

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
ФГОУ СПО «Ирбитский мотоциклетный техникум»

Методические указания
по выполнению курсовой работы

учебной дисциплины Технология машиностроения

для специальности 151001 Технология машиностроения.

2010

ОДОБРЕНО:
Цикловой комиссией
специальных дисциплин
специальностей
151001 Технология машиностроения,
190201 Автомобиле- и
тракторостроение,190604 Техническое
обслуживание и ремонт автомобильного
транспорта
Председатель комиссии
_____ **А.Г. Яковлев**
протокол № _____
« _____ » _____ 2010г.

Составитель: Л.В. Лаптева– преподаватель ФГОУ СПО Ирбитский
мотоциклетный техникум

Рецензенты: _____ О.И.Шеховцова

_____ Е.В.Милькова

_____ А.Г.Яковлев

_____ Л.Г.Коршунова

Содержание

Введение.....	4
I. Объем и содержание курсового проект.....	6
II. Краткие указания по выполнению курсового проекта.....	6
III. Методические указания по выполнению отдельных разделов пояснительной записки.....	8
1. Информационно-аналитический раздел	8
1.1 Описание конструкции детали.....	8
1.2. Анализ механически обрабатываемых поверхностей.....	8
1.3. Материал детали и его свойства.....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции.....	9
2. Технологический раздел	11
2.1. Выбор типа производства.....	11
2.2. Выбор способа получения заготовки.	12
2.3. Разработка маршрутного технологического процесса.....	30
2.4. Определение промежуточных припусков, допусков и размеров.....	33
2.5. Конструирование заготовки.	46
2.6. Выбор оборудования.....	47
2.7. Выбор оснастки.....	48
2.8. Определение режима резания (расчетно-аналитическим и статистическим методом).....	50
2.9. Расчет нормы времени.....	55
2.10. Оформление технологической документации.....	57
Основные правила выполнения графических документов курсового проекта.....	58
3. Конструкторский раздел.....	64
3.1. Расчет режущего инструмента.....	64
3.2. Расчет средства контроля.....	64
4. Заключение.....	64
IV. Типовые маршруты обработки деталей различных классов.....	65
V. Приложения.....	88
Список использованной литературы.....	97

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом специальности 151001 Технология машиностроения по учебной дисциплине Технология машиностроения предусмотрено выполнение Курсового проекта.

Основу курсового проекта составляет разработка технологического процесса механической обработки заданной детали. Принятые в курсовом проекте решения должны быть экономически обоснованы, обеспечивать заданные технические условия на изготовление заданной детали и соответствовать типу производства.

В курсовом проекте следует предусмотреть максимальную механизацию и автоматизацию операций, использование новейших инструментальных материалов и на этой основе применять высокопроизводительные режимы резания, добиваться сокращения стоимости изготовления деталей за счёт применения быстродействующих механизированных приспособлений, современного оборудования, робототехники, гибких производственных линий и гибких производственных комплексов по изготовлению деталей машин.

Курсовой проект является завершающим этапом в изучении дисциплины Технология машиностроения.

Цель курсового проектирования:

- систематизировать и закрепить знания студента по дисциплине,
- развить способности к самостоятельной работе и творческому использованию знаний, полученных при изучении других дисциплин специальности,
- приобрести опыт работы в области проектирования технологических процессов изготовления деталей машин.
- подготовить студента к выполнению технологической части Дипломного проекта, в котором решаются более сложные работы.

Объем работы по каждому пункту курсового проекта можно представить в процентном отношении в зависимости от степени сложности, что позволит больше обратить внимание на решение отдельных вопросов.

В зависимости от темы курсового проекта составляется график выполнения задания на курсовое проектирование с указанием объема работы и бюджета времени на каждый пункт проекта. На основании графика производится контроль готовности курсового проекта.

Законченный курсовой проект сдается для просмотра руководителю проекта. При просмотре курсового проекта производится тщательный анализ графической части, альбома технологического процесса изготовления изделия и расчетно-пояснительной записки. Руководитель проекта знакомит студента с недостатками курсового проекта и представляет ему возможность доработать некоторые вопросы.

По результатам просмотра и соответствующей доработки руководитель проекта проводит анализ – и составляет рецензию на работу.

Защита курсового проекта является завершающим этапом работы студента над заданием проекта.

Защита проводится во внеурочное время, открыто. Проект принимает комиссия, состоящая из руководителя курсового проектирования и специалистов с предприятий города, а также преподавателей смежных дисциплин. В соответствии с графиком очередности студента развешивают на специально подготовленной доске чертежи и

представляют в комиссию остальные материалы к защите. Студент в течении 5-10 минут докладывает о проделанной работе. В своем докладе студент сообщает:

- содержание выполненной им работы;
- обосновывает выбор заготовки;
- излагает последовательность технологического процесса изготовления изделия;
- поясняет выбор оборудования, технологической оснастки и средств измерения.

После доклада студент отвечает на вопросы комиссии. В процессе защиты проекта студент должен уметь объяснить методику расчетов и обосновать их выбор.

Курсовой проект оценивается дифференцированной оценкой, она учитывает качество защиты курсового проекта, ответов на вопросы, качества выполненной графической части проекта, правильности расчетов и оформление технической документации в соответствии с ЕСКД.

Методические указания предназначены для студентов и содержат:

I. Объем и содержание курсового проекта.

II. Общие требования к выполнению пояснительной записки и требования к выполнению графических документов.

III. Методические указания по выполнению отдельных разделов пояснительной записки.

1. Информационно-аналитический раздел:

- 1.1 Описание конструкции детали.
- 1.2. Анализ механически обрабатываемых поверхностей.
- 1.3. Материал детали и его свойства
- 1.4. Анализ технологичности конструкции.

2. Технологический раздел:

- 2.1. Выбор типа производства.
- 2.2. Выбор способа получения заготовки.
- 2.3. Разработка маршрутного технологического процесса.
- 2.4. Определение промежуточных припусков, допусков и размеров.
- 2.5. Конструирование заготовки.
- 2.6. Выбор оборудования.
- 2.7. Выбор оснастки.
- 2.8. Определение режима резания (расчетно-аналитическим и статистическим методом).
- 2.9. Расчет нормы времени.
- 2.10. Оформление технологической документации.

3. Конструкторский раздел:

- 3.1. Расчет режущего инструмента.
- 3.2. Расчет средства контроля.

4. Заключение.

IV. Типовые маршруты обработки деталей различных классов.

V. Приложения

ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из:

1. Текстовых документов, включающих:

- пояснительную записку не менее 40 листов формата А4;
- комплект технологической документации;
- титульный лист технологической документации на механическую обработку;
- операционные карты механической обработки на все операции (по ГОСТ 3.1117-81,3.1118-82,3.1418-82).

2. Графической части включающей:

- рабочий чертёж детали;
- чертёж заготовки;
- чертёж режущего инструмента;
- чертёж средства технического контроля;
- чертежи наладок на три- четыре разнохарактерные операции;

Общая графическая часть объёмом 2 листа формата А1.

1. Общие требования к выполнению пояснительной записки.

1. Текстовые документы:

1.1 Пояснительная записка не менее 40 листов формата А4, выполненная в соответствии с ГОСТ 2.108-88. Может быть представлена в рукописном варианте, выполненная чёрной пастой или чернилами, чётко, аккуратно, полными словами, без сокращений, за исключением тех, что установлены ГОСТом 2.316-68, 3.1702-79., или объём курсовой работы должен быть не менее 30 машинописных страниц, курсовая работа должна быть набрана на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word с соблюдением следующих требований:

- работа должна быть отпечатана на одной стороне листа белой бумаги формата А4 со следующими полями: левое - 30 мм, верхнее - 15 мм, правое - 10 мм, нижнее - 20 мм;
- размер шрифта – 12 или 14 (Times New Roman);
- интервал - полуторный;
- нумерация страниц - сквозная

Пояснительная записка должна иметь *титульный лист*, далее помещается лист *содержание* с указанием наименований разделов и номеров страниц. После этого в записке помещается техническое задание, содержащее формулировку задания с заданной годовой программой выпуска. При оформлении пояснительной записки необходимо соблюдать требования:

- значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно перед формулой в той же последовательности, в какой приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов "где" без двоеточия после него.

- все формулы нумеруются арабскими цифрами, проставленными справа в скобках. В тексте записки даются ссылки на номера формул. Например: "Расчёт производится по формуле 3".

- при использовании справочных материалов (режимов резания, норм времени, припусков, сортаментов материалов, цен и т. д.) необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, номеров, карт и таблиц.

Например: /1, с. 48, табл.3.7/

- все размещаемые в записке иллюстрации нумеруются арабскими цифрами.

Например: рис.1, рис.2 и т. д.

- листы пояснительной записки располагаются в следующем порядке: с.1 - титульный лист, далее задание на курсовой проект и т. д.

1.2. Комплект технологической документации:

- титульный лист технологической документации на механическую обработку;
- маршрутная карта технологического процесса по ГОСТ 3.1118-82.
- карты эскизов по ГОСТ 3.1105-84.
- операционные карты механической обработки по ГОСТ 3.1404-86. на две разнохарактерные операции (выполняют на специальных бланках, заполняют чёрными чернилами или пастой и помещают отдельно в альбом с титульным листом).
- операционные карты технического контроля по ГОСТ 3.1502-85.

Комплект технологической документации оформляется на две операции (выбранные студентом для расчета припусков, расчета режимов резания и нормирования операций). Листы брошюруют и прикладывают к пояснительной записке.

2. Общие требования к выполнению графических документов.

1. Чертёж детали выполняют в двух проекциях с необходимыми разрезами и должен содержать технические требованиями (марку материала, массу, твёрдость, вес, размеры и их точность, точность формы и расположения, а также шероховатость поверхностей и т. д.) выполненный на ватмане в масштабе 1:1 в карандаше или с использованием графической системы КОМПАС, на формате А3;
2. Чертёж заготовки выполняют в двух проекциях с необходимыми разрезами, с указанием массы, класса точности, размеров и отклонений с принятыми литейными и штамповочными уклонами и другими техническими требованиями в соответствии с ГОСТ 7505-80, выполненный на ватмане в масштабе 1:1 в карандаше или с использованием графической системы КОМПАС, на формате А3 ;
3. Чертёж режущего инструмента должен содержать необходимые разрезы и сечения, с техническими требованиями, выполненный на ватмане в необходимом масштабе для лучшего наглядного изображения, в карандаше или с использованием графической системы КОМПАС, на формате А3;
4. Чертёж средства технического контроля (измерительного инструмента или контрольного приспособления) должен содержать необходимые разрезы и сечения, с техническими требованиями, выполненный на ватмане в необходимом масштабе для лучшего наглядного изображения, в карандаше или с использованием графической системы КОМПАС, на формате А3;
5. Эскиз технологических наладок на две – четыре разнохарактерные операции выполняются без соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций, с изображением режущего и обрабатывающего инструмента, с нанесением размеров, шероховатости поверхности и таблицы с режимами резания на данную операцию, выполненный на ватмане в карандаше или с использованием графической системы КОМПАС, на формате А1.

Следует учесть, что при оформлении чертежей необходимо заменить устаревшее обозначение полей допусков на новые по ГОСТу 25348-82. Устаревшие обозначения шероховатости поверхности заменить предпочтительными по СТ СЭВ 638-77.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению отдельных разделов пояснительной записки

Введение

Введение должно быть увязано с темой содержания курсового проекта. Следует отразить основные направления в развитии технологии машиностроения, в частности повышения производительности труда, снижения себестоимости, применение передовых методов обработки деталей машин современной организации производства, безотходных технологий и т. д.

1. Информационно-аналитический раздел.

1.1 Описание конструкции и детали.

В описании детали даётся обоснование точности размеров, форм и расположения поверхностей детали. Указывается химический состав и механические свойства материала. Сведения о служебном назначении детали студент поручает на производстве, откуда заимствован чертёж детали.

1.2. Анализ механически обрабатываемых поверхностей.

При анализе чертежа необходимо:

- внимательно прочитать чертёж;
- выявить достаточность для чтения чертежа изображённых видов проекций;
- нечётко изображённые элементы исправить, уточнить;
- выявить достаточность для чтения и понимания чертежа разрезов и сечений;
- проверить правильность нанесения и достаточность исполнительных размеров;
- проверить правильность указанных на чертеже допусков по ЕСКД СГ СЭВ 144-75, при обнаружении несоответствия их нужно исправить;
- проверить соответствие изображения всех элементов детали требованиям ЕСКД;
- проверить правильность указанных на чертеже шероховатости по ЕСКД.

Анализ технологичности обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса.

Анализ технологичности проводят в следующей последовательности:

- 1.2.1. Проанализировать возможность упрощения конструкции детали.
- 1.2.2. Установить возможность применения высокопроизводительных способов обработки.
- 1.2.3. Определить целесообразность назначения протяжённости и размеров обрабатываемых поверхностей, труднодоступные для обработки места.
- 1.2.4. Определить технологическую увязку размеров, оговоренных допусками с шероховатостью.
- 1.2.5. Увязать указанные на чертежах отклонения размеров, шероховатость, отклонения по геометрической форме и взаимному расположению поверхностей с геометрическими погрешностями станков.
- 1.2.6. Определить возможность измерения заданных размеров.
- 1.2.7. Определить поверхности, используемые при назначении баз.
- 1.2.8. Определить необходимость дополнительных технологических операций.
- 1.2.9. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки.
- 1.2.10. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление и определить, правильно ли выбраны материалы с учётом термической обработки.

С целью упрощения анализа технологически возможно использовать рекомендации 2, 3.

1.3. Материал детали и его свойства

При описании материала, из которого изготовлена деталь, необходимо указать его свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии. Необходимо указывать назначение и область применения материала в деталях машиностроения. /1, с. 21/.

Например: *В качестве материала для изготовления детали «Ступица тормозного барабана» применяется углеродистая качественная конструкционная сталь 35 ГОСТ 1050-88. По технологическим свойствам при горячей и холодной обработке давлением, сварке и обработке резанием углеродистые стали превосходят большинство легированных сталей, недостатками являются малая прокаливаемость и большие деформации, из-за необходимости закалки в воде.*

Необходимо указать, химические, механические и другие свойства данного материала. Химические элементы и механические свойства рекомендуется размещать в отдельных таблицах, например:

Таблица 1.1

Химический состав стали 35 ГОСТ 1050-88

Марка стали	Массовая доля элементов, %					
	углерода	кремния	марганца	хрома	серы	фосфора
				не более		
35	0,32-0,40	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,040	0,035

Механические свойства стали 35 должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Марка стали	Механические свойства, не менее				Число твердости НВ, не более
	Предел текучести δ_T Н/мм ² (кгс/мм ²)	Временное сопротивление разрыву δ_B , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ_5	Относительное сужение ψ	
			%		
35	315 (32)	530 (54)	20	45	207

Без термической обработки сталь 35 применяется для изготовления малонагруженных деталей.

1.4. Анализ технологичности конструкции.

Технологичность конструкции является одним из основных требований, предъявляемых к машине в целом и к отдельным деталям. Причём необходимо помнить, что технологичность конструкции - понятие вполне конкретное, связанное с определенным типом производства и даже с определенным участком цеха. Технологичная

в индивидуальном производстве деталь может оказаться нетехнологичной в крупносерийном и массовом. Другими словами, технологичность конструкции необходимо рассматривать с точки зрения производственных возможностей заданного участка цеха.

Анализ технологичности проводится в два этапа:

- дают качественную оценку технологичности;
- проводят расчет количественных показателей.

Качественная оценка технологичности заключается в определении технологичности обработки детали.

Например:

«Ступица тормозного барабана» - деталь типа фланец, имеет три ступени с резким перепадом диаметров, бесступенчатое отверстие и четыре крепежных отверстий с позиционным допуском. Многие поверхности детали имеют невысокую точность и шероховатость, а поверхности с высокой точностью и шероховатостью доступны в обработке. При правильном выборе заготовки, обработка данной детали не вызовет затруднений и ее конструкцию можно считать технологичной.

Для расчета количественных показателей составим таблицу.

Таблица 1.3

Количественные показатели

Наименование поверхности	Кол-во пов-тей	Квалитет точности	Параметр Ra, мкм
1. Отверстие Ø38	1	10	1,6
2. Резьбовое отверстие М 10-6Н	4	6	6,3
3. Цилиндрическая поверхность Ø50	1	10	0,8
4. Цилиндрическая поверхность Ø45	1	8	0,8
5. Цилиндрическая поверхность Ø100	1	14	6,3
6. Цилиндрическая поверхность Ø60	1	8	1,6
7. Уступ	1	14	1,6
8. Горец	4	14	6,3
9. Фаска 1,6 x 30°	1	14	6,3
10. Фаска 1 x 45°	5	14	6,3
11. Поверхность R4	1	14	6,3
12. Поверхность R3	1	14	6,3
Итого	22		

1. Коэффициент точности обработки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.1)$$

где A_{cp} – средний квалитет точности,

$$A_{cp} = \frac{6 \times 4 + 8 \times 2 + 10 \times 2 + 14 \times 14}{22} = 11,63$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{11,63} = 0,91$$

Если $K_m > 0,8$, то деталь считается технологичной по данному показателю.

1. Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.2)$$

где B_{cp} – средний параметр шероховатости,

$$B_{cp} = \frac{0,8 \times 2 + 1,6 \times 2 + 6,3 \times 13}{17} = 5,16$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,16} = 0,194$$

Если $K_{ш} < 0,32$, то деталь технологична по данному показателю.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор типа производства

Согласно ГОСТа 3.1108-74 тип производства определяется коэффициентом закрепления операции:

$$K_{з.о} = \frac{Q}{P_m}, \quad (1.3)$$

где Q - число различных операций;

P_м - число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

В массовом производстве K_{зо} = 1;

крупносерийном производстве K_{зо} св1 до 10

в среднесерийном K_{зо} св.10 до 20;

в мелкосерийном K_{зо} св.20 до 40.

Окончательный расчет K_{зо} следует выполнить после определения трудоемкости операций (Т_{шт(ш-к)}) при расчете технических норм времени в разработанном технологическом процессе .

Для предварительного определения типа производства можно использовать годовой объем выпуска и массы детали по /1, стр. 24, табл.3,1/.

Зависимость типа производства от объема годового выпуска (шт.)
и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единично е	мелкосери йное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Тип производства влияет на выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов. В массовом производстве, где оборудование полностью загружено изготовлением однотипных деталей и K_{зо} = 1, используются автоматические линии и станки, специальные приспособления, измерительные и режущие инструменты.

В крупносерийном производстве должны преобладать полуавтоматические и автоматические станки и приспособления.

В среднесерийном производстве и мелкосерийном производстве преобладают универсальные станки, оснащённые специализированными приспособлениями. Используются также специализированные станки, станки с ЧПУ и промышленные роботы.

Выполняя этот пункт пояснительной записки, студент должен указать значение K_{зо} и дать характеристику производства используемого оборудования и оснастки.

2.2. Выбор способа получения заготовки.

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильного выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и в итоге - стоимость изготовления детали.

При выборе заготовки необходимо решить следующие вопросы:

- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;
- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям. Все эти показатели должны учитываться одновременно, т. к. они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.

Целесообразно сделать сопоставление двух возможных способов получения заготовки (предлагаемый с существующим на заводе) и выбрать оптимальный.

Наиболее часто в курсовых проектах применяют заготовки из проката, штампованные заготовки и отливки.

Заготовки из проката

Для изготовления деталей методами резания может применяться сортовой и специальный прокат. Сортовой прокат следует применять в тех случаях, когда профиль детали близко подходит к профилю проката. Прокат может также применяться в качестве исходных товарных заготовок - болванок под ковку и штамповку.

Простые сортовые профили общего назначения - круглые (ГОСТ 2590-71), шестигранные (ГОСТ 2879-69) и полосовые (ГОСТ 103-76) используют для изготовления гладких ступенчатых валов с небольшим перепадом диаметров ступеней, стаканов диаметром до 50 мм, втулок диаметром до 25 мм, рычагов, клиньев, фланцев.

Фасонные профили общего назначения - сталь угловая равнополочная и неравнополочная (ГОСТ 8509-72 и ГОСТ 8510-72), балки двутавровые (ГОСТ 8239-72) и швеллеры (ГОСТ 8240-72) - применяют при изготовлении металлоконструкций (рам, плит, подставок, кронштейнов).

Трубный прокат - стальной бесшовный холодный, горячекатаный, холодноотянутый (ГОСТ 8732-78, ГОСТ 8734-75) - служит для изготовления цилиндров, втулок, гильз, шпинделей, стаканов, барабанов, роликов, пустотелых валов.

Гнутые профили - U-образные, С-образные и корытообразные (ГОСТ 8278-83, ГОСТ 8281-80, ГОСТ 8283-77) - используют для изготовления опор, кронштейнов, консолей, ребер жесткости.

Горячепрессованные профили сложной формы (пустотелые, полузамкнутые) применяют при изготовлении скоб, направляющих элементов, прижимов.

Периодические профили проката соответствуют изготавливаемым из них деталям.

Профили продольной прокатки (ГОСТ 8319.0-75, ГОСТ 8319.13-75 и ГОСТ 8531-78) служат для изготовления балок передних осей автомобиля, лопаток, осей.

Поперечно-винтовой прокатки (ГОСТ 8320.0-83, ГОСТ 8320.13-83) - для изготовления валов электродвигателей, шпинделей машин, осей рычагов.

Поперечно-клиновой прокатки - для изготовления валов коробки передач автомобиля, валков и других деталей типа тел вращения крупносерийного и массового производства.

Поперечной прокатки (ГОСТ 7524-83) - для изготовления шариков подшипников качения, профилированных трубчатых деталей (втулки).

Точность горячекатаного проката ориентировочно соответствует 12-14 качеству, холоднотянутого - 9-12 качеству.

Специальный прокат применяется в условиях крупносерийного и массового производства, что позволяет полностью исключить механическую обработку детали.

Заготовки для деталей из проката получают разрезая прутки на мерные части.

Кованые и штампованные заготовки

Кузнечно-штамповочное производство уступает литейному в возможной сложности конфигурации получаемых деталей, но имеет преимущества в прочности и надежности выпускаемой продукции. Поэтому, наиболее ответственные детали машин изготавливают из кованых и штампованных заготовок, т. к. механические свойства металла выше чем у литых материалов. Технологический процесс получения заготовок обработкой давлением отличается также высокой производительностью.

Обработкой давлением получают заготовки с помощьюковки, штамповки и других специальных процессов.

Ковкой получают поковки простой формы до 350 т с большими напусками [2] в единичном и мелкосерийном производствах.

Поковки массой до 500-1000 кг получают на паровоздушных молотах, а более крупные на гидравлических прессах. Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной стали при ковке на молотах определяют по ГОСТ 7829-79, а для поволоков, изготавливаемых ковкой на прессах по ГОСТ 7062-90 [2].

Главное преимуществоковки состоит в возможности обрабатывать тяжелые слитки стали и получать поковки, массой десятки и сотни тонн, диаметром в несколько метров и длиной в десятки метров.

Ковкой изготавливают колонны, валы-тяги, штанги, шпиндели, прокатные и шестеренчатые валки, ротора генераторов и турбин и др.

В курсовых проектах часто применяются наиболее прогрессивные и производительные способы получения заготовок давлением (штамповкой) в условиях серийного и массового производства.

Характеристика некоторых таких методов приведена в табл. 2.1.

Штамповка на кривошипных прессах в 2-3 раза производительнее по сравнению со штамповкой на молотах, припуски и допуски уменьшаются на 20...35 %, расход металла снижается на 10...15 %.

Таблица 2.1

Характеристика основных методов получения заготовок давлением (углеродистые, легированные стали и специальные сплавы) [4]

Метод получения заготовок	Размеры или масса		Точность получения заготовок	Параметр шероховатости Rz, мкм
	наибольшие	наименьшие		
Штамповка на молотах и прессах	200 кг	Толщина стенки 2,5	По ГОСТ 7505-89	320...160
Штамповка с последующей чеканкой	100 кг	То же	0,05...0,1 мм	40...10
Штамповка (высадка) на ГКМ	100 кг	0,1 кг	По ГОСТ 7505-89	320...160
Штамповка выдавливанием	Диаметр до 200 мм	-	0,2...0,5 мм	320...80

Виды поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) и на молотах и горячештамповочных прессах представлены на рис. 1 и 2.

Припуски и допуски на поковки, получаемые горячей объемной штамповкой определяют по ГОСТ 7505-89 в зависимости от массы поковки (не более 250 кг с линейным габаритным размером не более 2500 мм), группы материала, степени сложности, класса точности и шероховатости поверхности детали.

