

**Министерство образования и науки РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Вологодский государственный технический университет**

машиностроительный техникум

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие по курсовому проектированию

Специальность 151001 «Технология машиностроения»

**Вологда
2012**

Сидорова Е.Б.

Курсовое проектирование по дисциплине «Технология машиностроения»: учебное пособие: Е.Б. Сидорова Вологда, ВоГТУ, 2013-63с.

Представлены общие вопросы организации выполнения курсового проекта по дисциплине СД.02 Технология машиностроения (дата введения ГОС СПО 15.03.2002г.), а также его содержание и состав. Изложены общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части работы. Подробно описана последовательность выполнения разделов пояснительной записки с указанием литературных источников, откуда можно взять необходимый для выполнения работы материал. Приведены примеры выполнения расчетов, оформления технологической документации. Учебное пособие предназначено для студентов машиностроительного техникума очной формы специальности 151001-Технология машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Объём и структура курсового проекта	5
2. Методика выполнения курсового проекта	7
3. Содержание курсового проекта	8
3.1 Вводная часть	8
3.2 Назначение и условия работы заданной детали в узле	8
3.3 Сведения об изготавливаемой детали	8
3.3.1 Материал детали	8
3.3.2 Анализ технологичности детали	9
3.5. Определение типа производства	11
3.6. Выбор заготовки	12
3.6.1. Расчет припусков	13
3.6.1.1. Последовательность определения припуска расчетно-аналитическим методом	14
3.6.1.2. Определение припусков табличным методом	25
3.6.2. Конструирование заготовки	29
3.6.3. Определение себестоимости изготовления заготовки	33
3.7. Основные положения системы ЕСТД	35
3.8. Разработка маршрутного технологического процесса	37
3.9. Выбор и описание режущего и измерительного инструментов	42
3.10. Расчет режимов резания	44
3.11. Расчет технической нормы времени	49
3.12. Технико-экономическое сравнение вариантов технологической операции	52
4. Защита курсового проекта	58
Литература	59
Приложение 1. Образец задания на курсовой проект	61
Приложение 2 Образец содержания курсового проекта	63
Приложение 3 Титульный лист альбома технологической документации и образец заполнения операционно-маршрутной карты.	64

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курсовой проект (далее КП) выполняется студентами машиностроительного техникума очной формы обучения при реализации учебной дисциплины «Технология машиностроения».

Он имеет своей целью:

1. Сформировать навыки самостоятельной работы по проектированию технологических процессов деталей средней степени сложности и решению технологических задач, связанных с механической обработкой деталей машин.
2. Обобщить знания, полученные студентами за предшествующий период обучения по общепрофессиональным и специальным дисциплинам.

В ходе достижения этой цели решаются следующие задачи:

- выявление знаний, умений и навыков студентов по различным дисциплинам учебного плана;
- ознакомление студентов с методикой выполнения различных частей КП и принципами решения производственных задач на базе полученных ими знаний;
- развитие у студентов навыков и умений самостоятельной инженерной деятельности, поиска информации для решения производственных проблем.

К защите допускаются КП, подписанные руководителем.

По результатам выполнения проекта и его защиты выставляется общая оценка проекта.

1.ОБЪЁМ И СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

КП состоит:

- из пояснительной записки;
- из комплекта технологических документов (в соответствие с требованиями ЕСТД);
- графического материала.

Пояснительная записка (ПЗ) является основным документом КП, в котором приводятся расчеты и описания конструкторских и технологических разработок, экономические расчеты. Объем ПЗ, как правило, составляет 20-25 страниц текста. Состав и структура ПЗ должны соответствовать её содержанию. Графический материал КП включает:

- чертеж детали (формат А3);
- чертеж заготовки (формат А3);
- карты операционных эскизов (формат А1);
- чертеж режущего инструмента (формат А3);
- чертеж измерительного инструмента (формат А3).

Содержание ПЗ и графической части может быть изменено по согласованию с руководителем проекта.

Обязательным приложением к пояснительной записке является комплект стандартных технологических документов, на которых, в соответствии с требованиями ГОСТов, входящих в ЕСТД, записывается проектируемый технологический процесс механической обработки детали. Технологические документы заполняются в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 или ГОСТ 3.1418-82, а также ГОСТ 3.1401-86, ГОСТ 3.1103-82, ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1502-85, ГОСТ 3.1120-83.

