	7,8	14,4	26,0	6,5	2,2-2,5	12,6 (5 ³⁾)
Трудоемкость восстановления ч/м ²	9	60	72	56	30	32	28
Энергоемкость восстановления, кВт • ч/м ²	10		80	520	286	234	256
Производительность процесса, м ² /ч	11	0,016	0,014	0,018	0,033	0,031	0,036

Примечания:

¹⁾ Максимальные значения коэффициентов относятся к деталям не воспринимающим знакопеременные, значительные ударные нагрузки, работающим в условиях жидкого трения.

²⁾ Максимальное значение для резьбовых вставок

Продолжение таблицы Г.1

1	Электролитические покрытия		Пластическое деформирование	Обработка под ремонтный размер	Постановка дополнительной детали
	хромирование	осталивание			
2	Х	О	ПД	РР	ДД
3	1,0-1,1	0,80-0,85	0,9-1,0	0,90-1,0	0,8-1,0(1,2 ²⁾)
4	0,8-1,0	0,85-0,90	1,0	0,90-1,0	0,90-1,0
5	1,0	0,50-0,80	1,00	1,00	1,00
6	0,3	0,5	2,0	0,2	5,0
7	21	23	–	–	8,0 (7,6 ⁴⁾)
8	3,0-9,3	0,3-0,5	–	–	–
9	54,6	18,6	36,2	16,7	148
10	324	121	126	121	121
11	0,018	0,054	0,028	0,06	0,007

³⁾ Значение для малоуглеродистой проволоки

⁴⁾ Значение для пластинирования стальной лентой

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

*Методические указания
к расчетно-графической работе*

Составители: **Огрызков** Сергей Витальевич,
Кияшко Лариса Александровна, **Чуйко** Иван Юрьевич

В авторской редакции

Изд. № 17/2025. Объем 3 п.л. Усл. печ. л. 2,79. Уч. изд. л. 2,94.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»