Различают 3 группы материалов:

М1 - углеродистая сталь с содержанием углерода до 0,35 % и легированная сталь при суммарном содержании легирующих элементов до 2 %;

М2 - сталь с содержанием углерода 0,35...0,65 % или легирующих элементов 2...5 %;

М3 - сталь, содержащая углерода свыше 0,65 % или легирующих элементов свыше 5 %.

Степень сложности поковки зависит от соотношения объема V_n или массы G_n поковки к объему $V_{фиг}$ или массе $G_{фиг}$ фигуры в виде цилиндра, призмы или параллелепипеда, описанного вокруг поковки:

$$Kc = \frac{V_n}{V_{фиг}} = \frac{G_n}{G_{фиг}} \quad (1.4)$$

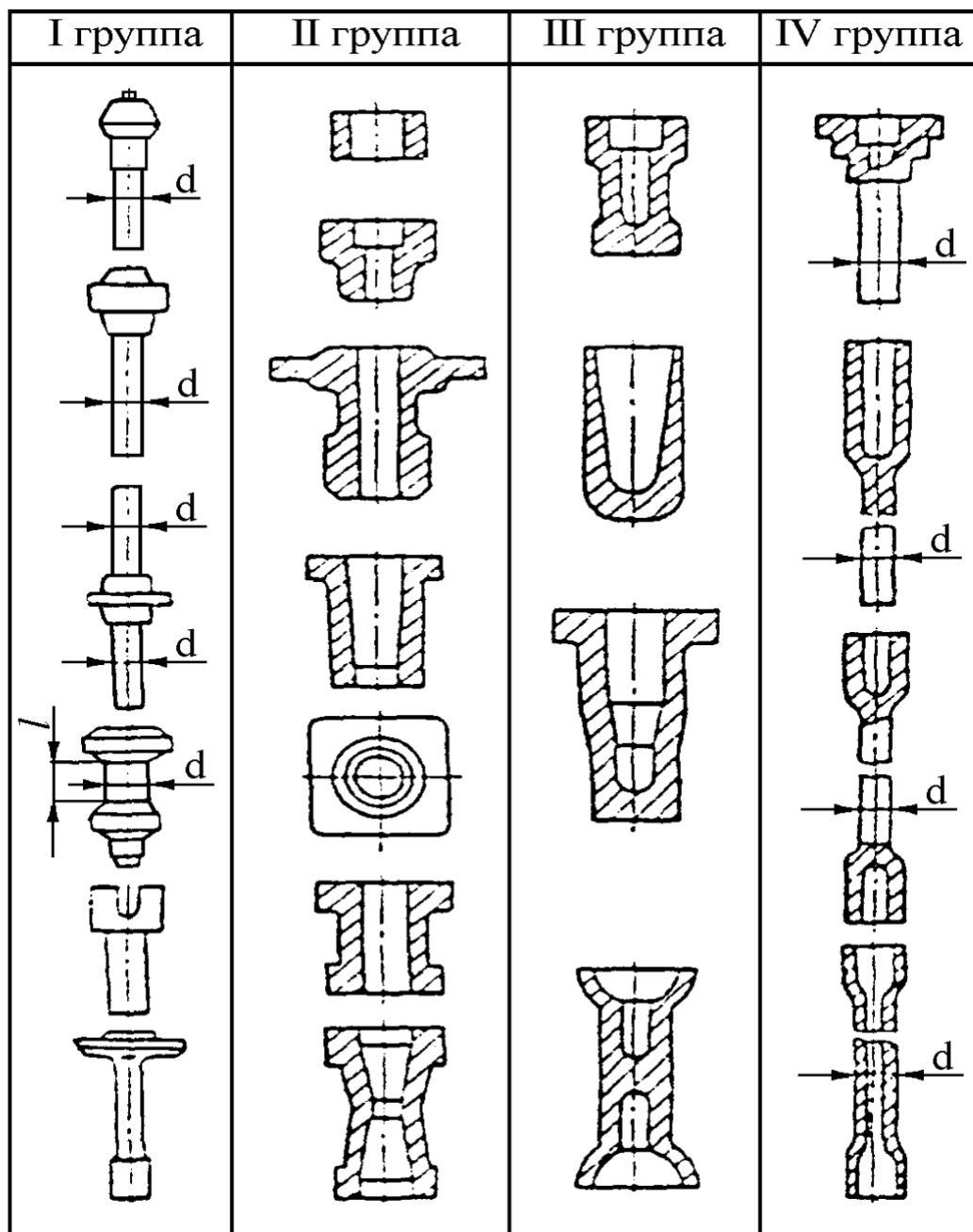


Рис. 1 Виды поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах:

I группа - поковки типа стержня с утолщением; II - поковки нестержневого типа со сквозным отверстием, у которых все размеры не равны диаметру заготовки (прутка); III - поковки, аналогичные поковкам II группы, но с глухими прошитыми отверстиями; IV - поковки типа стержня, у которых на концах имеются утолщения с прошитыми глухими или сквозными отверстиями

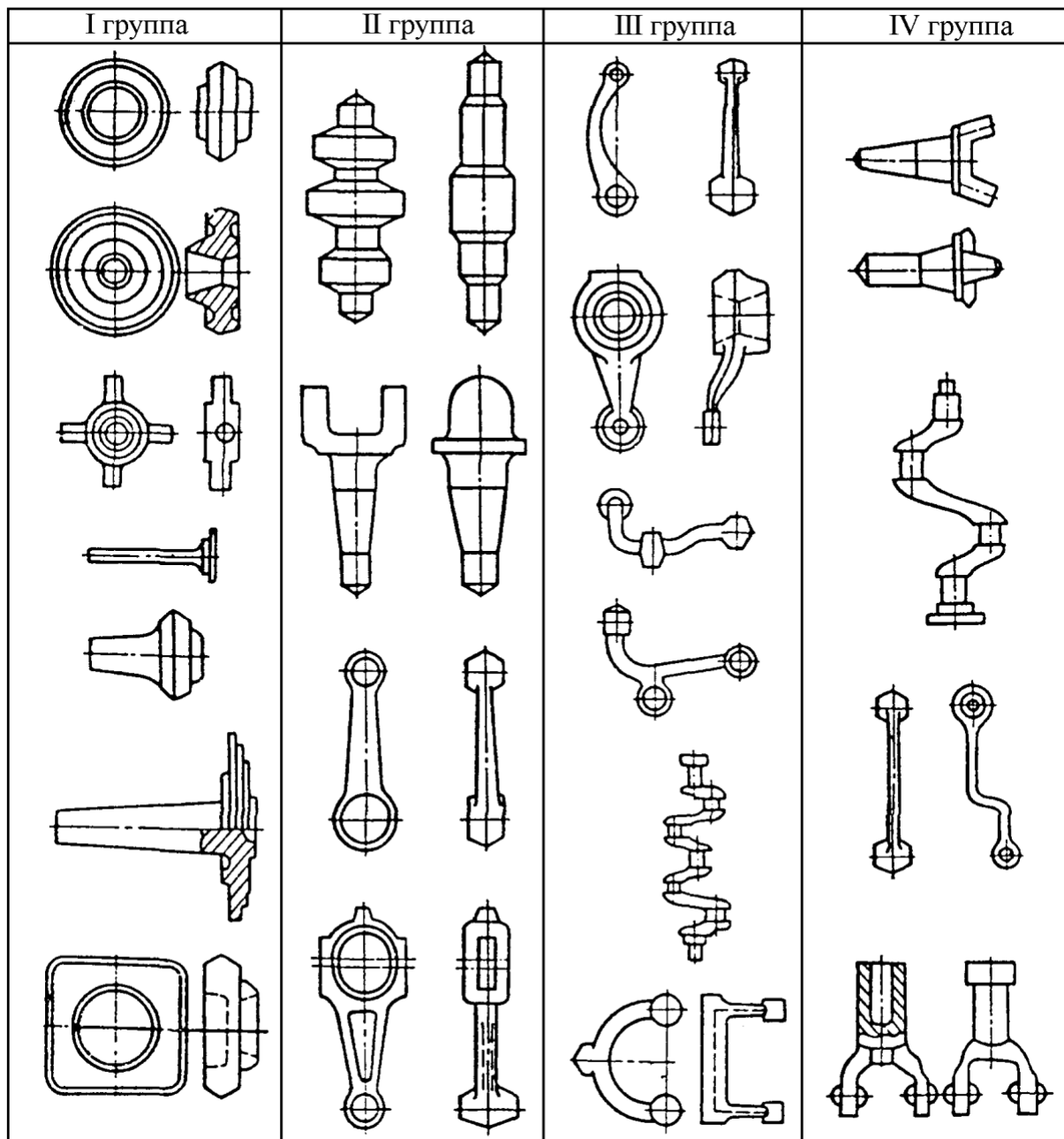


Рис. 2 Виды поковок, штампуемых на молотах и горячештамповочных прессах: I группа - плоские поковки (штампуемые в торец); II - поковки с удлиненной осью, штампуемые с разъемом по плоскости, проходящей через продольную ось детали; III - поковки с изогнутой осью, для изготовления которых требуется гибочный ручей; IV - поковки, изготавливаемые методом комбинированной штамповки: на прессе и молоте, прессе и ГКМ, при других сочетаниях кузнечно-прессового оборудования

Установлены четыре степени сложности поковок:

C1 - при $0,63 < K_c < 1$;

C2 - при $0,32 < K_c < 0,63$;

C3 - при $0,16 < K_c < 0,32$;

C4 - при $K_c < 0,16$.

Расчетная масса поковки определяется исходя из ее номинальных размеров. Ориентировочную величину расчетной массы поковки допускается вычислять по формуле

$$M_{n.p} = M_{\partial} \cdot K_p \quad (1.5)$$

где $M_{n.p}$ - расчетная масса поковки, кг;

M_{∂} – масса детали, кг;

K_p - расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с табл. 2.2

Таблица 2.2

Коэффициент (K_p) для определения ориентировочной расчетной массы поковки

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	K_p
1	Удлиненной формы		
1.1	С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3-1,6
1.2	С изогнутой осью	Рычаги, сошки рулевого управления	1,1-1,4
2	Круглые и многогранные в плане		
2.1	Круглые	Шестерни, ступицы, фланцы	1,5-1,8
2.2	Квадратные, прямоугольные, многогранные	Фланцы, ступицы, гайки	1,3-1,7
2.3	С отрезками	Крестовины, вилки	1,4-1,6
3	Комбинированной (сочетающей элементы групп 1 и 2-й) конфигурации	Кулаки поворотные, коленчатые валы	1,3-1,8
4	С большим объемом необрабатываемых поверхностей	Балки передних осей, рычаги переключения коробок передач, буксирные крюки	1,1-1,3
5	С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми в поковке при штамповке	Полые валы, фланцы, блоки шестерен	1,8-2,2

ГОСТ 7505-89 предусматривает поковки пяти классов точности:

T1 - поковки, подвергаемые после штамповки объемной калибровке;

T2 - поковки, получаемые закрытой (безоблойной) штамповкой на кривошипных прессах и горячештамповочных автоматах;

T3 - поковки, получаемые выдавливанием, а также в закрытых штампах на молотах;

T4, T5 - поковки, штампуемые в открытых штампах (облойная штамповка) на кривошипных прессах, паровоздушных молотах, горизонтально-ковочных машинах. Класс точности зависит от состояния инструмента, оборудования и может уточняться соглашением заказчика и производителя исходя из предъявленных требований к точности.

Для определения исходного индекса по табл. 2.3 в графе "масса поковки" находят соответствующую строку и смещаясь по горизонтали вправо или по утолщенным наклонным линиям вправо вниз до пересечения с вертикальными линиями, соответствующими заданным значениям группы стали М, степени сложности с, класса точности Т, устанавливают исходный индекс.

Пример 1. Поковка массой 0,5 кг, группа стали М1, степень сложности С1, класс точности Т2, имеет исходный индекс 3 (пунктирная линия).

Пример 2. Поковка массой 1,5 кг (М3, С2, Т1) имеет исходный индекс 6 (штрих пунктирная линия).

Числовые значения основных припусков (табл. 2.4) на механическую обработку штампованных поволоков назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и исходного индекса. Исходный индекс (1...23) указывается на чертеже поволоков и определяется группой стали, степенью сложности и классом точности поволоков.

Кроме основных припусков (табл. 2.4) на поволоков назначают дополнительные, которые учитывают смещение поволоков, изогнутость, отклонения от плоскостности и прямолинейности, межцентрового и межосевого расстояний, угловых размеров. Дополнительный припуск устанавливают исходя из формы поволоков и технологии ее изготовления (см. ГОСТ 7505-89), а также по согласованию между изготовителем и потребителем. В курсовом проекте можно ограничиться назначением только основных припусков.

Разрешается округлять линейные размеры поволоков с точностью до 0,5 мм.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров штампованных поволоков приведены в табл. 2.4.

Определение исходного индекса

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5 включ.	[Grid with diagonal lines]												1
Св 0,5 до 1,0 "	[Grid with diagonal lines]												2
" 1,0 " 1,8 "	[Grid with diagonal lines]												3
" 1,8 " 3,2 "	[Grid with diagonal lines]												4
" 3,2 " 5,6 "	[Grid with diagonal lines]												5
" 5,6 " 10,0 "	[Grid with diagonal lines]												6
"10,0 " 20,0 "	[Grid with diagonal lines]												7
"20,0 " 50,0 "	[Grid with diagonal lines]												8
"50,0 " 150,0 "	[Grid with diagonal lines]												9
"125,0 " 250,0 "	[Grid with diagonal lines]												10
	[Grid with diagonal lines]												11
	[Grid with diagonal lines]												12
	[Grid with diagonal lines]												13
	[Grid with diagonal lines]												14
	[Grid with diagonal lines]												15
	[Grid with diagonal lines]												16
	[Grid with diagonal lines]												17
	[Grid with diagonal lines]												18
	[Grid with diagonal lines]												19
	[Grid with diagonal lines]												20
	[Grid with diagonal lines]												21
	[Grid with diagonal lines]												22
	[Grid with diagonal lines]												23

Таблица 2.4

Основные припуски на механическую обработку (на сторону) штамповок (ГОСТ 7505-89)

		Толщина детали																				
		до 25		25-40		40-63		63-100		100-160		160-250		св. 250								
И с х.	н д.	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали																				
		до 40		40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500				
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	-	-	-	-	-	-
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	-	-	-	-
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,5	-	-	-
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,9	1,5	1,8	2,0
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,8	1,5	1,8	2,0
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	2,5	2,0	2,5	2,7
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,2	2,7	3,0	3,3	2,4	3,0	3,3
13	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	3,5	2,8	3,5	3,8
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1
16	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	3,7	4,7	5,1
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	6,2	4,9	6,2	6,8
21	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5
22	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	7,5	5,8	7,4	8,1
23	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5	8,1	6,2	7,9	8,7
																						100

Отливки

Одним из методов получения заготовок в машиностроении является литье. Преимущество литых заготовок заключается в том, что их можно изготовить максимально приближенными к заданной форме и размерам и практически любой конфигурации.

Отливки применяют для изготовления корпусных и других деталей сложной формы (корпусов, кронштейнов, стоек, фланцев и т.п.). Для получения отливок наиболее распространенными видами литья являются: литье в песчаные формы, в кокиль, по выплавляемым моделям, под давлением, в оболочковые формы.

Выбор того или иного метода литья зависит от материала детали, точности размеров и шероховатости поверхностей, от конфигурации, размеров и массы детали, а также от типа производства.

Литье в песчаные формы является наиболее универсальным методом. Однако изготовление формы требует больших затрат времени.

Литьем в землю по металлическим моделям при машинной формовке получают отливки массой до 10...15 т при наименьшей толщине стенок 3...8 мм.

Литье в оболочковые формы применяют главным образом при получении ответственных фасонных алюминиевых и стальных отливок массой до 150 кг.

Литье в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300...500 шт. для мелких отливок и 30...50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получать отливки массой 0,25...7 т.

Таблица 2.5

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров штамповок, мм
(ГОСТ 7505-89)

Исх. инд.	Наибольшая толщина поковки																	
	до 40		40-63		63-100		100-160		160-250		св. 250							
	Длина, ширина, глубина и высота поковки																	
	до 40		40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
1	0,3	+0,1 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	-	-	-	-	-	-
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	-	-	-	-

4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	-	-	-	-
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	-	-
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
10	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3
11	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
12	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7
13	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
14	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
15	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4
16	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7
17	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3

19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6
20	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8
23	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8	16,0	+10,0 -6,0

Литье по выплавляемым моделям экономически целесообразно для литых деталей сложной конфигурации из любых сплавов при партии свыше 100 штук.

Литье под давлением применяется в основном для получения фасонных отливок из цинковых, алюминиевых, магниевых и латунных сплавов. Способ считается целесообразным при величине партии 1000 и более деталей и массой отливки до 100 кг.

Центробежное литье может применяться при выполнении заготовок, имеющих форму тел вращения и массой 0,01...3 т /5/

Точность отливок в целом характеризуется классом размерной точности (22 класса, с 1 по 16), степенью коробления (11 степеней), степенью точности поверхностей (22 степени), классом точности массы (22 класса), ГОСТ 22645-85.

Обязательному применению подлежат классы размерной точности и точности массы отливки. На отдельные размеры и поверхности отливок допускается устанавливать более жесткие нормы точности, чем в целом на отливку.

На чертеже отливки следует указывать измерительные базы (базы разметки) и базы первоначальной обработки поверхностей (исходные базы), а также все радиусы литейных сопряжений и литейные уклоны по ГОСТ 3212-80.

В технических требованиях чертежа отливки должны быть указаны группа и нормы точности отливки, а также допускаемые дефекты. Их приводят в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы отливки.

Например:

Точность отливки 8-5-4-7 ГОСТ 26645-85.

Ненормируемые показатели точности отливок заменяют нулями. Например:

Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ 26645-85.

Классы размерной точности (точности размеров) отливки и точности массы приведены в таблицах 2.6 и 2.7.

По классу размерной точности можно найти допуск размера отливки (табл. 2.6) и предельные отклонения размеров. Допуск относится к линейным размерам, как изменяемым механической обработкой, так и не изменяемым. В последнем случае это будет допуск размера детали. Величина допуска зависит от класса точности размеров и номинального размера детали.

Таблица 2.6

Классы размерной точности отливок (ГОСТ 26645-85)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава				Ряды припусков
		Цветные легкие, нетермообрабатываемые сплавы	Черные нетермообрабатываемые и цветные тугоплавкие и легкие термообрабатываемые сплавы	Чугунные термообрабатываемые и цветные тугоплавкие сплавы	Термообрабатываемые стальные сплавы	
		Классы точности размеров				
Литье в песчаные формы	до 100	5-10	6-11	7-11	7-12	5-8
	101-250	6-11	7-11	7-12	8-13	6-9
	251-630	7-11	7-12	8-13	9-13	6-10
	631-1600	7-12	8-13	9-13	9-13	6-11
	1601-4000	8-13	9-13	9-13	10-14	6-12
	4001-10000	9-13	9-13	10-14	11-14	7-13
Литье в кокиль	до 100	5-9	5-9	6-10	7-11	4-7
	101-250	5-9	6-10	7-11	7-11	4-7
	251-630	6-10	7-11	7-11	8-12	4-8
Литье по выплавляемым моделям	до 100	4-8	5-9	5-9	6-10	3-6
	101-250	5-9	5-9	6-10	7-11	3-7
	251-630	5-9	6-10	7-11	7-11	4-8
Литье в металлические формы	до 100	3-6	3-7	4-7	5-8	2-5
	101-250	3-7	4-7	5-8	5-9	3-6
	251-630	4-7	5-8	5-9	6-9	3-7

Примечание: 1. Меньшие значения классов соответствуют массовому производству простых отливок, большие – мелкосерийному и индивидуальному производству сложных отливок, средние – серийному производству отливок средней сложности.

2. Меньшие ряды припусков относятся к отливкам из цветных сплавов; большие - из ковкого чугуна; средние – к отливкам из серого, высокопрочного чугуна и стали.

Классы точности массы отливок (ГОСТ 26645-85)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава			
		Цветные легкие, нетермообрабатываемые сплавы	Черные не термообрабатываемые и цветные тугоплавкие и легкие термообрабатываемые сплавы	Чугунные термообрабатываемые и цветные тугоплавкие сплавы	Термообрабатываемые стальные сплавы
Литье в песчаные формы	до 1,0	5-13Т	6-13	7Т-14	7-15
	1,0 - 10	6-13	7Т-14	7-15	8-15
	10-100	7Т-14	7-15	8-15	9Т-16
	100-1000	7-15	8-15	9Т-16	9-16
	1000-10000	8-15	9Т-16	9-16	10-16
	10000-100000	9Т-16	9-16	10-16	11Т-16
Литье в кокиль	до 1,0	4-11	5Т-12	5-13Т	6-13
	1,0 - 10	5Т-12	5-13Т	6-13	7Т-14
	10-100	5-13Т	6-13	7Т-14	7-15
	100-1000	6-13	7Т-14	7-15	8-15
	1000-10000	7Т-14	7-15	8-15	9Т-16
	10000-100000	7-15	8-15	9Т-16	9-16
Литье по выплавляемым моделям	до 1,0	3Т-9	3-10	4-11Т	5Т-11
	1,0 - 10	3-10	4-11Т	5Т-11	5-12
	10-100	4-11Т	5Т-11	5-12	6-13Т
Литье в металлические формы	до 1,0	1-7	2-8	3Т-9Т	3-9
	1,0 - 10	2-8	3Т-9Т	3-9	4-10
	10-100	3Т-9Т	3-9	4-10	5Т-11Т

Примечание: 1. Меньшие значения рядов припусков из диапазонов их значений следует принимать для термообрабатываемых отливок из цветных легкоплавких сплавов, большие значения – для отливок из ковкого чугуна, средние – для отливок из серого и высокопрочного чугуна, термообрабатываемых отливок из стальных и цветных тугоплавких сплавов.

Предельные отклонения размеров отливки устанавливают симметричными и несимметричными, при этом предпочтительнее следующее расположение полей допусков:

- несимметричное одностороннее, «в тело» – для размеров элементов (кроме толщины стенок), расположенных в одной части формы и не подвергаемых механической обработке, при этом для охватывающих элементов (отверстие) поле допуска располагается «в плюс» (+ T), а для охватываемых (вал) – «в минус» (- T);

симметричное (+T/2) – для размеров всех остальных элементов отливки, как подвергаемых так и не подвергаемых механической обработке.

Припуски на обработку (на сторону) и допуски на размеры отливки назначают по ГОСТ 26645-85 или по рекомендуемым значениям табл. 2.8, 2.9, 2.10 в зависимости от размеров детали, материала и способа литья.

При назначении припусков по ГОСТ 26645-85 необходимо учитывать дополнительные допуски формы и расположения поверхностей и допуски неровности поверхности в зависимости от степени коробления отливок, степени точности поверхностей и их взаимного расположения. При ненормируемых перечисленных показателях общий допуск элемента отливки $T_{общ}$ следует принять на 25 % больше допуска размера, определяемого по классу размерной точности (табл. 2.6). После определения общего допуска можно найти односторонний припуск на механическую обработку.

Размер отливки $L_{отл}$ устанавливают больше (+ Z) или меньше (-Z) размера детали $L_{дет.}$, в зависимости от расположения припусков

$$L_{отл} = (L_{дет} + Z_1 + Z_2) + T/2, \quad (1.6)$$

где Z_1 и Z_2 – припуск на механическую обработку с одной и другой стороны;

T – допуск размерной точности отливки (расположение допуска может быть и не симметричным).

Таблица 2.8

Припуски на механическую обработку чугунных отливок, мм

Наибольший габаритный размер	Литье в кокиль и в металлические формы						Литье по выплавляемым моделям, в оболочковые формы						Литье в песчаные формы					
	Номинальный размер																	
	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250
До 120	<u>2,5</u> 2,0	<u>2,5</u> 2,0	-	-	-	-	<u>3,5</u> 2,5	<u>4,0</u> 3,0	-	-	-	-	-	-	<u>4,5</u> 3,5	-	-	-

121-260	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{3,0}{2,5}$	-	-	-	$\frac{4,0}{3,0}$	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5,0}{4,0}$	-	-	-	-	-	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{5,5}{4,5}$	-	-
261-500	$\frac{3,5}{2,5}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{4,0}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,5}$	-	-	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{6,5}{5,0}$	-	-	-	-	$\frac{6,0}{5,5}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{6,0}$	-
501-800	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{5,5}{4,5}$	-	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{6,5}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,5}$	-	-	-	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{7,0}$
800-1250	$\frac{5,0}{3,5}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{6,5}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{6,0}{4,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,5}$	$\frac{7,5}{5,5}$	$\frac{8,0}{5,5}$	$\frac{8,5}{6,5}$	-	-	$\frac{7,0}{5,5}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{7,0}$

Примечание. Значения припусков в числителе указаны для поверхности, расположенной при заливке сверху, в знаменателе – для поверхности, расположенной при заливке снизу или сбоку.