Тематика курсовых проектов ежегодно обновляется и рассматривается на заседании предметной (цикловой) комиссии.

В КП разрабатывается технологический процесс изготовления детали, который содержит не менее 3-х различных видов технологических операций механической обработки (например: токарную, фрезерную, шлифовальную).

Примерная тема КП:

- «Разработка технологического процесса механической обработки детали вал/фланец/зубчатое колесо».

Задание оформляется на бланке установленной формы (Приложение 1), с указанием даты выдачи задания и срока выполнения проекта. Задание должно быть подписано преподавателем – руководителем проекта и исполнителем – студентом, согласовано с председателем предметной (цикловой) комиссии, а также утверждено заместителем директора по УР.

За правильность всех данных и проектных решений отвечает автор проекта – студент.

Оформляется КП в соответствие с Методическими рекомендациями по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения, утвержденных приказом ректора от 14.02. 2012 № 01-69.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основные вопросы, касающиеся курсового проектирования, прорабатываются в процессе изучения специальных дисциплин, при выполнении лабораторных и практических работ. Однако имеется необходимость изложить ряд общих методических положений и требований, которые обеспечат эффективную самостоятельную работу студента над КП по дисциплине Технология машиностроения.

Изложенные методические рекомендации позволят студентам и руководителям КП обеспечить единство требований и решений отдельных вопросов, а также подготовить студентов к выполнению дипломных проектов.

Работая над каждым вопросом, студент должен подходить к проблеме вдумчиво, творчески, критически анализировать её и принимать самые оптимальные решения.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Вводная часть

Во вводной части (введении) КП рассматривают важность и актуальность выбранной темы. Необходимо отметить дальнейшие повышение технологического уровня машиностроения, механизации и автоматизации производственных процессов, а также повышения качества выпускаемой продукции и эффективности производства. Особое внимание студент должен обратить на развитие той отрасли машиностроения, к которой относится тема проекта. Введение должно быть увязано с темой КП и по объёму не должно превышать одной-двух страниц текста.

Мероприятия, предусмотренные в проекте для получения высоких технико-экономических показателей, перечисляют после их обоснования.

3.2 Назначение и условия работы заданной детали в узле

В разделе необходимо указать: назначение детали, каким факторам подвергается данная деталь в процессе эксплуатации (условия рабочего места, среда, динамические нагрузки и др.) и при отработке детали на технологичность следует учитывать все эти факторы. Целесообразно подобрать иллюстрации, построить схемы.

3.3 Сведения об изготавливаемой детали

3.3.1 Материал детали

При описании материала, из которого изготовлена деталь, студент должен показать его свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии. Необходимо указывать назначение и область применения материала в деталях машиностроения, например: «Сталь 20Х ГОСТ 4543-71 легированная конструкционная применяется для деталей средних размеров с твердой износоустойчивой поверхностью при достаточно прочной и вязкой сердцевине, работающей при больших скоростях и средних давлениях. Из стали 20Х рекомендуется изготавливать зубчатые колеса, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, копиры, шлицевые валы, работающие в подшипниках скольжения и т.д.».

Необходимо указать химический состав, механические и другие свойства данного материала. Химический состав и механические свойства рекомендуется размещать в отдельных таблицах, например таблица 3.1.

Таблица 3.1 - химический состав легированной конструкционной стали

Марка	Содержание элементов, %					
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Никель	Другие элементы
20Х	0,17-0,23	0,5-0,8	0,17-0,37	0,7-1,0	-	-

После анализа свойств материала дается заключение о его пригодности для данной детали. Информацию по данному разделу можно найти в литературе [15, 17].

3.3.2 Анализ технологичности детали

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты зависят в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление. Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;
- детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом;
- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные качества и шероховатость;
- физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления;
- показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения высокопроизводительных методов обработки.

При оценке технологичности конструкции детали необходимо:

- рассчитать показатели технологичности конструкции;
- разработать рекомендации по улучшению показателей технологичности;
- обеспечить технологичность конструкции детали путем внесения изменений.

Качественная оценка технологичности конструкции детали указывается словами «хорошо - плохо», «допустимо - недопустимо», «удобно - неудобно» и т.д. и проводится в следующей примерной последовательности:

- на основании изучения условий работы, учитывая годовую программу, проанализировать возможность упрощения конструкции детали;
- установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки;
- проанализировать конструктивные элементы детали;
- определить возможность совмещения технологических и измерительных баз; рассмотреть возможность введения искусственных баз;
- увязать указанные на чертежах точность обработки, шероховатость и возможные методы обработки;
- установить возможность непосредственного измерения заданных параметров;
- определить необходимость введения отделочных методов обработки;

- проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки;
- обратить внимание на предупреждение/исправление последствий термической обработки – возможного коробления.

Также для валов указывают:

- можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами;
- убывают ли диаметры ступеней к торцам;
- можно ли уменьшить перепады диаметров, исключить большие фланцы;
- можно ли заменить закрытые шпоночные пазы открытыми, которые обрабатываются более производительными дисковыми фрезами;
- можно ли заменить ступенчатый вал на гладкий.

Для зубчатых колес обращают внимание:

- на форму центрального отверстия (сложные отверстия усложняют обработку, вызывая необходимость применения револьверных станков);
- на конфигурацию зубчатого колеса (наиболее технологичными являются колеса без ступиц);
- на симметричность расположения обода (при термической обработке возможно коробление детали);
- на размеры и форму канавок для выхода инструмента;
- на возможность применения многорезцовой обработки.

Количественная оценка характеризуется показателями технологичности [26]. До расчета коэффициентов необходимо выполнить эскиз детали, обозначив все обрабатываемые поверхности арабскими цифрами и оформить таблицу 3.2:

Таблица 3.2 - анализ обрабатываемых поверхностей

№ поверхности	Наименование конечного вида обработки	Значение шероховатости Ra	Квалитет
1	<i>черновое точение</i>	<i>10</i>	<i>14</i>
2			

В КП количественную оценку технологичности конструкции детали можно производить по трем коэффициентам:

-коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{э.у.}}{Q_э}, \quad (3.1)$$

где $Q_{э.у.}$ – число унифицированных элементов детали, шт., $Q_э$ - общее число конструктивных элементов детали, шт.;

-коэффициенту точности обработки детали

$$K_m = 1 - \left(\frac{1}{T_{cp}} \right); \quad (3.2)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{n_i}; \quad (3.3)$$

$K_m > 0,8$, если это условие выполнено, то деталь по коэффициенту точности технологична.

-коэффициенту шероховатости поверхностей детали

$$K_w = \frac{1}{\overline{R}_{cp}}; \quad (3.4)$$

где $\overline{R}_{cp}$ – средняя шероховатость поверхности, мкм

$$\overline{R}_{cp} = \frac{\sum \overline{R}_i n_i}{\sum n_i}; \quad (3.5)$$

$K_w \leq 0.32$, если это условие выполнено, то деталь технологична по коэффициенту шероховатости.

Детали типа вала проверяются на жесткость:

$$\frac{L}{d_c} \leq 12; \quad (3.6)$$

где L – длина вала, мм; d_c – средний диаметр, мм.

Выполнение данного условия позволяет применить многорезцовую обработку, использовать максимальные значения режимов резания.

В заключение данного пункта необходимо дать оценку технологичности изделия с рекомендациями по изменению конструкции детали.

3.5. Определение типа производства

Тип производства согласно ГОСТ3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

$$K_{з.о.} = \frac{Q}{P_M}, \quad (3.7)$$

где Q – число различных операций; P_M – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Типы производства характеризуются значениями коэффициентов закрепления операций и для предварительного определения типа производства можно использовать годовой объем выпуска и массу детали по таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Коэффициент закрепления операций. Определение типа производства.

Тип производства	$K_{з.о.}$	Годовая программа, шт., при массе деталей		
		Св. 30 кг	8-30 кг	До 8 кг
Массовое	1	>1000	>5000	>50000
Серийное: крупносерийное среднесерийное мелкосерийное	Св. 1 до 10	300-1000	500-5000	5000-50000
	Св. 10 до 20	100-300	200-500	500-5000
	Св. 20 до 40	5-10	10-200	100-500
Единичное	Св. 40	<5	<10	<100

Масса детали определяется

$$M_{\text{дет.}} = V_{\text{общ.}} \cdot \rho, \text{ кг} \quad (3.8)$$

где $V_{\text{общ.}}$ - общий объем детали, мм^3 ; ρ - плотность материала, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Плотность основных материалов приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - плотность материалов