Таблица 2.9

Припуски на механическую обработку стальных отливок, мм

Наибольший габаритный размер	Литье в кокиль и в металлические формы						Литье по выплавляемым моделям, в оболочковые формы						Литье в песчаные формы					
	Номинальный размер																	
	До 120	121-260	261-500	501-800	801-1250	1251-2000	До 120	121-260	261-500	501-800	801-1250	1251-2000	До 120	121-260	261-500	501-800	801-1250	1251-2000
До 120	$\frac{3,5}{3,0}$	-	-	-	-	-	$\frac{4,0}{4,0}$	-	-	-	-	-	$\frac{5,0}{4,0}$	-	-	-	-	-
121-260	$\frac{4,0}{3,0}$	$\frac{5,0}{3,5}$	-	-	-	-	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,0}$	-	-	-	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,0}$	-	-	-	-	
261-500	$\frac{5,0}{3,0}$	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,0}$	-	-	-	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{6,0}$	-	-	-	$\frac{6,0}{5,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{6,0}$	-	-	-
501-800	$\frac{5,0}{4,0}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	-	-	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{6,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	-	-	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{11,0}{7,0}$	-	-
800-1250	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{7,0}{5,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{6,0}$	-	$\frac{8,0}{6,0}$	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	-	$\frac{9,0}{6,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{8,0}$	$\frac{13,0}{9,0}$	-
1250-2000	$\frac{10,0}{6,0}$	$\frac{11,0}{6,0}$	$\frac{12,0}{6,0}$	$\frac{13,0}{7,0}$	$\frac{14,0}{7,0}$	$\frac{16,0}{7,0}$	$\frac{9,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{10,0}{8,0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	-	$\frac{10,0}{7,0}$	$\frac{11,0}{8,0}$	$\frac{12,0}{9,0}$	$\frac{13,0}{9,0}$	$\frac{14,0}{10,0}$	$\frac{16,0}{11,0}$

Примечание. Значения припусков в числителе при заливке сверху, в знаменателе – при заливке снизу или сбоку.

Таблица 2.10

Допуски размерной точности отливок (ГОСТ 26645-85)

Интервалы номинальных размеров деталей, мм	Допуски размеров отливок, мм, не более, для класса размерной точности отливок																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						
До 4	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	-	-	-	-	-	-
Св. 4 до 6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	-	-	-	-	-
Св. 6 до 10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	-	-	-
Св. 10 до 16	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	-	-
Св. 16 до 25	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12
Св. 25 до 40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14
Св. 40 до 63	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16
Св. 63 до 100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18
Св. 100 до 160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20
Св. 160 до 250	-	-	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22
Св. 250 до 400	-	-	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24
Св. 400 до 630	-	-	-	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	32
Св. 630 до 1000	-	-	-	-	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	28	32
Св. 1000 до 1600	-	-	-	-	-	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	36	-	-
Св. 1600 до 2500	-	-	-	-	-	-	2,00	2,40	3,20	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	40	-	-
Св. 2500 до 4000	-	-	-	-	-	-	3,20	3,60	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	36	44	-	-	-

Например:

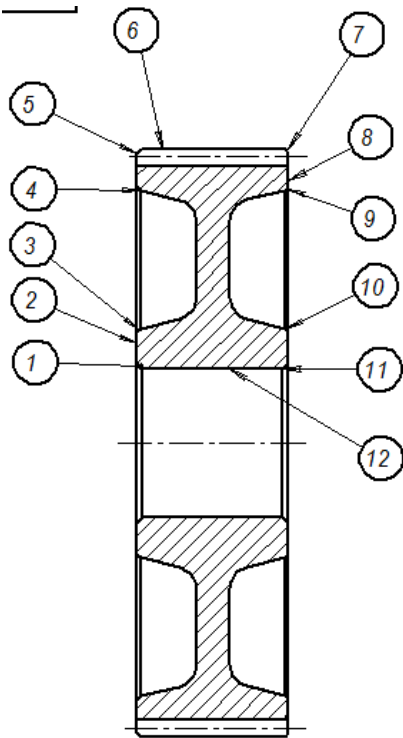


Рис.3

Таблица 2.11

Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размерно- нальный, мм Размер Заготовки	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
2,8	41/44,2	1,6	2,0	+1,3	-0,7
6	159/162,8	1,9	2,5	+1,6	-0,9
12	40/36,8	1,6	2,0	+1,3	-0,7

Остальные размеры припуск на механическую обработку не имеют.

2.2.1 Выбор и обоснование технологических баз.

Базирование необходимо на всех стадиях создания изделия: конструировании, изготовлении, измерении, сборке.

Для обеспечения наибольшей точности обрабатываемой детали всегда стремятся к тому, чтобы конструкторская, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали (принцип совмещения баз).

2.2.1.1. Выбор баз для черновой обработки

Черновые базы можно использовать только на первой операции. При дальнейшей обработке этого не допускается.

В качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, что обеспечивает большую точность базирования и закрепления детали в приспособлении, эти поверхности должны иметь более высокий квалитет точности, наименьшую шероховатость, не иметь литейных прибылей, литников, окалины и других дефектов. У деталей, не подвергающихся полной обработке, за технологические базы для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются. Если у заготовок обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз для первой операции целесообразно принимать поверхности с наименьшими припусками. База для первой операции должна выбираться с учётом обеспечения лучших условий обработки поверхностей, принимаемых в дальнейшем в качестве технологических баз.

2.2.1.2. Выбор баз для чистовой обработки

При выборе баз следует иметь в виду, что наибольшая точность обработки достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же базовых поверхностей, т.е. соблюдение единства баз.

Рекомендуется также соблюдать принцип совмещения баз, согласно которому в качестве технологических базовых поверхностей используют конструкторские и измерительные базы. При совмещении установочной технологической базы и измерительной погрешность базирования равна нулю.

Базы для окончательной обработки должны иметь наибольшую точность измерения и геометрической формы, а также наименьшую шероховатость поверхности. Они не должны деформироваться под действием сил резания и зажима.

Выбранные технологические базы должны совместно с зажимным устройством обеспечить надёжное, прочное крепление детали и неизменность её положения во время обработки.

Принятые базы и метод базирования должны определить более простую и надёжную конструкцию приспособления, удобство установки и снятия обрабатываемой детали.

2.3. Разработка маршрутного технологического процесса.

На этом этапе решаются следующие задачи: разрабатывается общий план обработки детали, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, намечается содержание операций.

Технологический маршрут проектируют на основе выбранного аналога – типового технологического маршрута или заводского (базового).

Типовой маршрут является основой проектируемого. При изменении и дополнении типового маршрута руководствуются следующими методическими соображениями: при анализе типового маршрута и при проектировании рабочего необходимо разделить технологический процесс на этапы, выполняемые в порядке возрастания точности этапа, т.е. от черновых к чистовым. Различают три укрупненные стадии обработки: а) черновую (обдирочную), б) чистовую и в) отделочную. В процессе черновой обработки снимают основную массу металла и обеспечивают взаимное расположение поверхностей. Эта стадия связана с действием силовых и температурных факторов, что влияет на точность окончательной обработки. После этой обработки часто вводят операции термообработки для снятия внутренних напряжений. Целью чистовой

обработки является достижение заданной точности поверхностей детали и точности их взаимного расположения. Основное назначение отделочной обработки – обеспечение требуемой точности и шероховатости особо точных поверхностей.

Следует отметить, что разделение технологического маршрута на три стадии обработки не во всех случаях целесообразно. Например, при обработке детали с повышенной точностью и качеством поверхностей технологический процесс начинается с чистовой и даже с окончательной обработки. Если заготовка жесткая, поверхности небольших размеров могут быть окончательно обработаны в начале техпроцесса.

При разработке технологического маршрута необходимо также учитывать требования к взаимному расположению поверхностей. Если, например, предъявляются высокие требования к соосности поверхностей вращения, следует стремиться к их обработке в одной операции с одной установки.

При составлении технологического маршрута необходимо использовать следующие общие правила:

- операции должны быть одинаковыми и кратными по трудоёмкости;
- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить базой для последующих операций;
- в целях своевременного выявления брака по раковинам и другим эффектам необходимо предусматривать первоначальную обработку поверхностей, на которых не допускаются дефекты;
- обработку сложных поверхностей, нуждающихся в особой наладке, следует выделять в отдельные операции;
- черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции;
- отделочные операции производить в конце техпроцесса;
- отверстия нужно сверлить в конце техпроцесса, кроме случаев, когда они служат базой для установки;
- при окончательной обработке не включать переходы, нуждающиеся в повороте резцедержателя или револьверной головки;
- обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует включать в одну операцию и выполнять за одно закрепление заготовки;
- обработку ступенчатых поверхностей выполнять в последовательности, при которой общая длина рабочего хода инструмента будет наименьшей;

- переходы и операции располагать так, чтобы путь менее стойких режущих инструментов был наименьшим;
- при обработке отверстий следует избегать объединения в одной операции таких операций, как сверление и растачивание;
- последовательность обработки должны обеспечивать требуемое качество выполнения детали. Например, при обработке тонкостенной втулки вначале необходимо расточить отверстие, а затем обточить наружную поверхность на оправке, фаски снимать перед окончательной обработкой точных поверхностей;
- число применяемых в операции резцов не должно превышать числа одновременно закрепляемых в резцедержателе;
- совмещение черновых и чистовых операций на одном станке не рекомендуется, так как снижается точность обработки;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхности, при удалении припуска с которых в наименьшей степени снижается жёсткость заготовки;
- название операции взять из ГОСТа 3.1702-79 прил. 1;

Выбор оборудования производят, следуя следующим общим принципам:

- по своему техническому уровню оборудование должно соответствовать типу производства;
- по допустимому максимальному размеру обработки детали, станок должен использоваться на 70-80 % от номинальной мощности привода;
- обеспечивать выполнения заданных технических условий;
- обеспечивать наибольшую производительность;
- обеспечивать наименьшую себестоимость станка;
- обеспечивать реальности его приобретения.

Из двух сравниваемых станков выбирается тот, который обеспечит наименьшую себестоимость и трудоёмкость. Это сравнение допускается делать путём интуитивного заключения, без расчётов.

При выборе технологической оснастки следует по возможности принять наиболее быстродействующие автоматизированные приспособления. Желательно применять стандартные или унифицированные приспособления.

Сведения о характеристиках обрабатываемой поверхности и методах ее обработки, о детали в целом дают возможность наметить тип станка, вид инструмента, средства и методы контроля. Наличие сложных поверхностей указывает на

необходимость применения оборудования определенного назначения (зубофрезерного, копировального и т.п.).

Предусматриваются и необходимые контрольные операции с выбором средств технического контроля и измерений.

Контрольно-измерительные средства выбирают в зависимости от точности контролируемого параметра и конструктивных особенностей изделия.

Выбранные средства технологического оснащения уточняются при определении содержания операций.

В курсовом проекте для обработки деталей рекомендуется составлять несколько вариантов (два-три) маршрутного техпроцесса, сопоставлять их и выбрать оптимальный. Варианты могут отличаться технологическими базами, последовательностью обработки поверхностей и выполнения операций, применяемым оборудованием (станком), режущим инструментом и др.

Рекомендуемые принципы построения технологического маршрута не являются обязательными и требуют творческого подхода в каждом конкретном случае. Разработанный технологический маршрут обработки детали оформляется на бланках маршрутных карт (МК) ГОСТ 3.1118-82 (форма 1 и 1б).

Типовые технологические маршруты обработки деталей различных классов приведены в разделе 4.

2.4. Определение промежуточных припусков, допусков и размеров.

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные.

Промежуточный - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Операционный - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий - припуск, который удаляют в процессе механической обработки поверхности для получения чертежных размеров и определяется разностью размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливают допуск.

Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

а) **расчетно-аналитический метод определения припусков.** При этом методе рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска с использованием нормативных материалов. Методика расчета припусков аналитическим методом подробно изложена в литературе [1,5], которой следует пользоваться при проектировании техпроцесса.

В курсовом проекте следует выполнить расчет припусков аналитическим способом на одну поверхность, к которой предъявляются высокие требования точности и качества.

Для удобства расчет следует производить в виде табл. 2.12. Данные таблицы используются непосредственно для построения графической схемы расположения общих

и межоперационных припусков и допусков (рис. 3.3). Пример заполнения таблицы представлен ниже.

Таблица 2.12

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности вала $\varnothing 60^{+0,002}_{+0,021}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	200	250	2230			66,258	2,6	66,3	68,9		
Черновое обтачивание	50	50	134	0	2·2680	60,898	0,3	60,9	61,2	5,4	7,7
Чистовое обтачивание	25	25	89	0	2·234	60,430	0,19	60,43	60,62	0,47	0,58
Черновое шлифование	10	20	45	0	2·139	60,152	0,046	60,152	60,198	0,278	0,422
Чистовое шлифование	5	15		0	2·75	60,002	0,019	60,002	60,021	0,150	0,177
Итого:											

Порядок расчета припусков на обработку

1. Пользуясь рабочим чертежом и картой технологического процесса записать в таблицу 3.24 технологические переходы обработки рассчитываемой поверхности в последовательности их выполнения от заготовки до окончательной обработки.

2. Записать значения R_z , h , ρ , T и ε . R_z - высота неровностей профиля поверхности, h - глубина дефектного слоя [2], ρ - пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки.

К пространственным отклонения относятся кривизна осей, коробление поверхностного слоя, увод и непараллельность осей, неперпендикулярность осей и поверхностей, отклонения от соосности ступеней валов и отверстий, эксцентricность

внешних поверхностей относительно отверстий и т.п. Суммарное значение пространственных отклонений определяется по справочным таблицам [4, 2,5], а также по соответствующим ГОСТам на разные виды заготовок (ГОСТ 7505-89, 7829-70, 7062-90, 26645-85).

T - допуски на операционные размеры и размеры заготовки принимаются по таблицам в соответствии с качеством вида обработки.

Допуски на размеры заготовки назначаются по таблицам [2]

- на литые заготовки - ГОСТ 26645-85 (табл. 2.10);
- на штампованные поковки - ГОСТ 7505-89 (табл. 2.5);
- на поковки - ГОСТ 7062-90, 7829-70;
- на заготовки из проката - ГОСТ 2590-71.

ε_y - погрешность установки детали на выполняемом переходе складывается из погрешности базирования ε_6 и погрешности закрепления ε_3 . Погрешность базирования ε_6 определяется расчетным путем в зависимости от схемы базирования [2]. Погрешность закрепления ε_3 берется по табличным данным [2]. Погрешность установки ε_y детали в приспособлении на выполняемой операции определяется путем суммирования ε_6 и ε_3

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (3.21)$$

При обработке плоских поверхностей параллельных установочной базе $\varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3$.

3. Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам по формулам табл. 2.13.

Таблица 2.13

4. Расчетные формулы для определения припуска на обработку

Вид обработки	Расчетная формула
Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей	$Z_{i \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{y_i}$
Параллельная обработка противоположных плоскостей	$2Z_{i \min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{y_i} \right)$
Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения	$2Z_{i \min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2} \right)$
Развертывание плавающей разверткой, протягивание отверстия	$2Z_{i \min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} \right)$
Суперфиниш, полирование и раскатка (обкатка)	$2Z_{i \min} = 2R_{z_{i-1}}$

4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» (табл. 2.11) наименьший предельный размер детали по чертежу $A_{i\min}$ для наружных поверхностей ($A_{i\max}$ – для внутренних). Для поверхностей вращения – диаметр $D_{i\min}$ ($D_{i\max}$).

5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением (вычитанием – для внутренних поверхностей) к наименьшему (наибольшему) предельному размеру по чертежу расчетного припуска $Z_{i\min}$ по формуле

$$A_{i-1\min} = A_{i\min} + Z_{i\min} \quad (3.22)$$

Для поверхности вращения } для наружных поверхностей

$$D_{i-1\min} = D_{i\min} + Z_{i\min} \quad (3.23)$$

$$A_{i-1\max} = A_{i\max} - Z_{i\max} \quad (3.24)$$

Для поверхности вращения } для внутренних поверхностей

$$D_{i-1\max} = D_{i\max} - 2 Z_{i\max} \quad (3.25)$$

6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением (или вычитанием) к расчетному размеру расчетного припуска $Z_{i\min}$ следующего за ним смежного перехода.

7. Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их в большую сторону (или в меньшую). Округление производится до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

8. Определить наибольшие (или наименьшие) предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему (или наибольшему) предельному размеру.

9. Записать предельные значения припусков Z_{\max}^{np} как разность наибольших предельных размеров (или наименьших) и Z_{\min}^{np} как разность наименьших (или наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Для наружных поверхностей вращения

$$2Z_{\max}^{np} = D_{\max_{i-1}} - D_{\max_i} \quad (3.26)$$

$$2Z_{\min}^{np} = D_{\min_{i-1}} - D_{\min_i} \quad (3.27)$$

10. Определить общие припуски $Z_{\max_o}^{np}$ и $Z_{\min_o}^{np}$, суммируя промежуточные припуски на обработку

$$Z_{\max_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max_i}^{np} \quad (3.28)$$

$$Z_{\min_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min_i}^{np} \quad (3.29)$$

11. Проверить правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max_i}^{np} - Z_{\min_i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (3.30)$$

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}, \quad (3.31)$$

где $T_{заг}$ и $T_{дет}$ – допуски заготовки и детали.

Для цилиндрических поверхностей

$$2Z_{\max_i}^{np} - 2Z_{\min_i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (3.32)$$

$$2Z_{\max_o}^{np} - 2Z_{\min_o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}. \quad (3.33)$$

12. После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изобразить схему расположения припусков, допусков и промежуточных размеров (рис. 3.3)

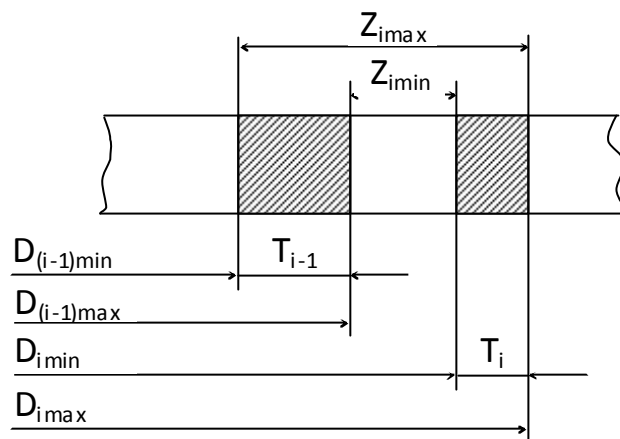


Рис. 4. Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности

Пример 1:

Расчет припусков на обработку литых заготовок

Основными видами пространственных отклонений для литых заготовок являются смещение стержней, образующих отверстие и внутренние полости, а также коробление отливок.

Припуск компенсирующий коробление черной отливки, устанавливается в зависимости от конструкции и размерных соотношений заготовки т.е. от жесткости. Этот припуск удаляется при черновой обдирочной обработке после чего остается значительно уменьшенная

погрешность. При расчете припусков на обработку отверстий необходимо учитывать смещение оси отверстия которое составляет 4% от первоначального значения, а так же получистового, чистового растачивания или развертывания 1% от первоначального значения.

Общий припуск на обработку равен сумме промежуточных пропусков по всем технологическим переходам технологического процесса от заготовки до готовой детали.

$$Z_0 = \sum_{i=1}^i Z_i$$

Z_i – припуск j^o перехода.

Расчет припусков на обработку по методу профессора Кован производим на один из точных размеров внутренних поверхностей $\varnothing 140P7$.

Маршрутный тех процесс данной поверхности состоит:

1. Заготовка – отливка.
2. Черновое точение – проходным резцом.
3. Получистовое растачивание – резцом.
4. Развернуть отверстие – разверткой.

Минимальный припуск на обработку внутренней поверхности $\varnothing 140P7$ равен

$$2Z_{\min i_i} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \text{ мкм}$$

R_z - высота микро неровностей профиля на предыдущем переходе, мкм

h - глубина дефектного поверхностного слоя на предыдущем переходе, мкм

элементы припуска R_z и h определяются по справочнику (3 стр.182 т.7), как для заготовки отливки так и для механической обработки.

$R_z = 400$ мкм и $h = 300$ мкм.

ρ – суммарное отклонение расположения поверхности

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \quad (2 \text{ стр.178})$$

$\rho_{см}$ – смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости, мм.

$\rho_{кор}$ – отклонение плоскостей поверхности от плоскостности, мм

$\rho_{кор} = \Delta K \cdot L$, где:

ΔK - перекося отверстия на 1мм для диаметра от 10 до 30 мм

$\Delta K = (0,3-1,5)$ мкм (2 стр.183 т. 8) – лигье в песчаные формы

$L = 172$ мм глубина отверстия в заготовке.

$\rho_{см} = 1,5$ мм = 1500мкм (3 стр.184 т.9)

так как: $\rho_{кор} = K \cdot L = 1,5 \cdot 172 = 258$ мкм

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} = \sqrt{258^2 + 1500^2} = 1522 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанных поверхностях определяются с помощью коэффициентах произведения:

после чернового точения

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_{заг} = 0,06 \cdot 1522 = 91,3 \text{ мкм}$$

после получистового растачивания

$$\rho_2 = 0,05 \cdot \rho_{заг} = 0,05 \cdot 1522 = 76,1 \text{ мкм}$$

Погрешность установки на выполняемом переходе

$$\varepsilon_Y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

ε_{δ} - погрешность базирования, зависящая от допуска и погрешности базовых поверхностей.

ε_3 - погрешность закрепления, возникает в результате смещения обрабатываемых поверхностей

заготовок от действия зажимной силы приспособления.

$E_y=0,05-0,08$ мм (3, стр44.т.16). принимаем $E_y=0,06$ мм=6мкм.

Величина R_z и h для 3^х переходов обработки принимаем по (2, стр.185т.10) для отливок.

Записываем в таблицу:

черновая обработка отверстия 14 квалитет

получистовая обработка отверстия 12 квалитет

чистовая обработка отверстия 7квалитет

Производим расчеты минимального припуска и значения заносим в таблицу

черновая обработка

$$2Z_{\min} = 2(R_{заг} + h_{заг} + \sqrt{\rho_{заг}^2 + \varepsilon_{y1}^2}) = 2(400 + \sqrt{1522^2 + 6^2}) = 3844 \text{ мкм}$$

получистовое растачивание

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (110 + 100 + \sqrt{91,3^2}) = 583 \text{ мкм}$$

чистовое растачивание

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{91,3^2}) = 352,2 \text{ мкм}$$

Определяем расчетный размер начиная с чертежного максимального размера путем

последовательного вычитания $2 \cdot Z_{\min}$

$$D_{p3} = 139,97 \text{ мм}$$

$$D_{p2} = D_{p3} - 2 \cdot Z_{\min 3} = 139,97 \text{ мм} - 0,3522 = 139,6 \text{ мм}$$

$$D_{p1} = 139,6 - 0,583 \text{ мм} = 139,0 \text{ мм}$$

$$D_{p1} = 139,0 - 3,844 \text{ мм} = 135,1 \text{ мм}$$

Значения D_{\max} получаем $D_{\text{расч.}}$ до знака допуска

ТАБЛИЦА расчета допусков на отверстие $\varnothing 140P7_{-0,068}^{-0,028}$ мм.

таблица 2.14

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут её обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление T_d , мкм	Предельные размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	ρ	y				D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Заготовка литьё	400		152	---		135,1	2500	135,1	132,6	---	---
Черновая Обработка	100	100	91,3	6	3844,0	139,0	1000	139,0	138,0	3900	5400
Получистовая обработка	50	50	76,1	---	583	139,6	350	139,6	139,2	600	1250
Чистовая обработка	5	10	---	---	352,2	139,97	40	139,97	139,93	370	730

Допуск на изготовление по JT16

Для отливки 2500мкм,

Для черн. Точения 1000мкм

Для получистового 350мкм

Для разворачивания 40мкм

Определение предельных размеров припусков

$$2Z_{\max} = D_{\min i} - D_{\min i-1}$$

$$2Z_{\max 3} = 139,97 - 139,6 = 0,37\text{мм}$$

$$2Z_{\max 2} = 139,6 - 139 = 0,6 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 139 - 135,1 = 3,9 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = D_{\max i} - D_{\max i-1}$$

$$2Z_{\min 3} = 139,93 - 139,2 = 0,73 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2} = 139,25 - 138 = 1,25 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1} = 138 - 132,6 = 5,4 \text{ мм}$$

определяем общие припуски на обработку

$$2Z_{0 \min} = 5,4 + 1,25 + 0,73 = 7,38 \text{ мм}$$

$$2Z_{0 \max} = 3,9 + 0,6 + 0,37 = 4,87 \text{ мм}$$

Проверка: $7,33 - 4,87 = 2,46 \text{ мм}$

$$2500 - 46 = 2460 \text{ мкм}$$

Пример 2 :

Расчет припусков на обработку штампованных заготовок

Общий припуск на обработку равен сумме промежуточных пропусков по всем технологическим переходам технологического процесса от заготовки до готовой детали.

$$Z_0 = \sum_{i=1}^i Z_i$$

Z_i – припуск $j^{\text{го}}$ перехода.

Расчет припусков на обработку по методу профессора Кован производим на $\varnothing 191,5_{-0,185}$ (h14).

Маршрутный тех процесс данной поверхности состоит:

1. Заготовка – поковка.
2. Черновое точение – проходным резцом.
3. Чистовое точение – резцом.
4. Шлифовка – шлифовальный круг.

Минимальный припуск на обработку внутренней поверхности $\varnothing 191,5_{h14}$. равен

$$2Z_{\min i} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \text{ мкм}$$

R_z - высота микро неровностей профиля на предыдущем переходе, мкм

h - глубина дефектного поверхностного слоя на предыдущем переходе, мкм

элементы припуска R_z и h определяются по справочнику [2 стр.186 т.12], как для заготовки поковки так и для механической обработки.

$R_z = 200 \text{ мкм}$ и $h = 250 \text{ мкм}$.

Для чернового точения $R_z = 125 \text{ мкм}$ и $h = 120 \text{ мкм}$

Для чистового точения $R_z = 40 \text{ мкм}$ и $h = 40 \text{ мкм}$

Для шлифования $R_z = 5$ мкм и $h = 5$ мкм

Погрешность установки заготовки

$$\varepsilon_Y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}$$

ε_δ - погрешность базирования, зависящая от допуска и погрешности базовых поверхностей.

ε_3 - погрешность закрепления, возникает в результате смещения обрабатываемых поверхностей заготовок от действия зажимной силы приспособления.

Для цилиндрической оправки с гайкой

$$\varepsilon_n = 10 \text{ мкм [2 стр.41 т.12]}$$

Определение пространственных погрешностей при установке оправки в центрах

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{T^2 + 1}, \text{ где}$$

T – допуск диаметральный размер базы заготовки

При $T \gg 1$ $\Delta_{\text{ц}} = 0,25$

$$\Delta_{\text{тк}} = \Delta_K \times l, \text{ где}$$

Δ_K - отношение оси детали от прямолинейности, мкм.

$$\Delta_K = 20 \text{ мкм [2 стр.187 т.19]}$$

$$\Delta_{\text{тк}} = 20 \times 62,5 = 1176,83 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\text{см}}$ - отношение от соосности элементов, штампуемых в разных половинках штампов.

$$\Delta_{\text{см}} = 0,8 \text{ мм}$$

$$\Delta_3 = \sqrt{\Delta_K^2 + \Delta_{\text{см}}^2} = \sqrt{1176,83^2 + 800^2} = 1423$$

Для чернового точения

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \times \Delta_3$$

$$K_y = 0,06 \text{ [2 стр.190 т.29]}$$

$$\Delta_{\text{ост}} = 0,06 \times 1423 = 85,4$$

Для чистового точения

$$K_y = 0,05 \text{ [2 стр.190 т.29]}$$

$$\Delta_{\text{ост}} = 0,02 \times 1423 = 74,83 \text{ мкм}$$

Погрешность после чистового шлифования, а величину припуска не включается т.к. она устраняется.

Производим расчеты минимального припуска и значения заносим в таблицу черновая обработка

$$Z_{\text{min}} = \left[(R_z + h)_{l-1} + \sqrt{\Delta_{3l-1}^2 + \varepsilon_1^2} \right], \text{ где}$$

R_z - высота поверхностей профиля на предшествующем переходе
получистовое растачивание

h – глубина дефектного поверхностного слоя

Δ_3 - суммарное отклонение расположения отверстия

ε_1 - погрешность установки заготовки.

Для шлифовки

$$Z_{\text{min}} = 2[(40+40) + \sqrt{74,83^2 + 10^2}] = 311 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$2 Z_{\min} = 2[(125+120) + \sqrt{85,4^2 + 10^2}] = 665 \text{ мкм}$$

Для чернового точения

$$2 Z_{\min} = 2[(200+250) + \sqrt{1423^2 + 10^2}] = 3850 \text{ мкм}$$

Определяем расчетный для наружных поверхностей

$$a_{(i-1)\min} = a_{i\min} + Z_{i\min}$$

Для чистового точения

$$d_{\min} = 191,5 + 0,311 = 191,8 \text{ мм}$$

Для чернового точения

$$d_{\min} = 191,8 + 0,696 = 192,5 \text{ мм}$$

для штамповки

$$d_{\min} = 189,524 - 3,850 = 185,674 \text{ мм}$$

Допуск на изготовления

Для штамповок $T_d = 2000 \text{ мкм}$ [2, стр.146 т.23]

$$T_{d \text{ черн}} = 1150 \text{ мкм}$$

$$T_{d \text{ чист}} = 290 \text{ мкм}$$

$$T_{d \text{ шл}} = 185 \text{ мкм} \quad [2, \text{стр.8 т.4}]$$

Определение предельных размеров по переходам

$$d_{\max} = d_{\min} + T_{di}$$

$$d_{\max (\text{шт})} = 185 - 2,0 = 183 \text{ мм}$$

$$d_{\max (\text{черн})} = 189,52 - 1,15 = 187,38 \text{ мм}$$

$$d_{\max (\text{чист})} = 190,19 - 0,290 = 189,9 \text{ мм}$$

$$d_{\max (\text{шл})} = 191,5 - 0,185 = 190,315 \text{ мм}$$

Определение полученных предельных припусков по переходам.

$$Z_{\max} = d_{\max i-1} - d_{\min i}$$

$$Z_{\max (\text{черн})} = 189,52 - 185 = 4,52 \text{ мм}$$

$$Z_{\max (\text{чист})} = 190,19 - 189,52 = 0,67 \text{ мм}$$

$$Z_{\max (\text{шл})} = 191,5 - 190,19 = 0,31 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = D_{\max i} - D_{\max i-1}$$

$$2Z_{\min (\text{черн})} = 187,35 - 183 = 4,38 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min (\text{чист})} = 189,9 - 187,38 = 1,52 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min (\text{шл})} = 190,31 - 189,9 = 0,415 \text{ мм}$$

Значения D_{\max} получаем $D_{\text{расч.}}$ до знака допуска

ТАБЛИЦА расчета допусков на отверстие $\varnothing 191,5_{-0,185}$

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут её обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление Td, мкм	Предельные размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R _z	h	ρ	ξ _y				D _{max}	D _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}
Заготовка поковка	200		142 3	---		185,674	2000	185	183	---	---
Черновая Обработка	125	120	85,4	10	3850	189,524	1150	189,52	187,38	4520	4380
Чистовая обработка	40	40	74,9	10	665	190,189	290	190,19	189,9	670	1520
шлифовка	5	5	---	10	311	191,5	185	191,5	191,315	310	415

б) *опытно-статистический (табличный) метод расчета припусков*

На остальные обрабатываемые поверхности детали (кроме одной расчетно-аналитической) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85, 7505-89, 7062-90, 7820-70) [2] (табл. 3.9, 3.14) и сводятся в таблицу 2.16.

На основании расчета величин припусков определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется рабочий чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов (п. 2.2.1, рис. 2.1).

Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут её обработки	IT	Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление Td, мкм	Предельные размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
					D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$

Пример 3 :

Таблица 2.16

Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Технологический маршрут обработки поверхности вал $\varnothing 50^{+0,019}$	IT	Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление Td, мкм	Предельные размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
					D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прокат		2,35	52,35	$\frac{1400}{1,4}$	54,4	53		
Точение черновое	12	1,6	50,75	$\frac{250}{0,25}$	51	50,75	3,4	2,25
Точение чистовое	8	0,25	50,5	$\frac{39}{0,039}$	50,5 39	50,5	0,46 1	0,25
Шлифование	6	0,5	50	$\frac{19}{0,019}$	50,0 19	50	0,52	0,5

1. Назначаем припуск на шлифовальную операцию.
Припуск 0,5 мм /12. С.192/
IT устанавливается по чертежу 6 квалитет
2. Назначаем припуск на чистовое точение.
Припуск 0,25 мм /12. С.193/
IT 8 квалитет, T=39мкм /2, с. 192/
3. Назначаем припуск на черновое точение.
Припуск 1,6 мм /12. С.193/
IT 12 квалитет, T=250мкм /2, с. 192/
4. Определяем общий припуск на заготовку.
 $2Z_0 = \sum Z_i$;
 $2Z_0 = 0,5 + 0,25 + 1,6 = 2,35$ мм (значения записываем в графу 3)
5. Определяем номинальный размер заготовки. (значения записываем в графу 4)
 $D_3 = D_{i-1} + Z_{i-1}$
5.1 $D_{\text{чист}} = D_{\text{д}} + Z_{\text{шл}} = 50,0 + 0,5 = 50,5$ мм
5.2 $D_{\text{чер}} = D_{\text{чист}} + Z_{\text{чист}} = 50,5 + 0,25 = 50,75$ мм

$$5.3 D_{(заг)} = D_{(черн)} + Z_{(черн)} = 50,75 + 1,6 = 52,35 \text{ мм}$$

$$D_d + 2Z_o = 50 + 2,35 = 52,35 \text{ мм}$$

6. Определяем диаметр сортового проката по ГОСТ2590-71 /1, с.43, табл. 3.14/

$$\text{Принимаем } \varnothing 54 \begin{matrix} +0,4 \\ -1,0 \end{matrix} \text{ мм } T=1400 \text{ мкм, } 1,4 \text{ мм}$$

Действительный припуск на обработку согласно принятому сортаменту проката составляет

$$2Z_d = 54 - 50 = 4 \text{ мм}$$

7. Принятые размеры по переходам, заносим в графу 7 (округляем до того количества знаков какое в допуске $T, \text{мм}$)

8. Определяем максимальный диаметр D_{max} , мм (значения записываем в графу 6)

$$d_{\text{max}} = d_{\text{min}} + T_d$$

$$d_{\text{max (заг)}} = 53 + 1,4 = 54,4$$

$$d_{\text{max (черн)}} = 50,75 + 0,25 = 51$$

$$d_{\text{max (чист)}} = 50,5 + 0,039 = 50,539$$

$$d_{\text{max (шл)}} = 50 + 0,019 = 50,019$$

9. Определяем предельные допуски, мкм.

$$2Z_{\text{max (шл)}} = d_{\text{max (чист)}} - d_{\text{max (шл)}} = 50,539 - 50,019 = 0,52$$

$$2Z_{\text{max (чист)}} = d_{\text{max (черн)}} - d_{\text{max (чист)}} = 51 - 50,539 = 0,461$$

$$2Z_{\text{max (черн)}} = d_{\text{max (заг)}} - d_{\text{max (черн)}} = 54,4 - 51 = 3,4$$

$$2Z_{\text{min (шл)}} = d_{\text{min (чист)}} - d_{\text{min (шл)}} = 50,5 - 50 = 0,5$$

$$2Z_{\text{min (хвсн)}} = d_{\text{min (чтуу)}} - d_{\text{min (чист)}} = 50,75 - 50,5 = 0,25$$

$$2Z_{\text{min (черн)}} = d_{\text{min (д)}} - d_{\text{min (черн)}} = 53 - 50,75 = 2,25$$

10. Проверка :

$$Z_{\text{оmax}} = \sum Z_{\text{max}} = 0,52 + 0,461 + 3,4 = 4,381 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{оmin}} = \sum Z_{\text{min}} = 0,5 + 0,25 + 2,25 = 3,0 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{оmax}} - Z_{\text{оmin}} = T_z - T_d$$

$$4,381 - 3,0 = 1,4 - 0,019$$

2.5. Конструирование заготовки. /1 с.26, с.39-47/

2.2.1. Рабочие чертежи детали и заготовки

Рабочие чертежи детали и заготовки делают отдельно. В индивидуальных случаях по согласованию с руководителем допускается совмещать чертеж отливки с чертежом детали (ГОСТ 2.423-73). Оформление чертежей должно соответствовать стандартам ЕСКД. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о предмете.

Чертежи детали и заготовки должны содержать технические требования и другие данные, необходимые для их изготовления и контроля, в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.107; ГОСТ 2.109; ГОСТ 2.301; ГОСТ 2.308; ГОСТ 2.309; ГОСТ 2.310; ГОСТ 2.316 и др.). При этом указываются технические требования, предъявляемые к материалу детали, термической обработке, качеству поверхностей, размеры, предельные отклонения и др. Порядок нанесения технических требований на чертеже регламентируется ГОСТ 2.316.

Для заготовок (поковка, штамповка, отливка) указывается термообработка и твердость, допускаемая величина остатков заусенцев, способ очистки поверхности, глубина внешних дефектов, дефекты формы и другие пространственные погрешности, принятые при расчете припусков на механическую обработку.

В случае, когда чертежи детали и заготовки совмещены, технические требования пишутся отдельно.

Чертеж заготовки разрабатывается на основании чертежа готовой детали с учетом припусков, допусков и напусков в том же масштабе, в котором изображена деталь, в соответствии с ГОСТ 7505-89; ГОСТ 7829-70; ГОСТ 7062-90; ГОСТ 26645-85, ГОСТ 3.1126-88, ГОСТ 2.423-73.

Контур заготовки вычерчивают сплошными контурными линиями по номинальным размерам. Готовую деталь на чертеже заготовки наносят тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками, давая лишь необходимые ее контуры, наглядно показывающие наличие припусков на обработку. Числовые значения припусков также дают на чертеже. Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в отливке, вычерчивают тонкой штрихпунктирной линией. На чертеже заготовки должны быть даны технологические (исходные) базы, используемые на первой операции механической обработки.

В графе основной надписи чертежа (в штампе) заготовки под наименованием детали следует писать: ...поковка... или ...отливка... . В случае совмещенного выполнения чертежей детали и заготовки контур детали вычерчивается сплошными основными линиями, а припуски - сплошными тонкими линиями. Пример изображения заготовки штамповки приведен на рис. 2.1.

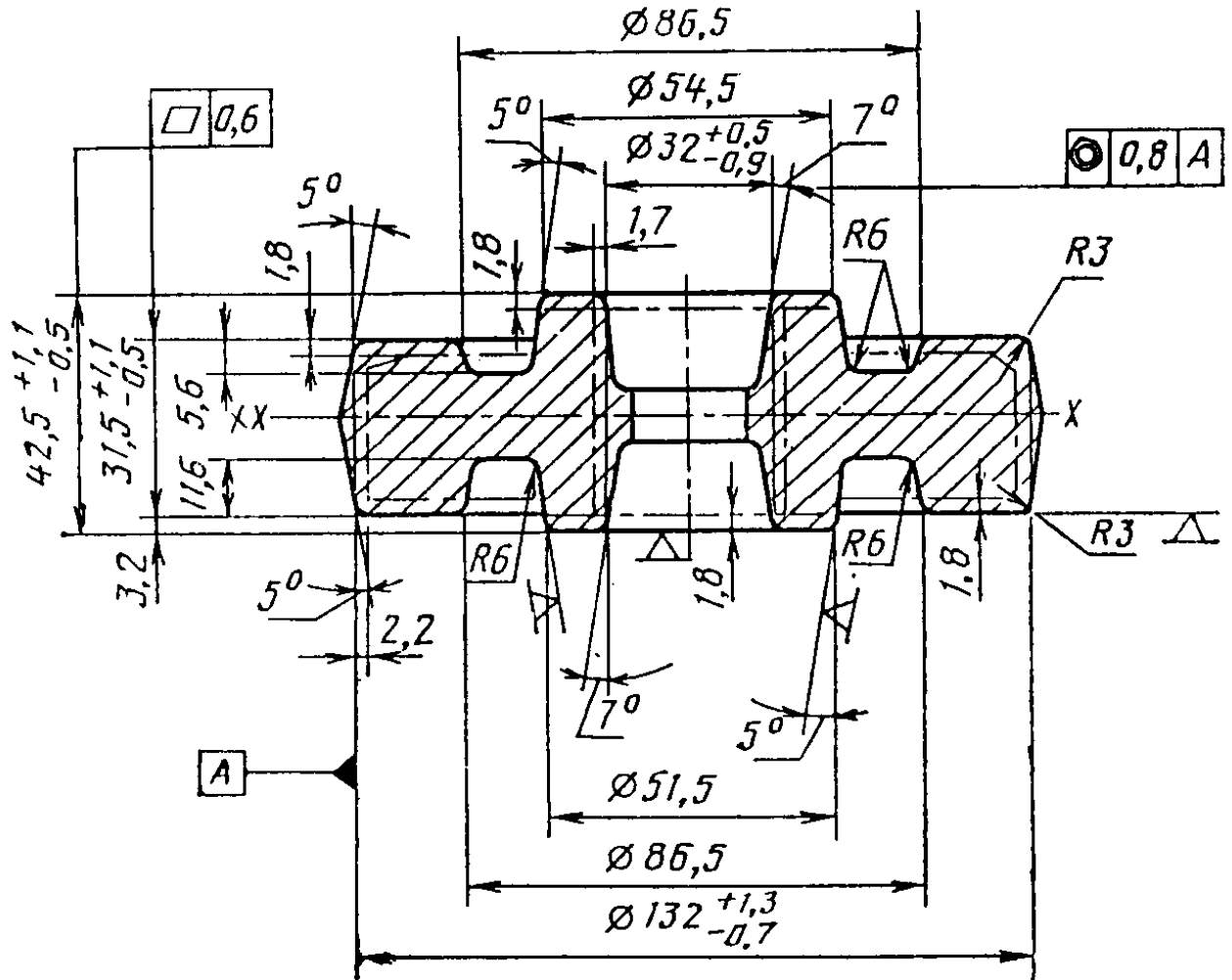


Рис. 5

2.6. Выбор оборудования.

Описываются все выбранные станки с техническими характеристиками.

Модели и технические характеристики станков, выпускаемых серийно и используемых в разрабатываемом техпроцессе приводятся в каталогах и справочниках [2, 3, 6, 7].

2.7. Выбор оснастки.

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования (станков) определяется: методом обработки; возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритными размерами заготовок и размерами обработки; мощностью, необходимой на резание; производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства; возможностью приобретения и ценой станка; удобством и безопасностью работы станка.

При выборе станков особое внимание следует обратить на использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в серийном машиностроении.

Станки с ЧПУ применяются на токарных, сверлильных, фрезерных, расточных и других операциях. В настоящее время широкое распространение получают многооперационные станки с ЧПУ для обработки корпусных деталей – обрабатывающие центры (ОЦ). Как правило, в станках такого типа смена инструмента производится автоматически: либо путем поворота револьверной головки, либо при помощи автооператора. На обрабатывающих центрах выполняют фрезерование, сверление, растачивание, резьбонарезание и др.

Применение станков с ЧПУ целесообразно в следующих случаях:

- для трудоемких операций;
- если время обработки существенно меньше вспомогательного;
- при производстве сложных деталей малыми партиями;
- при обработке деталей с большим количеством размеров, имеющих высокие требования по точности;
- при обработке деталей, требующих строгого контроля точности изготовления оснастки;
- когда стоимость оснастки составляет значительную часть стоимости обработки;
- для изделий, период изготовления которых не позволяет использовать обычные методы изготовления оснастки;
- для операций, у которых расходы на контроль составляют часть общей стоимости операции.

Решение о применении станков с ЧПУ часто принимается с учетом одного или двух из этих условий.

Кроме универсальных, специальных и специализированных станков в условиях крупносерийного и массового производства применяются высокопроизводительные агрегатные станки и автоматические линии.

При разработке курсового проекта нередко возникает целесообразная необходимость использования агрегатных станков, для которых определяют технологическую характеристику на основе разрабатываемого техпроцесса.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- максимального применения нормализованного и стандартного инструмента;
- метода обработки;
- размеров обрабатываемых поверхностей;
- точности обработки и качества поверхности;
- промежуточных размеров и допусков на эти размеры;
- обрабатываемого материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки (черновая, чистовая, отделочная);
- типа производства.

Размеры мерного режущего инструмента определяют исходя из промежуточных размеров обработки (зенкеров, разверток, протяжек и т.д.), размеры других инструментов (резцов, расточных борштанг и т.д.) из расчета на прочность и жесткость.

Средства технического контроля выбирают с учетом точности измерений, достоверности контроля, его стоимости и трудоемкости, требований техники безопасности и удобства работы.

При выборе приспособлений необходимо учитывать конструкцию изготавливаемой детали, ее размеры, материал, точность, схему базирования, вид технологической операции и организационную форму процесса изготовления.

В случае применения стандартной оснастки рекомендуется пользоваться альбомами типовых конструкций и соответствующими стандартами [3, 5]. Специальная оснастка разрабатывается на основе составленных технических заданий.

При поточной организации производства средства технологического оснащения располагаются в соответствии с последовательностью выполнения операций техпроцесса и специализацией рабочих мест. Данные заносятся в таблицу

Технологическая оснастка

№ оп	Приспособление	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4

Например:

Таблица 2.17

Технологическая оснастка

№ оп	Приспособление	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Спец. патрон	1.Сверло спиральное Р6М5 Ø37,5мм ГОСТ 10903-77 2.Зенкер комбинированный специальный Ø37,7 3.Развертка цельная насадная Р6М5 Ø38 ГОСТ 1672-80	Калибр-пробка на Ø38 ^{+0.1} ГОСТ 14810-69; Шаблон для фаски 3x45°

2.8. Определение режима резания по нормативам (расчетно-аналитическим и статистическим методом, на две разнохарактерные операции или переходы аналитически, на остальные - таблично).

Режимы резания определяются глубиной резания t , мм; подачей на оборот S_0 , мм/об и скоростью резания V , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

В курсовом проекте необходимо рассчитать для одной из операций:

- глубину, подачу и скорость резания по формулам теории резания;
- суммарную силу резания и эффективную мощность электродвигателя главного привода станка.

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначают по нормативам предприятий или справочникам [8, 9].

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

- 1) сведения о заготовке (вид заготовки, материал и его характеристика, величина припусков, состояние поверхностного слоя);
- 2) данные об обрабатываемой детали (форма, размеры, допуски на обработку, требования к состоянию поверхностного слоя, к шероховатости);
- 3) данные о режущем инструменте (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);
- 4) паспортные данные станков (техническая характеристика).

Таким образом, режим резания устанавливают исходя из особенностей обрабатываемой детали, характеристики режущего инструмента и станка.

В первую очередь устанавливают глубину резания t . При однопроходной обработке на настроенном станке глубина резания равна припуску. При многопроходной глубина резания на первом рабочем ходе берется максимальная, на последующем – уменьшается с целью достижения заданной точности. Обычно на черновом этапе удаляется до 70 % припуска, а на чистовые этапы оставляют не более 30 %.

Подача S_0 назначается максимально допустимой [2]. При черновой обработке ее величина ограничивается жесткостью и способом крепления обрабатываемой детали, прочностью и жесткостью инструмента, прочностью механизма подачи станка.

При чистовой обработке S определяется заданной точностью и шероховатостью обработки; величину ее выбирают по нормативам либо рассчитывают исходя из заданной точности.

Найденное значение подачи корректируют по паспорту станка.

Скорость резания рассчитывают по формулам теории резания (расчетно-аналитический метод) [2] или устанавливают по нормативам (табличным методом), исходя из условий выполнения обработки. При определении скорости резания ориентируются на среднюю экономическую стойкость инструмента [2].

По скорости резания определяют частоту вращения шпинделя или число двойных ходов (стола или ползуна). Эти величины согласовывают и корректируют с учетом паспорта станка.

После назначения режимов резания подсчитывают суммарную силу резания и по ней эффективную мощность. Последнюю сравнивают с мощностью станка и окончательно корректируют режимы резания.

Назначение режимов для многоинструментной обработки имеет особенности.

Для многоинструментной обработки при назначении режимов резания в зависимости от метода обработки необходимо согласовать работу режущих инструментов, участвующих в выполнении данной технологической операции.

При многоинструментной обработке на одношпиндельных или многошпиндельных станках (полуавтоматах) режимы резания назначаются следующим образом. Для каждого инструмента устанавливают глубину резания и подачу так же, как и для одноинструментной обработки.

Для блока режущих инструментов определяют наименьшую лимитирующую подачу в соответствии с паспортными данными станка. Далее определяют инструмент, при отдельной работе которого потребовалась бы наименьшая скорость резания. Этот инструмент называется лимитирующим по скорости резания.