Наименование материала	Плотность, $\text{кг}/\text{мм}^3$
Сталь	$7,8 \cdot 10^{-6}$
Чугун	$7,1 \cdot 10^{-6}$
Бронза	$8,8 \cdot 10^{-6}$

Для определения общего объема детали необходимо разбить деталь на элементарные объемы. Определить объем каждой части:

$$V_{\text{цилиндра}} = \pi L D^2 / 4, \text{ мм}^3 \quad (3.9)$$

где L – длина цилиндра, мм; D – диаметр цилиндра, мм.

$$V_{\text{усеченного конуса}} = \pi L (r^2 + rR + R^2) / 3, \text{ мм}^3 \quad (3.10)$$

где L – длина конуса, мм; r , R – радиусы наименьшего и наибольшего оснований конуса, мм.

3.6. Выбор заготовки

Выбор заготовки и её конструирование – ответственный этап проектирования технологического процесса. Конструирование заготовки

предполагает выбор метода её изготовления, определение её размеров с допусками и технических требований, предъявляемых к заготовке. В КП также выполняется технико-экономическое обоснование выбора заготовки, которое производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производительные условия. Техничко-экономическое обоснование ведется по двум выбранным вариантам. При экономической оценке определяются металлоемкость, себестоимость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Техничко-экономический расчет изготовления заготовки производят в следующем порядке:

- устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим техническим требованиям на изготовление детали;
- рассчитывают аналитическим методом припуски на две обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки; назначают припуски на остальные поверхности по нормативным таблицам;
- определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;
- назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода получения заготовки;
- производят расчет массы заготовки на сопоставляемые варианты;
- определяют норму расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (некратность, на отрезание, угар, облой и т.д.);
- определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок с технологическими потерями и без потерь;
- определяют себестоимость изготовления заготовки, выбранных вариантов для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки.

Подробно методика конструирования и выбора заготовки представлена в литературе [3].

Расчеты сводят в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – сравнительная таблица

Метод получения заготовки	Масса заготовки, кг	Себестоимость получения заготовки, руб.	Коэффициент использования материала

3.6.1. Расчет припусков

Припуск на обработку – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали.

Припуск существует общий и промежуточный. В КП следует для двух разнохарактерных поверхностей (наружный диаметр вала и плоскости торцев; наружный диаметр фланца и внутренний диаметр отверстия и т.п.) определить припуск расчетно-аналитическим способом. Для остальных поверхностей определить припуск табличным методом.

3.6.1.1. Последовательность определения припуска расчетно-аналитическим методом

1. Определить базовые опорные поверхности.
2. Определить порядок выполнения операций на поверхность и построить таблицу 3.6, заполнить её, руководствуясь нижеследующими пунктами.

Таблица 3.6 – расчет припуска на размер (указать размер поверхности, допуск/кавалитет, шероховатость по чертежу)

Операции	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск, мкм δ	Предельные размеры, мм		Предельный припуск, мм	
	Rz	T	ρ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
<i>Итого</i>											

3. Определить Rz - высоту микронеровностей, мкм и T - глубину дефектного слоя, мкм (для штампованных заготовок Rz и T находят по таблице 3.14; для обработанных поверхностей в таблицах 3.15 - 3.17);

4. Определить δ - допуск, мкм.

- $\delta_{\text{заготовки}}$ выбирают по таблицам 3.20 - 3.22 в зависимости от метода получения заготовок (прокат, литье или штамповка).

- $\delta_{\text{операционный}}$ – определяют по таблицам 3.15 - 3.17;

- $\delta_{\text{детали}}$ – из данных чертежа.

5. Определить $\rho_{\text{заг}}$ - пространственные погрешности заготовок, мкм по формулам 3.11-3.13.

для деталей типа валов

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \text{ мкм} \quad (3.11)$$

для деталей типа дисков с центральными отверстиями

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}, \text{ мкм} \quad (3.12)$$

для торцовых поверхностей

$$\rho_{\text{заг}} = \rho_{\text{кор}}, \text{ мкм} \quad (3.13)$$

где $\rho_{\text{см}}$, $\rho_{\text{кор}}$, $\rho_{\text{экс}}$ – погрешности по смещению оси, по короблению, по эксцентриситету, мкм. Их определяют по таблицам 3.7-3.8

Таблица 3.7 - пространственные погрешности поковок по смещению оси

Масса поковки, кг	$\rho_{см}$, мм при штамповке на прессах и ГKM для групп точности*		
	1	2	3
До 0,25	0,20	0,3	0,5
0,25-0,63	0,25	0,4	0,6
0,63-1,6	0,30	0,5	0,7
1,6-2,5	0,35	0,6	0,8
2,5-4,0	0,40	0,7	0,9
4,0-6,3	0,45	0,8	1,0
6,3-10,0	0,45	0,9	1,1
10,0-16,0	0,50	1,0	1,2
16,0-25,0	0,55	1,1	1,3

*1 группа - массовое производство, 2 группа - крупносерийное производство, 3 группа - серийное производство.