Вначале выделяют из комплекта несколько инструментов, которые могут быть лимитирующими. Для каждого из этих инструментов определяют коэффициент λ времени резания: $\lambda = \frac{l}{l_{p.x}}$, где l – путь резания данного инструмента; $l_{p.x}$ – путь рабочего хода инструментального блока.

Стойкость каждого выделенного инструмента рассчитывают по формуле $T = T_m \cdot \lambda$, где T_m – условно-экономическая стойкость лимитирующих инструментов данной наладки, учитывающая число инструментов в наладке, их типы и размеры, равномерность их загрузки и др. факторы. Значение T_m определяется по нормативным данным.

Для выделенных инструментов, которые могли бы быть лимитирующими с помощью нормативных данных определяют по стойкости скорость резания (так же как для одноинструментной обработки). Наименьшая скорость резания будет у лимитирующего инструмента.

При обработке деталей на агрегатных станках расчет режимов резания должен соответствовать технологическим параметрам силовых головок (наибольшему усилию подачи, эффективной мощности и др.) и обеспечивать работу режущих инструментов с заданной стойкостью. Стойкость режущих инструментов принимают примерно равной времени одной рабочей смены. Поэтому рекомендуемые для механической обработки деталей на универсальном оборудовании скорости резания должны быть снижены на 10-30 %. При тяжелых условиях резания и малой жесткости системы СПИД можно допустить и большее снижение скорости резания.

Все расчетные, справочные и нормативные параметры режимов резания по всем операциям рекомендуется записать в виде таблицы 3.27 и использовать в последующих расчетах технических норм времени. Кроме этого результаты расчета режимов резания заносят также в операционные карты (ОК).

Таблица 2.18

Сводная таблица по режимам резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	S ₀ , мм/об	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	Ne, кВт

Рассверление отверстия до Ø 37,0 мм. Инструмент: сверло спиральное Ø 37,0мм ГОСТ 10903-77

1.Глубина резания, t = 1,25мм

2.Подача. При рассверлении отверстий, без ограничивающих факторов, выбираем максимально допустимую по точности сверла подачу:

$$S = 0,58 \text{ мм/об} \quad [3. \text{ с.277, т.25}]$$

3.Скорость резания. [3. с.276]

$$v = (C_v * D^q / T^m * S^y) * K_v, \quad (2.16)$$

где D – диаметр сверла; мм

T – стойкость инструмента; T=70 мин [3. с.279, т.30]

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv}, \quad (2.17)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал; [3. с.261, т.1]

$$K_{mv} = K_r * (750/\sigma_b)^{n_v} \quad (2.18)$$

K_r = 1.0; $n_v = -0.9$; [3. с.262, т.2]

$\sigma_b = 530 \text{ Н/мм}^2$

$$K_{mv} = 1,0 * (750/530)^{-0,9} = 0,73$$

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{nv}=0,8 \quad [3. \text{ с.263, т.5}]$$

$$K_v = 0,73 * 0,8 = 0,58$$

$$C_v = 16,2; \quad q = 0,4; \quad x = 0,2; \quad y = 0,5; \quad m = 0,2; \quad [3. \text{ с.279, т.29}]$$

$$V = (16,2 * 37,5^{0,4} / 70^{0,2} * 1,25^{0,2} * 0,58^{0,5}) * 0,58 = 21,2 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения сверла, об/мин

$$n = 1000 * v / \pi * D \quad (2.19)$$

$$n = 1000 * 21,4 / \pi * 37,5 = 180,1 \text{ об/мин}$$

Корректируем число оборотов по паспорту станка и принимаем $n=180$ об/мин.

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов:

$$v = \pi d n / 1000, \text{ м/мин} \quad (2.20)$$

$$v = \pi * 37,5 * 180 / 1000 = 21 \text{ м/мин}$$

5. Основное машинное время, мин

$$t_m = L_{p,x} / n S_o, \quad (2.21)$$

$$t_m = 73 / 180 * 0,58 = 0,7 \text{ мин}$$

6. Крутящий момент, Нм [3. с.277]

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * t^x * K_p, \quad (2.22)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит от материала обрабатываемой заготовки [3. с.264, т.9]

$$K_p = K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n, \quad (2.23)$$

$$n = 0,75$$

$$K_{mp} = (530 / 750)^{0,75} = 0,77,$$

$$C_m = 0,09; \quad q = 1,0; \quad x = 0,9; \quad y = 0,8; \quad [3. \text{ с.279, т.32}]$$

$$M_{кр} = 10 * 0,09 * 37,5^{1,0} * 1,25^{0,9} * 0,58^{0,8} * 0,77 = 18 \text{ Н.м.}$$

7. Осевая сила, Н

$$P_o = 10 * C_p * t^x * S^y * K_p, \quad (2.24)$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75$$

$$C_p = 67, \quad x = 1,2; \quad y = 0,65 \quad [3. \text{ с.281, т.32}]$$

$$P_o = 10 * 67 * 1,25^{1,2} * 0,58^{0,65} * 0,77 = 406 \text{ Н}$$

8. Мощность резания, кВт

$$N_e = M_{кр} * n / 9750, \quad (2.25)$$

$$N_e = 18 * 182 / 9750 = 0,336 \text{ кВт}$$

Пример:

Расчетов опытно - статистическим методом

Зенкерование отверстия $\varnothing 37,7$ мм.

$$1. \text{ Глубина резания, } t = \frac{37,7 - 37,25}{2} = 0,23 \text{ мм}$$

2. Длина рабочего хода, мм

$$L_{rx} = L_{рез} + u, \quad (2.26)$$

где $L_{рез}$ - длина резания, мм $L_{рез} = 58 \text{ мм}$

u - длина подвода, врезания, перебега инструмента, мм

$$u = 6 \text{ мм} \quad [4. \text{ с.303}]$$

$$L_{rx} = 58 + 6 = 64 \text{ мм}$$

3. Подача, мм/об

[4. с.111, к.С-2]

$$S_o=0,6\text{мм/об}$$

4. Стойкость инструмента, мин

[4. с.114, к.С-3]

$$T=70\text{мин}$$

5. Скорость резания, м/мин

[4. с.115, к.С-4]

$$v=v_{\text{таб}}*K_1*K_2*K_3, \quad (2.27)$$

$$v=22*0,7*1,15*1,0=17,7 \text{ м/мин}$$

6. Число оборотов шпинделя, об/мин

$$n = 1000*v / \pi * D$$

$$n = 1000*17,7 / \pi * 37,7 = 149,5 \text{ об/мин}$$

Корректируем число оборотов по паспорту станка и принимаем $n=125$ об/мин.
Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов:

$$v=\pi dn/1000, \text{ м/мин}$$

$$v=\pi*37,7*125/1000=14,8 \text{ м/мин}$$

7. Основное машинное время, мин

[4. с.105, к.С-1]

$$t_M=L_{p.x.}/nS_o, \quad (2.28)$$

$$t_M=64/125*0,6=0,85\text{мин}$$

8. Проверочные расчеты.

Осевая сила резания, кГ

[4. с.124-126, к.С-5]

$$P_o=P_T*K_p, \quad (2.29)$$

$$P_o=30*1,1=33 \text{ кГ}$$

9. Мощность резания, кВт

[4. с.126-128, к.С-6]

$$N=N_T*K_N*\frac{v}{100}, \quad (2.30)$$

$$N=1,5*1,1*\frac{14,8}{100}=0,24 \text{ кВт}$$

Сравниваем мощность резания с мощностью станка [4. с.105, к.С-1]

$$N_{\text{рез}} \leq 1,2N_{\text{дв}} \quad (2.31)$$

$$0,24 \leq 1,2*7,5*0,8$$

$$0,24 \leq 7,2$$

2.9. Расчет нормы времени.

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производств устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{шт} \cdot n - z}{n} + T_{шт}; \quad (3.53)$$

в массовом производстве определяется норма штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = t_0 + t_b + t_{об} + t_{от}, \quad (3.54)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин.;

n – количество деталей в настроечной партии, шт.;

t_0 – основное время, мин.;

t_b – вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{y.c} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (3.55)$$

$t_{y.c}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$ – время на измерение детали, мин.;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

Время на обслуживание рабочего места $t_{об}$ в массовом и серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание $t_{орг}$ и времени на техническое обслуживание $t_{тех}$ рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}; \quad (3.56)$$

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Нормирование операции осуществляется в соответствии с выбранными методами обработки.

В курсовом проекте привести аналитический расчет основного времени t_0 только для одной операции. Для всех остальных операций основное время можно установить по нормативным справочникам или по базовому технологическому процессу.

Основное (технологическое) время t_0 определяется расчетом по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов (для станочных работ) по формуле

$$t_0 = \frac{l \cdot i}{S_M}, \quad (3.57)$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности (расчетная длина хода инструмента или заготовки в направлении подачи), мм;

i – число рабочих ходов;

S_M – минутная подача инструмента, мм/мин.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности

$$l = l_o + l_{ep} + l_n + l_{cx} \quad (3.58)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_{вр}$ – длина врезания инструмента, мм;

l_n – длина подвода инструмента к заготовке, мм;

l_{cx} – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Длину l_o берут из чертежа обрабатываемой поверхности заготовки; $l_{вр}$, l_n , l_{cx} определяют по нормативам ($l_n = l_{cx} \approx 1 \dots 2$ мм). Значение $l_{вр}$ можно определить расчетным путем по схеме обработки.

Вспомогательное время устанавливается по нормативам для каждого перехода [10, 11].

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем

$$t_{оп} = t_o + t_b \quad (3.59)$$

Вспомогательное время может быть перекрываемым основным временем, частично перекрываемым и неперекрываемым.

Перекрываемое время – время выполнения рабочим тех приемов, которые осуществляются в период автоматической работы оборудования. Это время в норму штучного времени не входит. Неперекрываемое время – норма времени выполнения рабочим приемов при остановленном оборудовании и времени, затрачиваемого на машинно-ручные приемы.

При последовательном выполнении переходов для определения оперативного времени необходимо просуммировать все основные и вспомогательные времена по всем переходам данной операции и только после этого определять остальные составляющие нормы штучного времени. При параллельном выполнении переходов основное и вспомогательное время на операцию берут по длительному переходу обработки.

Время технического обслуживания $t_{тех}$ устанавливается в процентах (до 4-6 %) от основного или оперативного времени.

Время организационного обслуживания $t_{орг}$ устанавливается (до 4-8 %) от оперативного времени.

Время перерывов в работе на отдых $t_{от}$ устанавливается в процентах ($\approx 2,5$ %) от оперативного времени.

Подготовительно-заготовительное $t_{п-з}$ – интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению их в порядок после окончания смены или выполнения этой операции. Это время определяют по нормативам времени, в которые входят наладка средств технологического оснащения; ознакомление с работой (чертеж, карта техпроцесса, инструкции); получение материалов, инструментов и т.д.; после окончания обработки партии заготовок – сдача изготовленных деталей, снятие со станка технологической оснастки, приведение в рабочее состояние оборудования и т.д. Подготовительно-заключительное время определяется по нормативам в зависимости от оборудования и характера работ [10,11].

При многоинструментной параллельной, параллельно-последовательной или последовательной обработке (см. прил. 15) основное время рассчитывается по формуле (3.57) для каждого суппорта. Общее основное время $t_{o.общ}$ определяют в зависимости от схемы обработки.

При последовательной обработке

$$t_{o.общ} = \sum_{i=1}^h t_{o.c.посл}, \quad (3.60)$$

где h – число суппортов или число последовательно работающих инструментов;
 $t_{o.c.посл}$ – основное время для каждого суппорта или каждого инструмента.

При параллельной обработке

$$t_{o.общ} = t_{o.c.пар.мах}, \quad (3.61)$$

где $t_{o.c.пар.мах}$ – наибольшее основное время одного из суппортов или одного из инструментов.

При параллельно-последовательной обработке

$$t_{o.общ} = \sum_{i=1}^h t_{o.c.пос} + t_{o.c.пар.мах} \quad (3.62)$$

Другие составляющие нормы шпучного времени для многоинструментной обработки те же, что и для обработки одним инструментом.

Имеются специальные нормативы, по которым устанавливаются режимы резания и определяются отдельные элементы нормы шпучного времени при работе на станках с ЧПУ. Использование станков с ЧПУ открывает возможности для многостаночной работы, нормирование которой рассматривается в специальной литературе [27].

Результаты расчетов технических норм времени свести в таблицу 3.28.

Таблица 2.19

Сводная таблица технических норм времени по операциям

Номер и наименование операции	$t_{o, мин}$	$t_{в}$			$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	n	$t_{ш-к}$
		t_{yc}	$t_{уп}$	$t_{из}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$					

Трудоемкость операций

$$T_{шт(m-k)} = \sum_{i=1}^n t_{шт}(шт-k) \quad (3.63)$$

где m – количество операций.

2.10. Оформление технологической документации.

Разработанный технологический процесс оформляется в виде карт эскизов и операционных карт, которые вместе с чертежами деталей комплектуются в альбом документов технологического процесса.

На чертежах нужно пронумеровать все обрабатываемые и базирующие поверхности, в операционных картах при описании установок и переходов следует указать номера установочных и обрабатываемых поверхностей.

Карты эскизов разрабатываются для операций и переходов. Эскизы выполняются без соблюдения масштаба на стандартных форматах листов (ГОСТ 2.301-68) по формам 5 и 5а ГОСТ 3.1105-74.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Рабочий чертёж детали (как и остальные чертежи) выполняется в масштабе 1:1 на формате А1 и в зависимости от габаритов детали может быть занят весь лист или часть листа. Если чертёж детали занимает часть листа формата А1, то лист разделяют на соответствующие форматы рамками по стандарту СЭВ 14-74. При этом следует иметь в виду, что основная надпись (угловой штамп) располагается в нижнем правом углу вдоль широкой стороны формата. Для того, чтобы все чертежи, помещённые на одном листе были выполнены в одном ракурсе, необходимо заранее, до начала графических работ, согласовать с руководителем курсового проекта компоновку всех чертежей проекта. Располагая изображение чертежа детали, следует оставить свободным место над основной надписью для размещения текста технических требований (условий). Заголовок "Технические требования" не пишется.

Пример содержания технических требований:

1. ТВЧ НРС 50...56.
2. Конусную поверхность проверять калибром на краску. Общая площадь окрашенных поверхностей не менее 70 %.
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 : Н14, $h4 \pm IT14/2$, что означает неуказанные предельные отклонения размеров.
4. Остальные технические требования по ГОСТ...

При выполнении рабочего чертежа детали следует обратить внимание на наличие указаний о точности и шероховатости всех поверхностей. Поверхности, выполненные с точностью до 13-го качества, обозначаются размером и условным обозначением поля допуска или отклонениями (напр., $50h12$ или $50_{-0,25}$).

В отношении поверхностей, выполненных грубее 13-го качества точности, делается запись над основной надписью "Н14; $h14$; $\pm IT14/2$ ". Эта запись заменяет ранее применяющуюся пространственную надпись "Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий Н14, валов 14, остальных $\pm IT14/2$ ".

Условные обозначения шероховатости поверхностей проставляются согласно стандартам ГОСТ 2.309-73 и СТ СЭВ 538-77, где предпочтительным является параметр Ra. На чертежах следует заменить параметры Rz и другие на Ra.

Часть поверхностей не обрабатывается резанием и остаётся в таком виде, в каком они находились после заготовительных операций (литья, штамповки, проката и др.). Если эти поверхности составляют большинство, то величина их шероховатости проставляется в верхнем углу чертежа, на самих поверхностях никаких знаков шероховатости не проставляют.

Если этих поверхностей значительно меньше, чем обрабатываемых резанием с одинаковой величиной шероховатости, то на необрабатываемых поверхностях проставляют знаки шероховатости, например 1,25, а шероховатость большинства обрабатываемых поверхностей с одинаковым значением проставляется в верхнем правом углу.

Сказанное выше можно сформулировать так: следует стремиться к тому, чтобы на чертеже детали обозначение точности и шероховатости большинства поверхностей с одинаковым значением качеств точности и шероховатости поверхности вынести за пределы изображения чертежа.

Точность формы и расположение поверхностей обозначают условными знаками по ГОСТ 2.308-79 в случае, когда допуски формы и расположения меньше, чем допуски на изготовление этих поверхностей.

Следует избегать записи текстом в технических условиях о допусках формы и расположения поверхностей. Однако, если такая необходимость возникнет, то текст должен соответствовать примерам, приведённым в ГОСТ 2.306-79, например: допуск радиального биения поверхности А относительно общей оси поверхностей Г и Д - 0,01 мм, допуск цилиндричности (округлости) поверхности Б - 0,03 мм, допуск плоскостности (прямолинейности) поверхности В - 0,05 мм на площади 100*100 мм.

Во всех приведённых примерах буквами А, Б, В обозначаются поверхности на чертеже с помощью выносных линий, заканчивающихся стрелками, упирающимися в поверхности, о которых идёт речь.

В верхнем левом углу чертежа помещают рамку (14x70 мм), где проставляют номер чертежа в соответствии с заводским номером или общесоюзным классификатором. Номер ставится повернутым на 180 градусов относительно основной надписи.

Рабочий чертёж заготовки оформляется в соответствии с ГОСТ 7505-74 для штамповок, ГОСТ 2.423-73 на литье и др.

Чертежи заготовок выполняются сплошными линиями (1... 2,5 мм) с учётом штамповочных и литейных уклонов и радиусов. Уклоны выполняются такой величины, чтобы они были заметны, и чётко просматривалась плоскость разреза. Контур готовой детали вписывается в контур заготовки тонкой штрихпунктирной линией. На чертеже проставляются размеры, отклонения и величины припусков заготовки, кроме того, приводится текст технических требований, который помещается над основной надписью (угловым штампом), шероховатость поверхностей - в правом углу.

Примеры содержания технических требований:

1. На чертеже поковки (штамповки).
 - 1.1. Точность изготовления 11 класс ГОСТ 7505-74.
 - 1.2. Штамповочные уклоны 5 и 7 градусов.
 - 1.3. Неуказанные радиусы закруглений 3 мм.
 - 1.4. Неуказанные отклонения размеров $\pm 2,2$ мм.
 - 1.5. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.
2. На чертеже заготовки, полученной литьём.
 - 2.1. Требования к отливке по ССТ НТ21 -2-76.
 - 2.2. Класс точности литья - 3, группа "а".
 - 2.3. Категория поверхностей - 2.
 - 2.4. Неуказанные литейные радиусы 3... 5 мм.
 - 2.5. Раковины, пустоты не допускаются.
 - 2.6. Покрытие механически необрабатываемых поверхностей - эмаль НЦ-256 серо серебристая ТУ-10-1191-73.

Карты эскизов.

Карта эскизов является графической иллюстрацией к маршрутным и операционным картам технологического процесса. В проекте выполняются 3 разновидности карт эскизов:

1. Карта эскизов с изображением чертежа детали, на котором все поверхности (размеры) снабжаются номерами. Номера поверхностей проставляются на продолжении стрелки размерной линии или на продолжении линии, соединяющейся с элементарной поверхностью в окружностях диаметром 6...8 мм. Рекомендуется начать с левого верхнего размера поверхности и далее в направлении движения часовой стрелки. Эта карта эскизов является основанием для расчёта коэффициентов, определяющих показатели технологичности конструкции детали, а также маршрутного описания технологического процесса в пояснительной записке и заполнения маршрутных карт, при изготовлении несложных деталей с небольшим объёмом обрабатываемых поверхностей.

2. Карта эскизов, иллюстрирующая содержание выполняемой операции (операционный эскиз). Эта карта выполняется либо на специально отведённом месте операционной карты формы 2 ГОСТ 3.1418-82. На картах эскизов, выполненных на операционных картах или отдельно, опоры и зажимы приспособления показываются условно по ГОСТ 3.1107-81. Режущие инструменты, с помощью которых производится обработка, не показываются.

3. Карты эскизов, выполняемых на две операции, представляющие эскизы наладок с изображением конструктивных элементов приспособления для установки и крепления обрабатываемой детали, режущего инструмента в положении окончательной обработки и др.

Согласно ГОСТ 3.1104-81 карты эскизов выполняются без соблюдения масштаба (но с соблюдением пропорций), деталь ставится в положение соответствующее положению на станке при обработке. Обрабатываемая поверхность выделяется утолщённой линией (3 мм) чёрного или другого цвета. Проставляются размеры и их точность, шероховатость и другие технические требования.

Над эскизом выполняются надписи с указанием наименования операции, а также модели станка (токарно-револьверная. Станок модели 1П365). Под эскизом помещают таблицу с режимом резания и нормой времени. Если операция выполняется за один технологический переход, таблицы выполняются без указания содержания перехода. Если операция содержит несколько позиций или технологических переходов, то в таблицу включаются графы "номер перехода" и "содержание перехода". Приводим форму и содержание таблицы.

Номер перехода	Содержание перехода	D или B мм	Sмм/об или мм/мин	V м/мин	n Об/мин	T _о мин	T _{шт} мин
1							
2							

Если одна поверхность последовательно обрабатывается несколькими инструментами, и её размеры меняются, а на карте эскиза указывается один размер, полученный при последнем переходе, то в содержании перехода указывается размер, который получается на каждом переходе ("зенкеровать отв. 4 выдерживая диаметр 37, 8H10"). Размер, получающийся на последнем переходе, в таблице не указывается ("развернуть отв. 4").

ПРАВИЛА ЗАПИСИ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ

ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, ГОСТ 3.1702 - 79

1. Настоящий стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов обработки резанием. Правила распространяются на все виды обработки резанием. Допускаются распространение требований настоящего стандарта на запись операций и переходов в технологических процессах обработки из древесины, резины, пластмасс и т. д.
2. Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже.
3. Наименование операции следует записывать в соответствии с обязательными приложениями 1 и 2.
4. При разработке технологических процессов, которые включают помимо операций обработки резанием прочие операции, разработчик обязан руководствоваться соответствующими нормативно-техническими документами.
5. Запись содержания операций следует применять в единичном и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.
6. Маршрутное описание содержания операции следует применять в единичном порядке и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.
7. Операционное описание содержания операции следует применять в серийном и массовом производстве. Допускается применять операционное описание отдельных операций в единичном и опытном производстве.
8. В содержании операций должны быть все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями по обработке изделий или их составных частей на одном рабочем месте. В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ (кроме обработки резанием), выполняемых другими исполнителями, их действия также следует отражать в содержании операции. Например, при участии в выполнении операции исполнителей, осуществляющих технический контроль установки или измерение параметров обрабатываемого изделия, в тексте содержания операции следует указать: "Контроль ОТК", "Проверить выполнение пер. 1" и т. п.
9. При разработке документов следует отражать все необходимые требования и средства, обеспечивающие безопасность труда во время обработки. Запись информации и оформление документов следует выполнять в соответствии с требованиями нормативно-технических документов системы стандартов безопасности труда (ССБТ).
10. В содержании операции (перехода) должно быть включено: ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределённой форме (например, точить, сверлить, фрезеровать и т. д.); наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (например, цилиндр, заготовка и т. п.); информация по размерам или их условным обозначениям; дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых деталей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

16. Полную запись следует выполнять при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров. Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. В этом случае в записи содержания перехода следует указывать исполнительные размеры с их предельными отклонениями. Например, "Точить поверхность, выдерживая диаметр $40-0,34$ и $\varnothing = 100 \pm 0,6$ ".

17. Сокращённую запись следует выполнять при условии ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. Данная запись выполняется при достаточной графической информации. Например, "Точить канавку 1".

18. Допускается в записи содержания перехода применять дополнительную информацию по рекомендуемому приложению 4.

19. Запись содержания перехода следует выполнять в соответствии с рекомендуемым приложением 7.

20. Запись вспомогательных переходов следует выполнять в соответствии с указанными выше правилами для технологических переходов. Выбор ключевых слов следует производить по обязательному приложению 3 (начиная с условного кода 0). Запись вспомогательных переходов допускается не выполнять:

* при маршрутном описании технологических операций;

* при операционном описании и применении карты эскизов или соответствующих операционных карт, имеющих место для графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применяемых баз и опор.

При соблюдении указанных требований разработчик обязан заполнить соответствующие графы в документах, предусматривающих запись вспомогательного времени.

Примечание: Требования данного пункта не распространяются на запись вспомогательных переходов, предусматривающих переустановку заготовок (деталей) при отсутствии графических изображений и условных обозначений, применяемых баз и опор. В данном случае следует выполнять соответствующую запись. Например: "Переустановить и закрепить деталь".

21. Установление полной или сокращённой записи содержания операции (перехода) для каждого случая определяется разработчиком документов.

22. В записи операции или перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей. Разработчиком документов такая информация используется при маршрутном описании из конструктивного документа, а при операционном описании указывается на КЭ или ОК, имеющий зону для графической иллюстрации. Допускается в тексте указывать информацию о шероховатости поверхности, если она относится к предварительно обрабатываемым поверхностям и не может быть указана на КЭ или ОК.

23. При текстовой записи информации в документах следует применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми приложениями 4, 5, 8.

24. При формировании записи содержания операции (перехода) необходимо стремиться к оптимизации информации.

25. При работе с обязательным приложением 3 и рекомендуемыми приложениями 4.. .6 следует руководствоваться требованиями пп. 27.. .34.
26. При маршрутном описании операции в дополнение к п. 11 настоящего стандарта допускается указывать по обязательному приложению В в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции (смотрите пример сокращённой записи содержания к п. 14 настоящего стандарта).
27. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов.
28. Дополнительная информация применяется при уточнении названия обрабатываемой поверхности или конструктивного элемента. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".
29. Дополнительная информация применяется только при необходимости указания количества последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".
30. Дополнительная информация применяется при маршрутном описании операции для указания заключительных действий. Например: Точить поверхность, выдерживая размеры диаметр $40_{-0,34}$; диаметр $20_{-0,24}$; диаметр $40^{+0,2}$; $l_1=40^{+0,2}$; $l_2=60^{+0,4}$; $l_3=1,5$.
31. Дополнительная информация применяется в следующих случаях: "Согласно чертежу" или "Согласно эскизу" - при неполном изложении информации в текстовой записи. Ссылка на указанные документы должна расширять требования по выполнению операции или перехода с указанием в них дополнительных требований, размеров, особых указаний. Например: "Протянуть поверхность 1 согласно эскизу"; "Предварительно" или "Окончательно" - при предварительной или окончательной обработке поверхности или конструктивных элементов. Допускается для действий исполнителя, связанных с окончательной обработкой изделия и получением соответствующих размеров, согласно, документов, термин "Окончательно" не указывать. Например: "Точить поверхности 1, 2, 3, 4 предварительно"; "Точить поверхности 1, 2, 3, 4"; "Последовательно" или "Одновременно" - при последовательной или одновременной обработке поверхностей или конструктивных элементов; "По копиру"; "По программе"; "С подрезкой торца"; "По разметке" - при маршрутном изложении технологических операций.
32. Допускается в записи перехода указывать условное обозначение размеров и не обводить их знаком окружности. Например: "Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 1, 2, 3"; при заполнении документов рукописным способом - вместо условного обозначения Д применять О; не указывать условные обозначения длины, ширины, фаски. Например: "Расточить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 100_{-0,24}$; $40^{\pm 0,2}$ и $1,5 \times 45^\circ$ ".
33. Информацию, не вошедшую в приложения, допускается устанавливать в отраслевых стандартах.

3. Конструкторский раздел

3.1. Расчет режущего инструмента.

Расчет режущего инструмента выполняется на основе практических работ по дисциплине Проектирование режущего инструмента, используя необходимую литературу.

3.2. Расчет средства контроля.

Расчет средств контроля выполняется на основе практических работ по дисциплине Метрология, стандартизация и сертификация, используя необходимую литературу.

4. Заключение в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы.

Далее в пояснительной записке помещается *список используемой* литературы.

IV. ТИПОВЫЕ МАРШРУТЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

4.1 Валы

Валы весьма различны по служебному назначению, конструктивной форме, размерам и материалам. В общем машиностроении встречаются валы бесступенчатые и ступенчатые, цельные и пустотелые, гладкие и шлицевые, валы-шестерни, а также комбинированные валы в разнообразном сочетании из приведенных выше групп. Технологию при разработке технологического процесса изготовления вала приходится решать многие однотипные задачи, поэтому целесообразно пользоваться типовыми процессами.

Основные технологические задачи

Точность размеров. Точными поверхностями валов являются, как правило, его опорные шейки, поверхности под детали, передающие крутящие моменты. Обычно они выполняются по 6-7-му квалитетам.

Точность формы. Наиболее точно регламентируется форма в продольном и поперечном сечениях у опорных шеек под подшипники качения. Допуск на круглость и на погрешность профиля в продольном сечении не должен превышать 0,25-0,5 допуска на диаметр в зависимости от типа и класса точности подшипника.

Точность взаимного расположения поверхностей. Для большинства валов главным является выполнение соосности рабочих поверхностей, а также перпендикулярности рабочих торцов базовым поверхностям. Как правило, эти величины составляют от 0,01 до 0,1 мм.

Качество поверхностного слоя. Шероховатость базовых поверхностей составляет обычно $R_a = 2,5-0,63$ мкм, рабочих торцов $R_a = 3,2-1,25$ мкм, остальных неответственных поверхностей $R_z = 80-20$ мкм. Валы могут быть сырыми и термообработанными. Твердость поверхностных слоев, способ термообработки могут быть весьма разнообразными в зависимости от конструктивного назначения валов. Наличие остаточных напряжений в поверхностных слоях, их знак регламентируются редко и в основном для очень ответственных валов.

Пример. Для рассматриваемого вала (рис. 5.1):

- точность размеров основных поверхностей находится в пределах 6-8-го квалитетов;

- точность формы регламентируется на опорных шейках - не более 0,006 мм по величине круглости и погрешности профиля в продольном сечении;
- точность взаимного расположения задается величиной радиального биения (не более 0,02 мм) относительно базовых поверхностей, перпендикулярность рабочих торцов - величиной торцового биения (не более 0,016 мм) относительно базовых поверхностей;
- шероховатость поверхности цилиндрических поверхностей $R_a = 1,25$ мкм, торцовых $R_a = 2,5$ мкм. Шлицевый участок подвергается термообработке ТВЧ HRC 50-55.

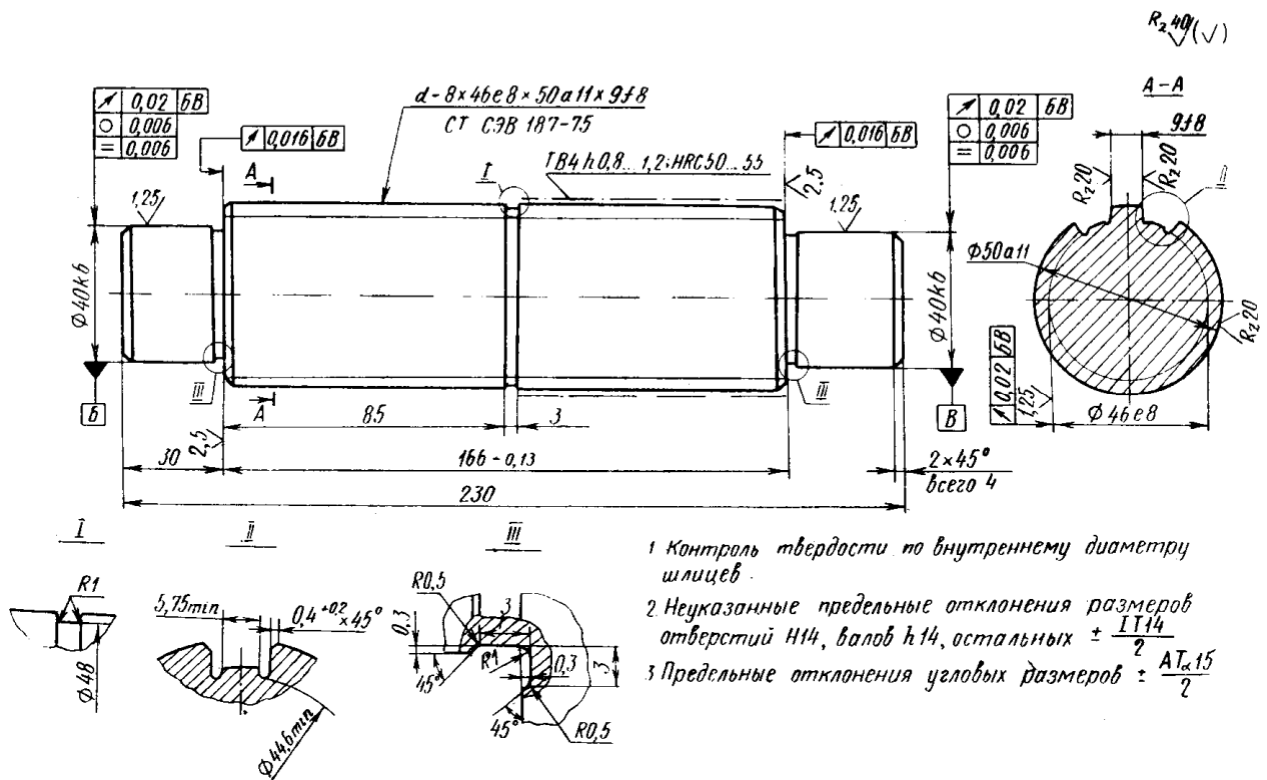


Рис. 5.1

Материал и заготовки

Валы в основном изготавливают из конструкционных и легированных сталей, к которым предъявляются требования высокой прочности, хорошей обрабатываемости, малой чувствительности к концентрации напряжений, а также повышенной износостойкости. Этим требованиям удовлетворяют стали марок 35, 40, 45, 40Г, 50Г, 40Х.

Производительность механической обработки валов во многом зависит от вида заготовки, ее материала, размера и конфигурации, а также от характера производства. Заготовки получают отрезкой от горячекатаных или холодноотянутых нормальных прутков и непосредственно подвергают механической обработке. Заготовки такого вида применяют в основном в мелкосерийном и единичном производстве, а также при

изготовлении валов с небольшим количеством ступеней, и незначительными перепадами их диаметров.

В производстве с более значительным масштабом выпуска, а также при изготовлении валов более сложной конфигурации с большим количеством ступеней, значительно различающихся по диаметру, заготовки целесообразно получать методом пластической деформации. Эти методы (ковка, штамповка, периодический прокат, обжатие на ротационно-ковочных машинах, электровысадка) позволяют получать заготовки, по форме и размерам наиболее близкие к готовой детали, что значительно повышает производительность механической обработки и снижает металлоемкость изделия.

Выбор наиболее рационального способа получения заготовки в каждом отдельном случае определяется комплексно с учетом технико-экономической целесообразности. С увеличением масштаба выпуска особое значение приобретают эффективность использования металла и сокращения трудоемкости механической обработки. Поэтому в крупносерийном и массовом производстве преобладают методы получения заготовок с коэффициентом использования металла от 0,7 и выше (отношение массы детали к норме расхода металла), достигающим в отдельных случаях до 0,95.

При механической обработке валов на настроенных и автоматизированных станках большое значение приобретает и точность заготовки.

Основные схемы базирования

Основными базами подавляющего большинства валов являются поверхности его опорных шеек. Однако использовать их в качестве технологических баз для обработки наружных поверхностей, как правило, затруднительно, особенно при условии сохранения единства баз. Поэтому при большинстве операций за технологические базы принимают поверхности центровых отверстий с обоих торцов заготовки, что позволяет обрабатывать почти все наружные поверхности вала на единичных базах с установкой его в центрах.

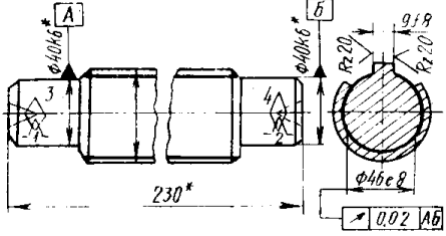
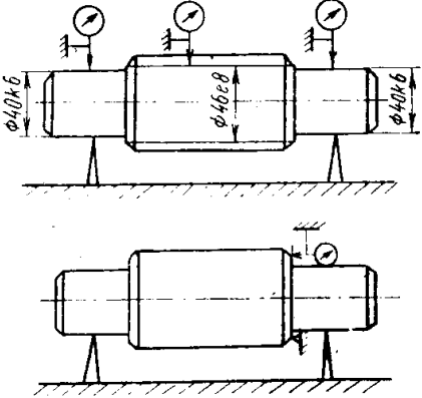
В качестве примера в табл. 5.1 приводится маршрут технологического процесса механической обработки шлицевого вала, изображенного на рис. 5.1.

Таблица 5.1

Технологический маршрут механической обработки вала

	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
00	Правка прутка $\varnothing 55 \times 5000$ (по мере необходимости) на правильно	

	калиброванном станке типа ПК-90	
05	Отрезка заготовки $\varnothing 55 \times 236$ на прессе типа К223	
10	Фрезерно-центровальная. Фрезерование двух торцов 1 одновременно и центрование отверстий 2 двухстороннем фрезерно-центровальном полуавтомате последовательного действия типа МР71	<p>2 торца центр. $\varnothing 4 \times 10$ ГОСТ 14031-74 R_{z20} $\varnothing 55^*$ 230 ± 14 5 $1,2$ $3,4$ * Размер для справок</p>
15	Токарно-винторезная. Выполняется в два установка на станке 16К20. Обтачивание диаметров 1 и 2 (с припуском под шлифование), обтачивание фасок, протачивание канавок (2-й установ не показан)	<p>$\varnothing 55^*$ $\varnothing 50,4^{+0,16}$ $200,5^{+0,46}$ 230^* $30^\circ 0,52$ R_{z40} $\varnothing 40,4^{+0,16}$ 2 4 5</p>
20	Шлицефрезерная. Фрезеровать 8 шлицев (с припуском под шлифование) на горизонтальном шлицефрезерном полуавтомате 5350	<p>230^* $9,4^\circ 0,15$ $\varnothing 46,4^{+0,16}$ $\varnothing 58,4^*$ R_{z40} 3 4 2</p>
25	Термическая ТВЧ $h 0,8 \dots 1,2$, HRC 50...55 согласно чертежу детали. Установка ТВЧ	
1	2	3
30	Центрошлифовальная. Шлифование фасок двух центровых отверстий 1. Выполняется в два установка на центрошлифовальном станке типа МВ119	<p>$\varnothing 50^*$ 230^* $7,5$ 5 3 4 1 2</p>
35	Круглошлифовальная. Выполняется в два установка на станке 3Б151. Шлифование наружных поверхностей 1 и 2 и торца 3 (2-й установ не показан)	<p>$\varnothing 50^*$ R_{z20} $2,5$ $1,25$ $\varnothing 40 \pm 0,6$ 230^* $200^{+0,185}$ $33,5^*$ 3 1 2 2 1 $0,008$ $0,008$ A A $0,016 A$ 2</p>

40	Шлицешлифовальная. Шлифование 8 шлицев по внутреннему диаметру и боковым сторонам одновременно	
45	Промывка детали	
50	Контроль. В качестве примера приводятся схемы измерения радиального биения базовых поверхностей и торцов относительно общей оси двух базовых поверхностей	

4.2 Втулки

К деталям класса втулок относятся втулки, гильзы, стаканы, вкладыши, т.е. детали, образованные наружными и внутренними поверхностями вращения, имеющие общую прямолинейную ось.

Некоторые основные виды подшипниковых втулок, представленные на рис. 5.2 служат как опоры вращающихся валов. Наиболее часто применяют втулки с $L/D \leq 2$.

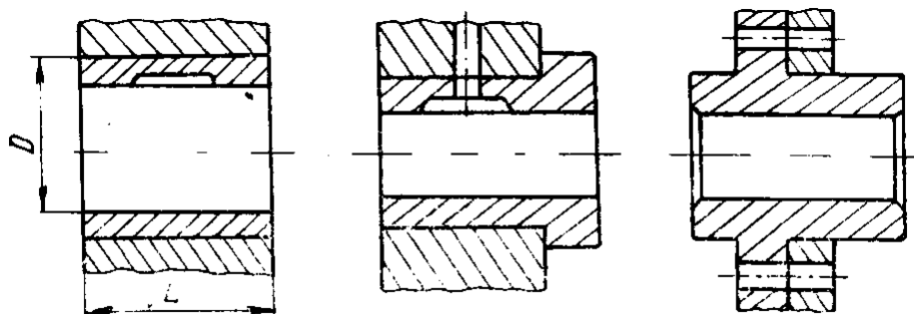


Рис. 5.2

Основные технологические задачи

Основной технологической задачей является обеспечение concentricity наружных поверхностей с отверстием и перпендикулярности торцов к оси отверстия.

Точность размеров. Диаметры наружных поверхностей выполняют по h6, h7; отверстия - по H7, реже по H8, для ответственных сопряжений по H6.

Точность формы. В большинстве случаев особые требования к точности формы поверхностей не предъявляются, т.е. погрешность формы не должна превышать поля допуска на размер.

Точность взаимного расположения:

- концентричность наружных поверхностей относительно внутренних поверхностей 0,015-0,075 мм;
- разностенность не более 0,03-0,15 мм;
- перпендикулярность торцовых поверхностей к оси отверстия 0,2 мм на радиусе 100 мм, при осевой нагрузке на торцы неперпендикулярность не должна превышать 0,02-0,03 мм.

Качество поверхностного слоя. Шероховатость внутренних и наружных поверхностей вращения соответствует $R_a = 2,5-5,0$ мкм, торцов $R_a = 1,25-5,0$ мкм, а при осевой нагрузке $R_a = 2,5-0,5$ мкм. Для увеличения срока службы твердость исполнительных (поверхностей втулок выполняется HRC 40-60).

Пример. Для рассматриваемой втулки (рис. 5.3):

- точность размеров основных поверхностей в пределах H7-h7;
- точность формы - в пределах 1/4 допуска на размер;
- точность взаимного расположения задается величиной радиального биения (не более 0,025 мм) и торцового биения (не более 0,04 мм) относительно оси отверстия;
- шероховатость ответственных цилиндрических поверхностей: наружных $R_a = 1,25$ мкм, внутренних $R_a = 1,25$ мкм.

Материалы и заготовки для втулок

В качестве материалов для втулок служат: сталь, латунь, бронза, серый и ковкий антифрикционный чугун, специальные сплавы, металлокерамика, пластмассы.

Заготовками для втулок с диаметром отверстия до 20 мм служат калиброванные или горячекатаные прутки, а также литые стержни. При диаметре отверстия больше 20 мм применяются цельнотянутые трубы или полые заготовки, отлитые в песчаные или металлические формы, используют также центробежное литье и литье под давлением.

Заготовкой для рассматриваемой детали является штамповка, полученная на горизонтально-ковочной машине.

Основные схемы базирования

Задача обеспечения концентричности наружных поверхностей относительно отверстия и перпендикулярности торцовых поверхностей к оси отверстия может быть решена обработкой:

- наружных поверхностей, отверстий и торцов за один установ;
- всех поверхностей за два установка или за две операции с базированием при окончательной обработке по наружной поверхности (обработка от вала);
- всех поверхностей за два установка или за две операции с базированием при окончательной обработке наружной поверхности по отверстию (обработка от отверстия).

При обработке за один установ рекомендуется следующий технологический маршрут обработки втулки:

1) подрезка торца у прутка, подача прутка до упора, зацентровка торца под сверление, сверление отверстия и обтачивание наружной поверхности, растачивание или зенкерование отверстия и обтачивание наружной поверхности со снятием фасок на свободном торце, предварительное развертывание, окончательное развертывание, отрезка. Эта первая операция выполняется на токарно-револьверном станке, одношпиндельном или многошпиндельном токарном автомате;

2) снятие фасок с противоположного торца втулки на вертикально-сверлильном или токарном станке;

3) сверление смазочного отверстия;

4) нарезание смазочных канавок на специальном станке.

При обработке втулки из трубы вместо сверления производят зенкерование или растачивание отверстия, далее технологический маршрут сохраняется.

При обработке втулки с базированием по внутренней поверхности рекомендуется следующий технологический маршрут обработки втулки:

1) зенкерование отверстия втулки и снятие фаски в отверстии на вертикально-сверлильном станке (технологическая база - наружная (поверхность));

2) протягивание отверстия на горизонтально-протяжном станке со сферической самоустанавливающейся шайбой, которую применяют, потому что торец не обработан;

3) предварительное обтачивание наружной поверхности (в зависимости от точности заготовки), подрезка торцов и снятие наружных (а часто и внутренних) фасок на токарно-многолезцовом полуавтомате). Базирование осуществляется по внутренней поверхности на разжимную оправку;

4) чистовое обтачивание наружной поверхности, чистовая подрезка торца.

При выборе метода базирования следует отдавать предпочтение базированию по отверстию, которое имеет ряд преимуществ:

1) при обработке на жесткой или разжимной оправке погрешность установки отсутствует или значительно меньше, чем при обработке в патроне с креплением заготовки по наружной поверхности;

2) более простое, точное и дешевое центрирующее устройство, чем патрон;

3) при использовании оправки может быть достигнута высокая степень концентрации обработки.

В качестве примера в табл. 5.2 приведен маршрут технологического процесса механической обработки втулки, изображенной на рис. 5.3.

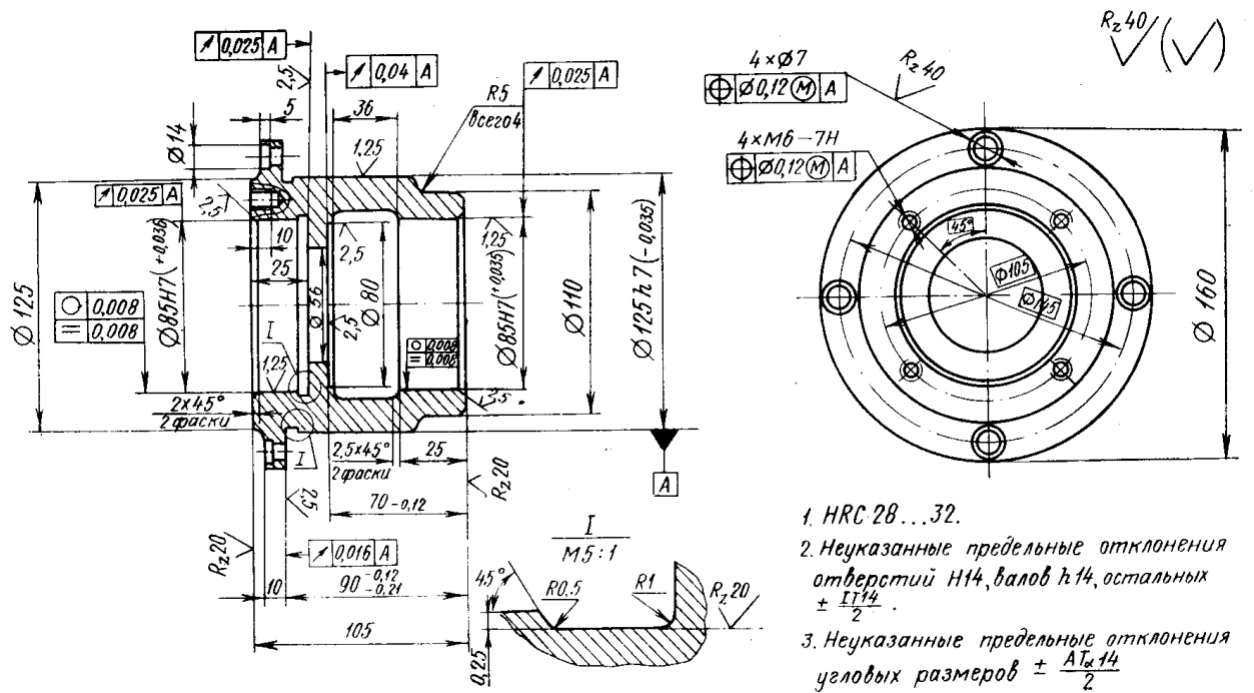


Рис. 5.3

Таблица 5.2

Технологический маршрут механической обработки втулки

	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
00	Заготовительная (ГКМ)	
05	Токарная с ЧПУ. Выполняется на станке с ЧПУ РТ-706. Растачивание диаметров 1, 3 под шлифование, 2 начисто, подрезка торца, растачивание канавки и фасок	
1	2	3

10	Токарная с ЧПУ. Выполняется на станке с ЧПУ РТ-706. Обтачивание диаметров 1 (под шлифование) 2, 3, 4 начисто, подрезка торца, обтачивание канавки 1 и фасок	
15	Радиально-сверлильная. Выполняется на радиально-сверлильном станке 2Н53. Сверление отверстий $\varnothing 7$, длиной 10 мм и зенкерование отверстий \varnothing на длину 5 мм	
20	Термическая HRC 50-55	
25	Внутришлифовальная. Выполняется на станке 3227. Шлифование диаметров 1, 2 и торца 3 начисто	
30	Круглошлифовальная. Выполняется на станке 3A153. Шлифование диаметра 1 и торца 2	

4.3 Корпусные детали

Корпусные детали - это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей. Характерная особенность корпусов - наличие опорных достаточно протяженных и точных плоскостей и отверстий. Корпусные детали могут быть разделены на две основные группы: а) коробчатого типа (призматические) с

плоскими поверхностями больших размеров и основными отверстиями, оси которых расположены параллельно или под углом; б) фланцевого типа с плоскостями, являющимися торцовыми поверхностями основных отверстий.