Таблица 3.8 - пространственные погрешности поковок по эксцентricичности, по короблению

Толщина/высота/длина/ширина заготовки, мм	$\rho_{экс}$, мм для групп точности			$\rho_{кор}$, мм для групп точности		
	1	2	3	1	2	3
До 50	0,5	0,8	1,0	0,25	0,5	0,5
50-120	0,63	1,4	1,5	0,25	0,5	0,5
120-180	0,8	2,0	2,5	0,32	0,5	0,7
180-260	1,0	2,8	3,5	0,32	0,6	0,9
260-360	1,5	3,2	4,5	0,4	0,7	1,0
360-500	2,5	3,6	5,5	0,5	0,8	1,1

Значения величины остаточной пространственной погрешности штампованных/литых заготовок можно применить равной:

- после черного точения: $\rho_{черн. точ.} = 0,06\rho_{заг.}$, мкм;
- после чистового точения: $\rho_{чист. точ.} = 0,04\rho_{черн. точ.}$, мкм;
- после черновой обработки торцев: $\rho_{черн. обр.} = 1,2[0,006\rho_{кор} + 0,15(R-r)]$, мкм (здесь R, r-радиусы наружной и внутренней поверхностей, мм);
- после чистовой обработки торцев: $\rho_{чист. обр.} = 0,003\rho_{кор} + 0,1(R-r)$, мкм.

6. Определить ε - погрешности установки детали, мкм.

Погрешность установки является одной из величин, составляющих общую погрешность при обработке.

Погрешность установки определяется суммой погрешности базирования и погрешности закрепления детали.

При обработке поверхностей тел вращения:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{баз}^2 + \varepsilon_{зак}^2} ; \text{ мкм} \quad (3.14)$$

При обработке в центрах $\varepsilon_{\text{зак}} = 0$, т.к. погрешность закрепления в жестких центрах мала и ею пренебрегают; погрешность закрепления в передний плавающий центр и вращающийся задний не учитывают, т.к. они перекрываются отклонением заготовки под действием силы резания. Т.о. при обработке в центрах:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{баз}}, \text{ мкм} \quad (3.15)$$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \varepsilon_{\text{осевое}} + \varepsilon_{\text{рад}}, \text{ мкм} \quad (3.16)$$

где $\varepsilon_{\text{осевое}}, \varepsilon_{\text{рад}}$ - погрешности базирования в осевом и радиальном направлении, мкм.

$$\varepsilon_{\text{рад}} = 0,25\delta_{\text{д}}, \text{ мкм} \quad (3.17)$$

где $\delta_{\text{д}}$ - допуск на диаметральный размер, мкм.

$\varepsilon_{\text{осевое}}$ определить по таблице 3.9.

Таблица 3.9 - погрешность базирования

Наибольший диаметр центрального гнезда, мм	1-2,5	4-6	7,5-10	12,5-15	20-30
$\varepsilon_{\text{осевое}}, \text{ мм}$	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25

При обработке детали на жесткой оправке $\varepsilon = 0$.

При обработке детали на оправке с зазором погрешность установки определить по таблице 3.10.

Таблица 3.10 - погрешность установки для разных типов оправок

Тип оправки	Радиальное смещение, мкм	Осевое смещение, мкм
Разжимная (цанговая) диаметром до 50мм	35	20
Разжимная (цанговая) диаметром свыше 50мм	50	-
Гидропластная	15	-
Цилиндрическая с гайкой	-	10

Погрешность установки заготовок в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне определить по таблице 3.11.