И те, и другие корпуса могут быть разъемные и неразъемные.

Рассмотрим технологический маршрут обработки кронштейна (рис. 5.4), относящегося к деталям коробчатого типа. Кронштейн установлен в машине на плоскость А. В отверстии кронштейна $\varnothing 47\text{Js7}$ находится подшипник качения, являющийся опорой для вала.

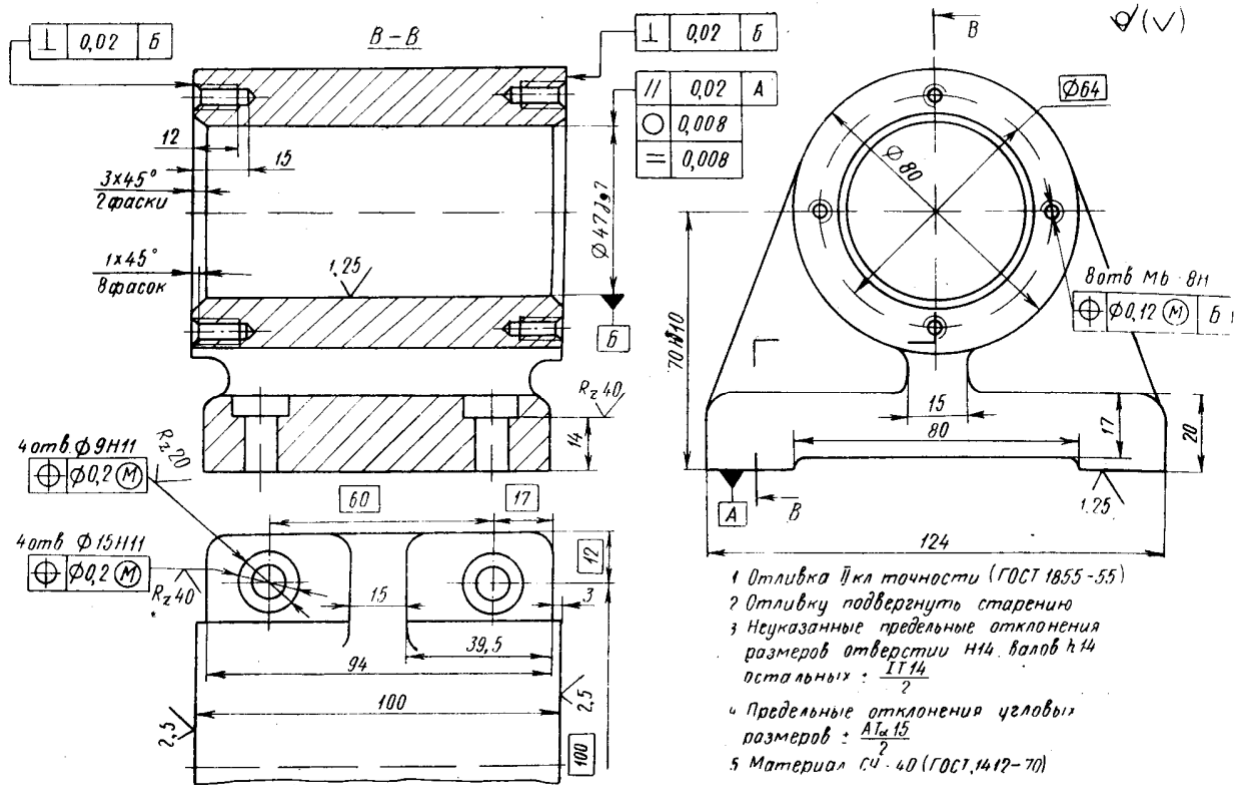


Рис. 5.4

Основные технологические задачи

Точность размеров:

- точность диаметров основных отверстий под подшипники имеет 7-й квалитет с шероховатостью $R_a = 2,5-0,25$ мкм, реже 6-й квалитет $R_a = 0,63-0,08$ мкм;
- точность межосевых расстояний для цилиндрических зубчатых передач с межцентровыми расстояниями 50-800 мм от ± 25 до ± 280 мкм;
- точность расстояний от осей отверстий до установочных плоскостей колеблется в широких пределах от 6-го до 11-го квалитета.

Точность формы:

- для отверстий, предназначенных для подшипников качения и скольжения, допуск круглости и допуск профиля продольного сечения не должен превышать, (0,25-0,5) поля допуска на диаметр в зависимости от точности типа или подшипника;

- допуск прямолинейности поверхностей прилегания не должен превышать 0,05-0,20 мм на всей длине;

- допуск плоскостности поверхностей скольжения 0,05 мм на длине 1 м.

Точность взаимного расположения поверхностей:

- допуск соосности отверстий под подшипники в пределах половины поля допуска на диаметр меньшего отверстия;

- допуск параллельности осей отверстий в пределах 0,02-0,05 мм на 100 мм длины;

- допуск перпендикулярности торцовых поверхностей к осям отверстий в пределах 0,01-0,1 мм на 100 мм радиуса;

- у разъемных корпусов несовпадение осей отверстий с плоскостью разъема в пределах 0,05-0,3 мм в зависимости от диаметра отверстий.

Качество поверхностного слоя. Шероховатость поверхностей отверстий $R_a = 2,5-0,25$ мкм (для 7-го качества); $R_a = 0,63-0,08$ мкм (для 6-го качества); поверхностей прилегания $R_a = 6,3-0,63$ мкм, поверхностей скольжения $R_a = 1,0-0,2$ мкм, торцовых поверхностей $R_a = 6,3-1,25$ мкм. Твердость поверхностных слоев и требования к наличию в них заданного знака остаточных напряжений регламентируются достаточно редко и для особо ответственных корпусов.

Пример. Для рассматриваемой детали «кронштейн» (рис. 5.4):

- точность размеров поверхностей по IT6 - нет, поверхности по IT7 - $\varnothing 47Js7$ ($\varnothing 47H$), размер от оси отверстия $\varnothing 47Js7$ до установочной плоскости А по IT10 - 70h10; все остальные размеры диаметральные и линейные по IT11-IT13;

- точность формы профиля продольного сечения не более 0,008 мкм у отверстия $\varnothing 47Js7$;

- точность взаимного расположения поверхностей:

а) допуск параллельности оси отверстия $\varnothing 47Js7$ относительно установочной плоскости не более 0,02 мм;

б) допуск смещения от номинального расположения осей отверстий не более 0,12 мм;

в) допуск перпендикулярности оси отверстия торцовых плоскостей относительно плоскости В не более 0,02 мм;

- качество поверхностного слоя:

а) шероховатость поверхностей отверстия $\varnothing 47Js7$ $R_a = 1,25-0,63$ (7-й класс шероховатости);

- б) шероховатость торцовых поверхностей Б и В и установочной плоскости А $R_a = 2,5-1,25$ мкм (6-й класс шероховатости);
- в) отливку подвергнуть старению.

Материал и заготовки для корпусных деталей

В машиностроении для получения заготовок широко используются серый чугун марок СЧ15, СЧ18, СЧ24, модифицированный и ковкий чугуны, углеродистые стали; в турбостроении и атомной технике – нержавеющие и жаропрочные стали и сплавы; в авиастроении - силумины и магниевые сплавы; приборостроении - пластмассы.

Чугунные и стальные заготовки отливают в земляные и стержневые формы. Для сложных корпусов с высокими требованиями по точности и шероховатости (корпуса центробежных насосов) рекомендуется литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям.

Заготовки из алюминиевых сплавов получают отливкой в кокиль и под давлением.

Замена литых заготовок сварными производится для снижения веса и экономии материала, при этом толщина стенок корпуса может быть уменьшена на 30-40 % по сравнению с литыми корпусами.

Рассматриваемый кронштейн изготавливается литьем (в разовые формы с машинной формовкой по деревянным моделям. Материал - серый чугун СЧ21.

Основные схемы базирования

При обработке корпусных деталей используются следующие методы базирования:

- обработка от плоскости, т.е. вначале окончательно обрабатывают установочную плоскость, затем принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные отверстия;

- обработка от отверстия, т.е. вначале окончательно обрабатывают отверстие и затем от него обрабатывают плоскость.

Чаще применяется обработка от плоскости (базирование более простое и удобное), однако более точным является обработка от отверстия, особенно при наличии в корпусах точных отверстий больших размеров и при высокой точности расстояния от плоскости до основного отверстия (например, корпуса задних бабок токарных и шлифовальных станков).

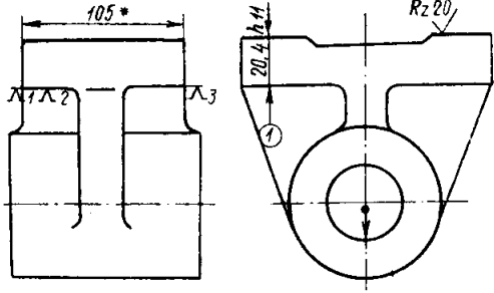
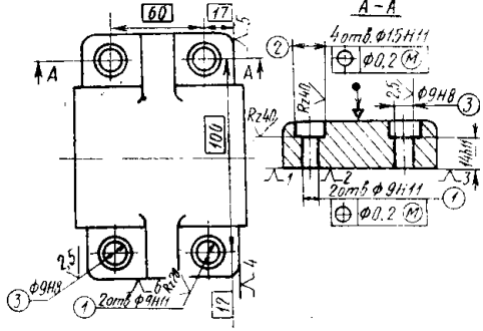
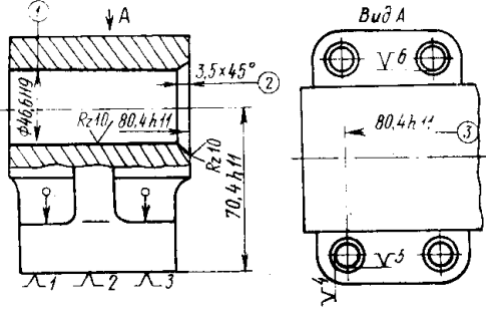
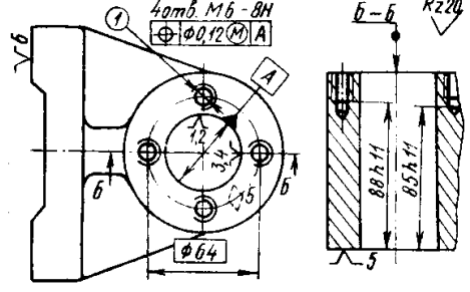
При работе первым методом труднее выдерживать два точных размера - диаметр отверстия и расстояние до плоскости.

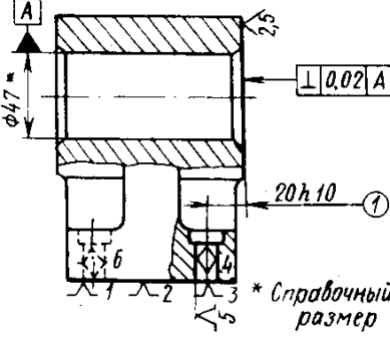
При базировании корпусных деталей стараются выдерживать принципы совмещения и постоянства баз.

В качестве примера в табл. 5.3 приведен маршрут технологического процесса механической обработки кронштейна (рис. 5.4).

Таблица 5.3

Технологический маршрут механической обработки кронштейна

	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
05	<p>Вертикально-фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6М12П. Приспособление специальное. Фрезеровать плоскость 1 под шифование</p>	
10	<p>Радиально-сверлильная. Радиально-сверлильный станок 2Н53, приспособление – кондуктор</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сверлить четыре отверстия 1 и 2 2. Зенкеровать четыре отверстия 2 и два отверстия 3 3. Развернуть два отверстия 3 	
15	<p>Токарно-винтрезная. Токарный станок 16К20. Приспособление – типа «угольник». Расточить отверстие 1, фаску 2, подрезать торец 3 под тонкое растачивание и обтачивание (обработка противоположного торца не показана)</p>	
25	<p>Радиально-сверлильная. Станок радиально-сверлильный 2Н53. Приспособление – кондуктор. Сверлить, зенкеровать, нарезать резьбу в четырех отверстиях 1 (обработка отверстий не показана)</p>	

35	Плоскошлифовальная. Станок плоскошлифовальный 3Б722. Приспособление специальное. Шлифовать плоскость основания 1 начисто	
1	2	3
40	Алмазно-расточная. Станок для тонкой расточки. Приспособление специальное установочное. Расточить отверстие 1 и подрезать торец 2 начисто	
45	Алмазно-расточная. Станок для алмазной расточки. Приспособление специальное установочное. Подрезать торец 1	

4.4 Рычаги

К деталям класса рычагов относятся собственно рычаги, тяги, серьги, вилки, балансиры, шатуны.

Рычаги являются звеньями системы машин, аппаратов, приборов, приспособлений. Совершая качательное или вращательное движение, рычаги передают необходимые силы и движения сопряженным деталям, заставляя их выполнять требуемые перемещения с надлежащей скоростью. В других случаях рычаги, например прихваты, остаются неподвижными и фиксируют относительное положение сопряженных деталей.

Детали класса рычагов имеют два отверстия или больше, оси которых расположены параллельно или под прямым углом. Тело рычагов представляет собой

стержень, не обладающий достаточной жесткостью. В деталях этого класса, кроме основных отверстий, обрабатываются шпоночные или шлицевые пары, крепежные отверстия и прорези в головках. Стержни рычагов часто не обрабатывают.

Основные технологические задачи

Точность размеров. Отверстия - основные и вспомогательные базы, поверхностями которых рычаги и вилки сопрягаются с валиками, проектируют у рычагов и шарнирных вилок по Н7-Н9, а у вилок переключения для уменьшения перекоса при осевом перемещении – по Н7-Н8. Точность расстояний между параллельными исполнительными поверхностями вилок переключения назначают по Н10-Н12. Расстояния между осями отверстий основных и вспомогательных баз рычагов должны соответствовать расчетным; допускаемые отклонения в зависимости от требуемой точности колеблются от $\pm 0,1$ до $\pm 0,025$ мм.

Точность формы. В большинстве случаев особых требований к точности формы поверхностей не предъявляется, т.е. погрешность формы не должна превышать допуск на размер.

Точность взаимного расположения. Для хорошего прилегания поверхностей отверстий к сопряженным деталям оси поверхностей отверстий - вспомогательных баз рычагов должны быть параллельны осям поверхностей отверстий – основных баз; допускаемое отклонение $(0,05-0,3)/100$ мм.

У рычагов, имеющих плоские обрабатываемые стороны, в некоторых случаях (по служебному назначению) обуславливается перпендикулярность осей отверстий относительно плоскости с допускаемым отклонением $(0,1-0,3)/100$ мм радиуса.

Качество поверхностного слоя. Шероховатость поверхности отверстий у рычагов и вилок в зависимости от точности диаметров отверстий назначают $R_a = 2,5-0,5$ мкм, шероховатость исполнительных поверхностей у рычагов $0,63-2,5$ у вилок переключения $1,25-2,5$ мкм. Для увеличения срока службы твердость исполнительных поверхностей рычагов и вилок устанавливают HRC 40-60.

Пример. Для рассматриваемого рычага (рис. 5.5):

- точность размеров основных отверстий 22Н7, 20Н7, допуск на расстояние между осями отверстий составляет 0,02 мм;
- точность формы. Особых требований не предъявляется, т.е. погрешность формы не должна превышать допуска на размеры;
- точность взаимного расположения. Допуск на перпендикулярность осей отверстий относительно плоскости А составляет 0,02 мм;
- шероховатость отверстий $R_a = 2,5$ мкм, торцов бобышек - 2,5 мкм. Остальные поверхности $R_z = 40$ мкм.

Материалы и заготовки для рычагов

В качестве материалов для изготовления рычагов служат: серый чугун марок от СЧ12 до СЧ24, ковкий чугун марок КЧ35, КЧ37 и др., сталь обычного качества марки 3 и конструкционные стали марок 20, 35, 45, 40Х.

Работающие при незначительных нагрузках рычаги изготавливают из пластмасс.

Выбор материала зависит от служебного назначения и экономичности изготовления детали. Рычаги сложной формы могут быть достаточно экономично изготовлены из заготовки-отливки. Для деталей, работающих в машинах под небольшими, неударными нагрузками, выбирают менее дорогой и прочный серый чугун марок от СЧ12 до СЧ18. Детали, испытывающие более значительные нагрузки, изготавливают из более прочного и дорогого чугуна марок СЧ21 и СЧ24. Для нежестких деталей, работающих с толчками и ударами, недостаточно вязкий серый чугун является ненадежным материалом и заменяется ковким чугуном. При получении ковкого чугуна обязательным становится отжиг, после которого заготовки коробятся и должны дополнительно подвергаться правке.

Введение дополнительных операций отжига и правки удорожает заготовки, поэтому в ряде случаев рычаги изготавливают из стали.

Чугунные заготовки рычагов получают обычно литьем в песчаные формы, отформованные по механическим моделям. При повышенных требованиях к точности отливок заготовки отливают в оболочковые формы. Отливки из ковкого чугуна следует подвергать отжигу и последующей правке для уменьшения остаточных деформаций. Припуски на обработку и допуски на размеры отливок рычагов должны быть не более указанных в ГОСТ 26645-85.

Стальные заготовки рычагов получают ковкой, штамповкой, литьем по выплавляемым моделям и реже сваркой. При штамповке заготовок в небольших количествах применяют подкладные штампы. С увеличением масштаба изготовления заготовок более экономичной становится штамповка их в открытых и закрытых штампах. В серийном производстве штамповки выполняют на штамповочных молотах, фрикционных и кривошипных прессах, а в крупносерийном и массовом производствах – на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах. Для повышения производительности и уменьшения себестоимости штампованных заготовок их предварительное формование в массовом производстве в ряде случаев производят на ковочных вальцах. Припуски на обработку и допуски на размеры заготовок рычагов, полученных в открытых штампах, должны быть не более указанных в ГОСТ 7505-89.

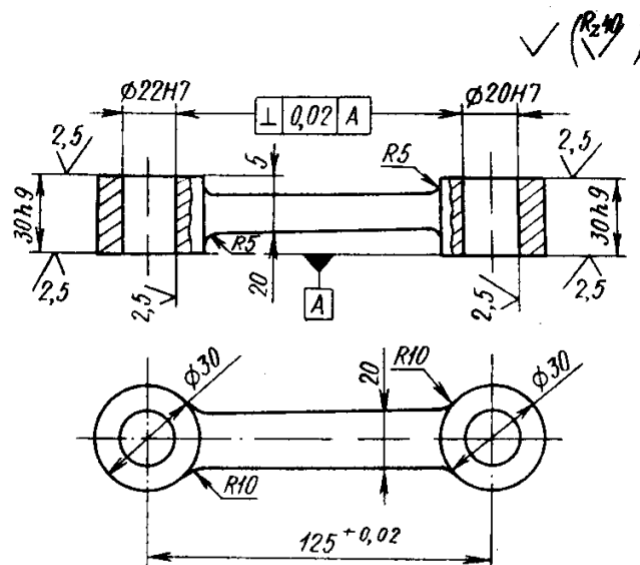
Для уменьшения трудоемкой механической обработки, уменьшения расхода металла и улучшения внешнего вида сложных по конструктивной форме стальных

рычагов их заготовки вместоковки или штамповки получают литьем по выплавляемым моделям. Модели заготовок и литниковой системы из легкоплавких модельных составов, приготовленных на основе парафина, полистирола, стеарина и подобных компонентов, получают в специальных пресс-формах. Шероховатость поверхности отливок по выплавляемым моделям соответствует $R_z = 20$ мкм. Допуски на размеры и припуски на обработку отливок по выплавляемым моделям рычагов не должны превышать указанных в ГОСТ 26645-85. Отверстия по чертежу диаметром меньше 25 мм в заготовках литьем в песчаные формы и штамповкой обычно не получают.

Работающие при значительных нагрузках стальные рычаги из среднеуглеродистой стали для повышения прочности перед механической обработкой термически обрабатывают (закалка и высокий отпуск).

Заготовкой для рычага, рассматриваемого в данном случае, является штамповка, полученная на кривошипном прессе.

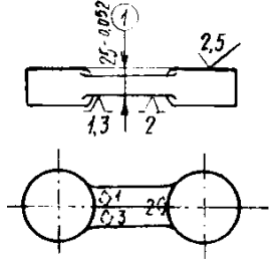
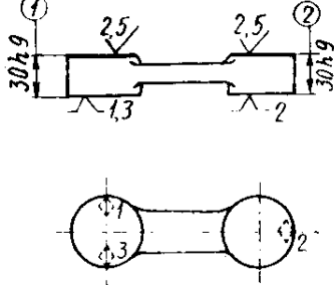
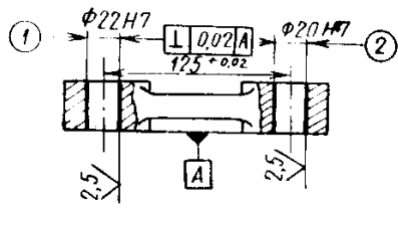
В качестве примера в табл. 5.4 приведен маршрут технологического процесса механической обработки рычага, изображенного на рис. 5.5.



1. HRC 45 50
2. Острые кромки скруглить $R0,5 \dots 0,8$ мм.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий - H14; валов - h14. остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

Рис. 5.5

Технологический маршрут механической обработки рычага

	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
05	Вертикально-фрезерная. Станок вертикально-фрезерный 6Н10: 1. Фрезеровать поверхность 1 под чистовое фрезерование 2. Фрезеровать поверхность 1 начисто	
10	Вертикально-фрезерная. Станок вертикально-фрезерный 6Н10: 1. Фрезеровать поверхность 1 под чистовое фрезерование 2. Фрезеровать поверхность 1 начисто	
15	Радиально-сверлильная. Станок радиально-сверлильный 2Н53: 1. Сверлить отверстия 1 и 2 под развертывание 2. Развернуть отверстия 1 и 2 под чистовое развертывание 3. Развернуть отверстия 1 и 2 начисто	

5.5 Зубчатые колеса

Зубчатые колеса служат для передачи крутящего момента от одного вала к другому при заданном передаточном отношении частоты вращения одного вала к другому. Зубчатые колеса подразделяются на цилиндрические, конические и червячные

По технологическому признаку зубчатые колеса делятся на:

- а) цилиндрические и конические без ступицы и со ступицей, с гладким или шлицевым отверстием;
- б) многовенцовые блочные с гладким или шлицевым отверстием;
- в) цилиндрические, конические и червячные типа фланца;
- г) цилиндрические и конические с хвостовиком.

Основные технологические задачи

Точность размеров. Самым точным элементом зубчатого колеса является отверстие, которое выполняется обычно по 7-му качеству, если нет особых требований.

Точность формы. В большинстве случаев особых требований к точности формы поверхностей не предъявляется.

Точность взаимного расположения. Несоосность начальной окружности зубчатого колеса относительно посадочных поверхностей допускается не более 0,05-0,1 мм. Неперпендикулярность торцов к оси отверстия или вала (биение торцов) обычно принимается не более 0,01-0,015 мм на 100 мм диаметра. В зависимости от условий работы колеса эта величина может быть повышена или несколько уменьшена.

Твердость рабочих поверхностей. В результате термической обработки поверхностная твердость зубьев цементируемых зубчатых колес должна быть в пределах HRC 45-60 при глубине слоя цементации 1-2 мм. При цианировании твердость HRC 42-53, глубина слоя должна быть в пределах 0,5-0,8 мм.

Твердость незакаливаемых поверхностей обычно находится в пределах HB 180-270.

Для рассматриваемого зубчатого колеса (рис. 5.6):

- а) посадочное отверстие выполняется по 7-му качеству;
- б) точность формы не задается;
- в) точность взаимного расположения ограничена величиной торцового биения плоских поверхностей относительно оси отверстия не более 0,016 мм, а также величиной несимметричности шпоночного паза относительно оси отверстия не более 0,02 мм,
- г) шероховатость поверхности зубчатого венца $R_a = 0,63$, отверстия и торцов - 1,25 мкм. Зубчатый венец закаливается ТВЧ до HRC 45-50 на глубину 1-2 мм.

Материал и заготовки

В зависимости от служебного назначения зубчатые колеса изготавливают из углеродистых, легированных сталей, чугуна, пластических масс.

Легированные стали обеспечивают более глубокую прокаливаемость и меньшую деформацию по сравнению с углеродистыми.

Материал зубчатых колес должен обладать однородной структурой, обеспечивающей стабильность размеров после термической обработки, особенно по размеру отверстий и шагу колес. Нестабильность возникает после цементации и закалки, когда в заготовке сохраняется остаточный аустенит, она может также возникнуть в результате наклепа и при механической обработке.