Таблица 3.11 - Погрешность установки в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне

Поверхность, воспринимающая силу зажима	Диаметры, мм							
	До 50	50-120	120-260	260-500	До 50	50-120	120-260	260-500
	Радиальное смещение заготовки, мкм				Осевое смещение заготовки, мкм			
Штамповка на прессе, литье в постоянную форму	200	300	400	500	80	100	120	150
Штамповка на молоте	300	400	500	600	100	120	150	200
Литье по выплавляемым моделям, в оболочковую форму или предварительно обработанная	100	150	200	250	50	80	100	120
Обработанная начисто	50	80	100	120	30	50	80	100
Шлифованная	20	30	40	50	10	15	25	30

При обработке заготовок с одного установа, т.е. при неизменном закреплении заготовки, указанное в таблице значение принимать для расчета припуска под первый технологический переход.

Под второй переход величина определяется по формуле 3.18:

$$\varepsilon' = 0,06\varepsilon + \varepsilon_{инд}, \text{ мкм} \quad (3.18)$$

где $\varepsilon_{инд}$ - погрешность индексации поворотного устройства (поворотного стола, шпиндельного барабана, револьверной головки т.п.) принимать равной 50мкм.

При расчете припусков под последующие переходы погрешностью закрепления можно пренебречь.

Погрешность установки заготовок в тисках определить по таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Погрешность установки заготовок в тисках

Тип тисков	Метод установки	Смещение заготовки, мкм
Винтовые тиски	На подкладке в свободном состоянии	100-200
	На подкладке с постукиванием при зажиме	50-80
Эксцентрикковые тиски	С подкладкой	40-100
	Без подкладки	30-50

Погрешность установки заготовок в приспособлениях силой, направленной перпендикулярно к опорной базирующей поверхности определить по таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Погрешность установки заготовок в приспособлениях

Поверхность, воспринимающая силу зажима	Смещение заготовки, мкм
Литье в земляную, песчаную форму, штамповка на молотах	100-150
Литье в постоянную форму, штамповка на ГKM, на КШП	75-100
Литье в оболочковую форму, по выплавляемым моделям	40-50
После черновой обработки резанием	50-75
После чистовой обработки резанием	10-15

Примечание: при установке на магнитной плите погрешностью закрепления пренебречь.

Таблица 3.14 - Высота микронеровностей и глубина дефектного слоя штампованных заготовок

Масса, кг	Rz, мкм	T, мкм
До 0,25	80	150
0,25-4,00	160	200
4,00-25	240	250

Таблица 3.15 - точность и качество поверхностей при обработке цилиндрических поверхностей

Обработка	Rz, мкм	T; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер при номинальных диаметрах, мм						
				10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Точение черновое	80	120	15-17	240	280	620	740	870	1000	1150
Точение чистовое	10	30	8-9	70	84	100	120	140	160	185
Точение тонкое	5	10	7	35	45	50	60	70	80	90
Шлифование чистовое	2,5	10-5	6-7	18	21	25	30	35	40	47

Таблица 3.16 - точность и качество поверхностей при обработке отверстий

Обработка	Rz, мкм	T; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер при номинальных диаметрах, мм						
				10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Сверление	80	70	15-17	240	280	340	400	-	-	-
Зенкерование черновое	40	50	14-15	240	280	340	400	460	-	-
Зенкерование чистовое	20	40	12-14	70	84	100	120	140	-	-
Развертывание нормальное	10	25	8-9	120	140	170	200	230	260	300
Протягивание черновое	10	25	12-14	-	-	170	200	230	260	-
Протягивание чистовое	2,5	10	7-8	35	45	50	60	70	80	-
Растачивание черновое	80	50	15-17	240	280	340	400	460	530	600
Растачивание чистовое	20	25	8-9	70	84	100	120	140	160	185
Растачивание тонкое	5	10	7	27	33	39	46	54	63	73
Шлифование чистовое	2,5	10-5	6-7	27	33	39	46	54	63	73

Таблица 3.17 - точность и качество поверхностей при обработке плоскостей

Обработка	Rz, мкм	T; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер обработки до базовой поверхности, мм			
				До 80	80-180	180-260	260-500
Фрезерование, строгание черновое	80	100	12-14	200	280	620	740
Фрезерование, строгание чистовое	20	50	10-11	120	160	185	250
Шлифование чистовое	2,5	15	6-8	25	40	47	62

7. Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам, используя формулы таблицы 3.18.