Установлено, что наибольшее коробление дает цементация и меньшее закалка, поэтому часто исправление коробления и повышение точности шевингованием производят не до цементации, а между цементацией и закалкой.

При изготовлении высокоточных колес рекомендуется чередовать механическую обработку с операциями термической стабилизации размеров для снятия внутренних напряжений.

Различают основные виды заготовок зубчатых колес при разных конструкциях и серийности выпуска: заготовка из проката; поковка, выполненная свободной ковкой на ковочном молоте; штампованная заготовка в подкладных штампах, выполненных на молотах или прессах; штампованная заготовка в закрепленных штампах, выполненных на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах.

Заготовки, получаемые свободной ковкой на молотах, по конфигурации не соответствуют форме готовой детали, но структура металла благодаря ковке улучшается по сравнению с заготовкой, отрезанной пилой от прутка.

Штамповка заготовок в закрытых штампах имеет ряд преимуществ: снижается расход металла из-за отсутствия облоя, форма заготовки ближе к готовой детали, снижается себестоимость, экономия металла составляет от 10 до 30 %. Однако отмечается повышенный расход штампов.

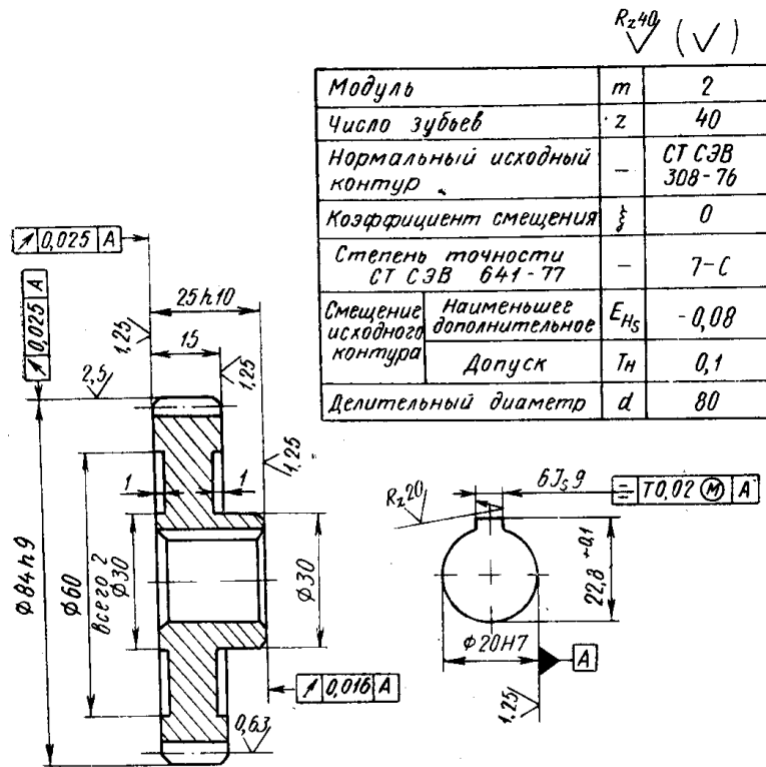
Штамповка на прессах имеет большое преимущество перед штамповкой на молотах: получается точная штамповочная заготовка, припуски и напуски меньше на 30 %, по конфигурации заготовка ближе к готовой детали. На прессах можно штамповать с прошиванием отверстия.

Штамповкой на горизонтально-ковочных машинах изготавливают заготовки зубчатых колес с хвостовиком или с отверстием.

Основные схемы базирования

Выбор базовых поверхностей и разработка технологического процесса зависят от конструктивных форм зубчатых колес, технических требований и объема выпуска. Для наиболее распространенных зубчатых колес 7-8-й степени точности в общем машиностроении вначале полностью обрабатывается отверстие и подготавливается как базовое для установки детали на оправке при последующей обработке.

Маршрут технологического процесса механической обработки цилиндрического зубчатого колеса, изображенного на рис. 5.6, представлен в табл. 5.5.



- 1 Зубчатый венец ТВЧ НRC45 ..50 . h 1 ?
- 2 Фаски 1x45°
- 3 Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14; валов h14; остальных $\pm IT14$.
4. Предельные отклонения угловых размеров $\pm \frac{AT_{\alpha} 15}{2}$

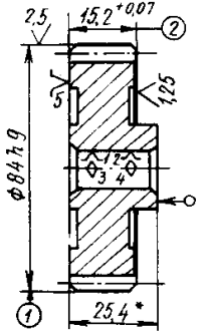
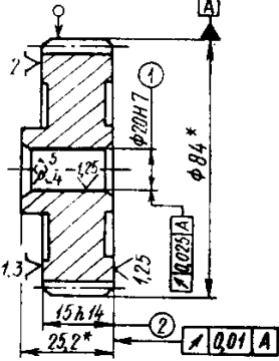
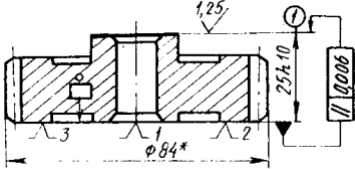
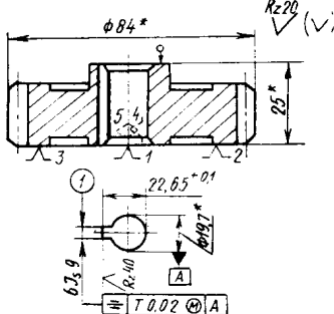
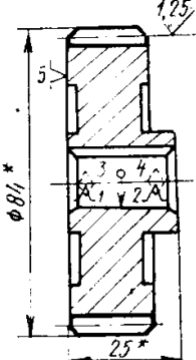
Рис. 5.6

Таблица 5.5

Технологический маршрут механической обработки зубчатого колеса

	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
00	Заготовительная. Штамповка на горизонтально-ковочной машине. Размеры заготовки $\varnothing 90 \times 30$	
05	Термическая. Нормализация	
10	Токарная автоматная. Станок токарный многолезцовый полуавтомат 1723: <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезка торцов 5 и 4 начерно 2. Обтачивание поверхности 1 до кулачков патрона 3. Растачивание отверстия 6 на проход начерно 4. Обтачивание поверхностей 2 и 3 начерно 5. Обтачивание фаски 	<p style="text-align: center;">*Размер для справок</p>

1	2	3
15	<p>Токарная с ЧПУ. Станок токарный 16К20 с ЧПУ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезка торца 1 2. Обтачивание поверхности 4 на оставшейся части начерно 3. Обтачивание поверхностей 2 и 3 4. Растачивание фасок 	
20	Термическая. Нормализация	
25	<p>Токарная с ЧПУ. Станок 16К20 с ЧПУ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезка торца 2 под шлифование 2. Растачивание отверстия 1 под шлифование 3. Растачивание и обтачивание фасок 	
30	<p>Токарно-винторезная. Станок токарный 16К20:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезка торца 1 начисто 2. Подрезка торца 2 под шлифование 3. Растачивание и обтачивание фасок 	
35	<p>Зубофрезерная. Зубофрезерный полуавтомат модели 5306К. Фрезеровать 40 зубьев ($m = 2$) под шлифование</p>	
40	<p>Слесарная. Полуавтомат для снятия заусенцев 5525. Зачистить заусенцы на торцах зубьев</p>	
45	<p>Термическая. Установка ТВЧ. Закалка зубьев</p>	

50	Круглошлифовальная. Станок торцекруглошлифовальный ЗТ153. Шлифовать поверхности 1, 2 начисто	
1	2	3
55	Внутришлифовальная. Станок внутришлифовальный ЗА227. Шлифовать поверхности 1 и 2 начисто	
60	Плоскошлифовальная. Станок плоскошлифовальный ЗБ740. Шлифовать поверхность 1 начисто	
65	Долбежная. Станок долбежный 7А412. Долбить шпоночный паз 1	
70	Зубошлифовальная. Зубошлифовальный полуавтомат 5В833. Шлифовать начерно и начисто 40 зубьев ($m = 2$)	 <p data-bbox="1066 1809 1374 1861">Смещение исходного контура $E_{H5} = -0.08$; $T_H = 0.1$</p>

V. Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ "А"(1)

ГРУППЫ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

№ группы операций	Наименование группы операций	Применяемое оборудование (станки)
01	Автоматно-линейная	Автоматные линии
02	Агрегатная	Агрегатные
03	Долбёжная	Долбёжные
04	Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогательные, зубошлифовальные и др
05	Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.
06	Отделочная	Хонинговальные, доводочные, полировальные
07	Программная	Станки с программным управлением
08	Отрезная	Отрезные
09	Протяжная	Протяжные
10	Расточная	Расточные
11	Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные
12	Сверлильная	Сверлильные
13	Строгальная	Строгальные
14	Токарная	Токарные, токарно-винторезные, многорезцовые и др
15	Фрезерная	Фрезерная (кроме зубофрезерных и резьбофрезерных)
16	Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)

ПРИЛОЖЕНИЕ "Б"

ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Номер операции	Наименование группы операций	Номер операции	Наименование операции	Номер операции	Наименование операции
01	01	Автоматно-линейная	03	03	Долбёжная
02	02	Агрегатная	04	04	Зубодолбёжная
05	04	Зубозакругляющая	49	11	Резьбонакатная
06	04	Зубонакатная	50	12	Вертикально-сверлильная

07	04	Зубообкатывающая				
08	04	Зубоприрабатывающ	51	12	Горизонтально-	сверлильная
09	04	Зубопритирочная				
10	04	Зубопротяжная	51	12	Координатно-	сверлильная
11	04	Зубострогальная				
12	04	Зуботокарная	53	12	Радиально-	сверлильная
13	04	Зубофрезерная	54	12	Сверлильно-	центровальная
14	04	Зубохонинговальная				
15	04	Зубошвеннговальна	55	13	Поперечно-	строгательная
16	04	Зубошлифовальная	56	13	Продольно-	строгательная
17	04	Специальная-	57	14	Автоматная	токарная
		зубообработыв.	58	14	Вальцетокарная	
18	04	Шлиценакатная	59	14	Лоботокарная	
19	04	Шлицестрогальная	60	14	Резьботокарная	
20	04	Шлицефрезерная	61	14	Специальная	токарная
21	05	Комбинированная	62	14	Токарно-	бесцентровая
22	06	Виброабразивная	63	14	Токарно-	винторезная
23	06	Галтовка	64	14	Токарно-	затыловочная
24	06	Доводочная	65	14	Токарно-	карусельная
25	06	Опиловочная	66	14	Токарно-	копировальная
26	06	Полировальная	67	14	Токарно-	револьверная
27	06	Притирочная	68	14	Торцеподрезная-	центровальная
28	06	Суперфинишная				
29	06	Хонинговальная	69	15	Барабанно-	фрезерная
30	07	Абразивно-отрезная	70	15	Вертикально-	фрезерная
31	07	Ленточно-отрезная	71	15	Горизонтально-	фрезерная
32	07	Ножовочно-отрезная				
33	07	Пило-отрезная	72	15	Гравировально-	фрезерная

34	07	Токарно-отрезная			
35	07	Фрезерно-отрезная	73	15	Карусельно-фрезерная
36	08	Расточная с ЧПУ	74	15	Копировально-фрезерная
37	08	Сверлильная с ЧПУ			
38	08	Токарная с СПУ	75	15	Продольно-фрезерная
39	08	Фрезерная с ЧПУ	76	11	Резьбофрезерная
40	08	Шлифовальная с ЧПУ	77	15	Специальная фрезерная
41	09	Вертикально-протяжная	78	15	Универсально-фрезерная
42	09	Горизонтально-протяжная	79	15	Фрезерно-центральная
43	10	Алмазно-расточная			
44	10	Вертикально-расточная	80	15	Шпоночно-фрезерная
45	10	Горизонтально-расточная	81	16	Бесцентрово-шлифовальная
46	1011	Координатно-расточная	82	16	Вальцешлифовальная
47	11	Болтонарезная	83	16	Внутришлифовальная
48	11	Гайконарезная	84	16	Заточная
85	16	Карусельно-шлифовальная	91	16	Резьбошлифовальная
86	16	Координатно-шлифовальная	92	16	Торцешлифовальная
87	16	Круглошлифовальная	93	16	Центрошлифовальная
88	16	Ленточно-шлифовальная	94	16	Шлифовальная специальная
89	16	Обдирочно-шлифовальная	95	16	Шлифовально-затыловочная
90	16	Плоскошлифовальная	96	16	Шлицешлифовальная

Примечание:

Допускается использовать сокращённую форму записи, применяя наименование группы операций в соответствии с обязательным приложением А

Допускается вносить код операции по классификатору технологических операций в машиностроении и приборостроении и не указывать наименование соответствующей операции.

ТЕРМИНОЛОГИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ

ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Наименование операции	Содержание перехода
Вспомогательные переходы	<p>Установить деталь. Установить деталь, закрепить, снять. Снять деталь. Установить деталь, выверить, закрепить. Подать пруток до упора. Закрепить. Снять остаток. Запрессовать деталь на оправку. Открепить деталь. Переустановить деталь, закрепить. Выдвинуть пруток на длину. Перезакрепить деталь. Поджечь центром. Установить расточную оправку. Выверить оправку по приспособлению. Установить накладной кондуктор. Откинуть кондукторную плиту. Повернуть кондуктор с деталью на угол.... Переустановить деталь в кондукторе. Закрепить. Повернуть стол с деталью на угол.... Снять кондуктор. Уложить деталь в тару. Повторить переходы...</p>
Токарные операции	<p>Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размер 1 и 2 . Точить фасонную поверхность в размеры 1,2 и 3. Точить поверхность с подрезкой торца в размеры 1,2. Точить поверхность с образованием фаски в размеры в размеры 1,2,3. Одновременно точить п поверхности в размеры 1,2,3 и 4. Точить галтель /радиус/ в размер 1. Точить фаску в размер 1. Точить конус в размеры 1,2,3,4. Точить сферу в размер 1. Точить шейку под люнет в размеры 1,2,3. Накатать сетчатое рифление в размер 1 по ГОСТ.*... Накатать прямое рифление в размер 1 по ГОСТ.... Нарезать профиль червяка, выдержать размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Подрезать торец начисто (только для заготовок из прутка). Подрезать торец в размер 1. Подрезать торец буртика в размер 1. Проточить риску в размеры 1, 2, 3. Подрезать торец с проточной канавки в размеры 1,2,3. Проточить канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить торцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить радиусную канавку в размеры 1,2,3. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ.... Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размер 1, 2. Надрезать заготовку с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Разрезать заготовку на п деталей в размер 1. Отрезать временный центр в размер 1 .Отрезать деталь в размер 1. Центровать торец в размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Править центровое отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие, в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Зенковать фаску в размер 1. Расточить фаску в размер 1. Расточить коническое отверстие в размеры 1, 2, 3 на проход. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Подрезать дно в размер 1. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить выточку в размеры 1,2,3- Расточить сферу /радиус/ в размер Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Калибровать отверстие в размер 1. полировать поверхность до</p> <p>Раскатать отверстие в размер 1. Обкатать отверстие в размер 1. Навить пружину в размеры 1,2,3. Отрубить пружину в размер 1.</p>
Сверлильные операции	<p>Центровать поверхность в размер 1 .Центровать торец в размеры 1,2,3. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размер 1,2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Зенковать фаску в размер 1. Расточить кольцевую канавку в размеры 1,2,3. Рассверлить отверстие в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Зенковать отверстие в размеры 1,2,3.</p>

	Зенкеровать выточку в размеры 1,2. Зенковать бобышку в размер 1. Зенковать внутреннюю бобышку в размер 1. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1,2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Вырезать деталь в размер 1.
Расточные операции	Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размеры 1, 2. Подрезать торец в размер 1. Фрезеровать поверхность в размер 1. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие на размеры 1, 2. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие на размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить фаску в размер 1. Раскатать отверстие в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1 на проход
Фрезерные операции	Фрезеровать поверхность в размер 1 на проход. Фрезеровать поверхности в размеры 1, 2. Фрезеровать уступ в размеры 1, 2. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Фрезеровать фаску в размер 1. фрезеровать п поверхности (торец, ребро и т.д.) в размеры 1, 2, 3, 4. фрезеровать шпоночный паз в размеры. 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шлиц в размеры 1, 2. Фрезеровать торец в размер 1. Фрезеровать торцы в размер 1. Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с одной стороны). Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2, 3 (с другой стороны). Фрезеровать окно в размер 1, 2, 3. Фрезеровать гнездо в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать скос в размеры 1, 2. Фрезеровать ребро в размер 1. Фрезеровать шестигранник в размер 1. Фрезеровать квадрат в размер 1. Фрезеровать лыску в размер 1. Фрезеровать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Фрезеровать неполные витки червяка на входе и выходе резца до 0,5 толщины (размер 1). Фрезеровать радиус в размер 1. Фрезеровать спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Разрезать деталь на ... штук в размер 1. Отрезать заготовку (деталь) в размер 1.
Строгальные операции	Строгать поверхность в размер 1. Строгать поверхности в размеры 1,2. Строгать уступ в размеры 1,2. Строгать паз в размеры 1, 2, 3. Строгать ребро в размер 1. Строгать канавку в размеры 1, 2, 3. Строгать фаску в размер 1. Строгать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Строгать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с двух сторон).
Долбежные операции	Долбить уступ в размеры 1, 2. Долбить паз в размеры 1, 2, 3. Долбить окно в размеры 1, 2, 3.
Протяжные операции	Протянуть отверстие в размер 1. Протянуть паз в размеры 1, 2. Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1, 2, 3, 4. Протянуть окно в размеры 1, 2, 3. Протянуть поверхность в размер 1.
Зубообрабатывающие операции	Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Долбить зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Протянуть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Фрезеровать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Хонинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Притереть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Закруглить зубья в размер 1. Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Накатать рифления в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Накатать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4.
Шлифовальные операции	Шлифовать поверхность в размер 1. Шлифовать поверхность в размеры 1,2. Шлифовать поверхность и торец в размеры 1,2. Шлифовать галтель (радиус) в размер 1. Шлифовать канавку в размер 1. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать конус в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать сферу в размер 1. Шлифовать канавку в размеры 1, 2, 3. Шлифовать отверстие в размер 1, 2. Шлифовать коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Шлифовать дно в размеры 1, 2. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать торец в размер 1. Шлифовать поверхность в размер 1 на проход. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать уступ в размеры 1, 2. Шлифовать ребро в размер 1 на проход. Шлифовать паз в размеры 1, 2, 3. Шлифовать центровую фаску в размер 1. Шлифовать резьбу в размер 1 на проход. Шлифовать резьбу в размеры 1, 2. Шлифовать коническую резьбу в размер 1, по ГОСТ Шлифовать профиль п заходного червяка, выдержав размеры ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать радиус закругления по профилю червяка в размер 1. Шлифовать пов. шлицев в размеры 1,2,3,4.

Отделочные операции	Хонинговать отверстие в размер 1 до . Суперфинишировать поверхность в размер 1 до. Суперфинишировать отверстие в размер 1 до Полировать отверстие до Полировать поверхность до
Разметочные операции	Проверить размеры заготовки. Разметить базовые плоскости, осевые линии, центры, контур детали.
Слесарные операции	Зачистить заусеницы (для стали). Притупить острые кромки (для чугуна). Маркировать деталь согласно ТУ на изготовление. Клеймить деталь согласно ТУ на изготовление. Править деталь, выдержав прямолинейность. Запилить фаску. Выгнуть концы пружины. Заправить концы пружины. Зачистить остатки после отрезки. Отогнуть витки на торцах пружины. Подогнуть концы пружины.
Балансировочные операции	Определить величину дисбаланса (согласно ТУ). Устранить дисбаланс по ТУ (сверлить отверстие и т. п.). Проверить правильность устранения дисбаланса

ПРИЛОЖЕНИЕ "Г"

ФОРМУЛЫ И ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЁТА СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДАМИ ЛИТЬЯ И ШТАМПОВКИ

Таблицы оптовых цен проката и отходов.

Расчёт себестоимости заготовок, полученных различными методами литья.

1. Расчёт себестоимости получения заготовки $C_{заг}$:

$C_{заг.л.} = C_{стл} * M_{заг.л.} / 1000 * K$, где

$C_{стл}$ - цена одной тонны, зависящая от метода литья, руб. (таблица № 1);

$M_{заг.л.}$ - масса заготовки, полученная методом литья;

$K = K_n * K_c * K_k$ - коэффициент, значение которого зависит от:

K_n - программы выпуска или типа производства (таблица № 2);

K_m - массы литья (таблица № 3);

K_c - группы сложности литья (таблица № 4);

K_k - марки чугуна и качества стали (таблица № 5).

Таблица № 1

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $C_{стл}$

Метод литья	Материал		
	Серый чугун	Ковкий чугун	Низколегированное стальное литьё
	Цена за тонну $C_{стл}$, руб.		
В песчаную форму			
В оболочковую форму			
В кокиль			
Центробежное			
По выплавляемым моделям при массе литья:			25100
до 50 гр. 25100			18000
до 50 гр. 18000			6000
до 50 гр.			

Таблица № 2

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_n

Тип производства	Значение K_n
Массовое	1
Крупносерийное	1,5
Среднесерийное	1,35
Мелкосерийное	1,55

Таблица № 3

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_m

Материал Масса литья, кг
литья

	До 1	1-5	6-10	11-50	51-200	201-500	501-1000
Чугун	1,1-1,8	1	0,95	0,86	0,75	0,65	0,57
Сталь	1,1-1,8	1	0,90	0,77	0,62	0,54	0,52

Таблица № 4

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_c

Материал литья Группы сложности

	1	2	3	4
Сталь	0,65	1	1,4	2

Таблица № 5

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ ЧУГУНА

СЧ00	СЧ20	СЧ30	СЧ35	СЧ40	СЧ45	СЧ55
0,80	0,83	1,00	1,05	1,18	1,23	1,28

Таблица № 6

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ СТАЛИ

Углеродистая	Низколегированная	Легированная	Высоколегированная
0,97	0,2	0,1	0,2

ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ ЛИТЬЯ

Литьё 1 группы сложности, получаемое литьём без стержней или с одним-двумя простыми стержнями, с незначительной поверхностью под механическую обработку или совсем без механической обработки.

Литьё 2 группы сложности, получаемое литьём с несложными стержнями в количестве 5 шт., имеет усиливающие рёбра, выступы без поверхности или с поверхностью под механическую обработку (рычаги).

Литьё 3 группы сложности, многостержневое с сочленением тонких длинных тел коробчатой формы, особо точных по размерам сложных конфигураций, с поверхностями сложных геометрических фигур (лопатки гидротурбин, станины прессов, рычаги и вилки).

Литьё 4 группы сложности, по конфигурации с пересекающимися криволинейными поверхностями, выступами и углублениями, затрудняющими выем модели с особо точными линейными размерами, равномерной плотностью металла (корпуса землесосов, гидравлические коробки нефтетурбовых установок, цилиндры для дизелей).

Таблица № 7

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_n

Тип производства	На молотах, горизонтально-ковочных машинах	На кривошипных	На ротационных
		машинах	машинах
Массовое	0,8	0,65	
Крупносерийное	1,0	1,0	
Среднесерийное	1,4	1,2	0,8
Мелкосерийное	1,8	3,0	1,2

Таблица № 8

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_m

Масса, кг.	До 2	2,1-15	15,2-60	61-250
K_m	1,2	1	0,9	0,82

Таблица № 9

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_c

Группа сложности	1	2	3	4
K_c	0,85	1	1,15	1,40

ВЫБОР ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Группа 1. Штамповки гладкие, прямоугольные, без выступающих частей (1-2перехода штамповки).

Группа 2. Штамповки с незначительно меняющимися сечениями (3 перехода штамповки): валы, болты и др.

Группа 3. Штамповки, имеющие выступающие части или отверстия (4 перехода штамповки): зубчатые колёса, рычаги и др.

Группа 4. Штамповки сложной конфигурации (5 и более переходов штамповки): вилки, рычаги и др.

Таблица № 10

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ ШТАМПОВОК ИЗ СТАЛИ

Углеродистая	Низколегированная	Высоколегированная
0,85	1	1,5

Литература

1. И.С. Добрыднев Курсовое проектирование по предмету Технология машиностроения.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
4. Поковки стальные штампованные ГОСТ 7505-74.
5. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец-тей вузов. Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
6. Металлорежущие станки. Каталог-справочник. Ч. 1-8. М., НИИМАШ, 1971. – 253 с.
7. Металлорежущие станки с числовым программным управлением. Каталог. М., НИИМАШ, 1972. – 358 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 1, 2. М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
9. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 39 с.
10. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. М.: Экономика, 1988. – 366 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.
12. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога машиностроителя. М.: Издательство