Таблица 3.18 - расчетные формулы для определения припуска на обработку

Вид обработки	Расчетная формула	
Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей	$Z_{\min-1} = R_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$, мкм	(3.19)
Параллельная обработка противоположных плоскостей	$2Z_{\min-1} = 2(R_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$, мкм	(3.20)
Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения	$2Z_{\min-1} = 2(R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$, мкм	(3.21)

8. Определить расчетные размеры и предельные припуски по всем технологическим переходам, руководствуясь таблицей 3.19.

Таблица 3.19 - последовательность определения расчетных размеров и предельных припусков

Для наружных поверхностей	Для внутренних поверхностей
-Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу.	-Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу.
-Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу	-Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу

расчетного припуска $2Z_{\min}$. -Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру расчетного припуска $2Z_{\min}$ следующего за ним смежного перехода. -Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением расчетных размеров; (округление производят до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода). -Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру. -Записать предельные значения припусков $2Z_{\max}$ как разность наибольших предельных размеров и $2Z_{\min}$ как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.	расчетного припуска $2Z_{\min}$. -Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера расчетного припуска $2Z_{\min}$ следующего за ним смежного перехода. -Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров; (округление производят до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода). -Определить наименьшие предельные размеры путем вычитания допуска из округленного наибольшего предельного размера. -Записать предельные значения припусков $2Z_{\max}$ как разность наименьших предельных размеров и $2Z_{\min}$ как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов.
---	--

9.Определить общие припуски, суммируя промежуточные припуски на обработку $2Z_{\min}$ и $2Z_{\max}$. Занести данные в таблицу.

10.Выполнить проверку по формулам 3.22-3.25:

$$2Z_{i\max}-2Z_{imin}=\partial_{i-1}-\partial_1 \quad (3.22)$$

$$2Z_{\max}-2Z_{\min}=\partial_{Di-1}-\partial_{Di} \quad (3.23)$$

$$2Z_{\max}-2Z_{\min}=\partial_3-\partial_d \quad (3.24)$$

$$2Z_{\max}-2Z_{\min}=\partial_{D3}-\partial_{Dd} \quad (3.25)$$

Расчетные размеры на заготовку округляют до технологической возможности оборудования и экономической целесообразности принятой точности. Рекомендуемые расчетные размеры заготовок следует округлять в

сторону увеличения припусков в зависимости от степени точности и типа производства (для массового производства увеличивают припуск до $+0,1\text{мм}$, для единичного $+1,0\text{мм}$).

Таблица 3.20 - допускаемые отклонения ($\pm$) на размеры чугуновых и стальных отливок по ГОСТ 1855-55 и ГОСТ 26645-85

Размеры отливки, мм	Номинальный размер детали, мм					
	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250
I класс точности						
До 120	0,2	0,3	-	-	-	-
120-260	0,3	0,4	0,6	-	-	-
260-500	0,4	0,6	0,8	1,0	-	-
500-1250	0,6	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6
1250-3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
3150-5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5
II класс точности						
До 260	0,5	0,8	1,0	-	-	-
260-500	0,8	1,0	1,2	1,5	-	-
500-120	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
1250-3150	1,2	1,5	2,0	2,5	2,0	4,0
3150-6300	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0

Таблица 3.21 - допуски на штампованные заготовки нормальной точности (ГОСТ 7505-74 «Допуски, припуски и кузнечные напуски»)

Масса поковки, кг	Допуски для размера, мм								
	До 50	50-120	120-180	180-260	260-360	360-500	500-630	630-800	800-1000
До 0,25	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+1,0	+1,2	-	-	-
	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-	-	-
0,25-0,40	+0,7	+0,8	+0,9	+1,0	+1,2	+1,3	-	-	-
	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-0,7	-	-	-
0,40-0,63	+0,8	+0,9	+1,1	+1,2	+1,3	+1,4	+1,4	-	-
	-0,4	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-1,0	-	-
0,63-1,00	+0,9	+1,1	+1,2	+1,3	+1,4	+1,5	+1,6	-	-
	-0,5	-0,6	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-	-
1,00-1,6	+1,1	+1,2	+1,3	+1,4	+1,6	+1,6	+1,8	+2,0	-

	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8	-1,0	-1,1	-1,2	
1,6-2,5	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,8 -1,1	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5
2,5-4,0	+1,3 -0,7	+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5
4,0-6,3	+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0
6,3-10,0	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0
10-16	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,4 -1,5	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0
16-25	+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 +1,5	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+0,4 -2,5
25-40	+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,0	+4,5 -2,5

Таблица 3.22 - сортамент и допуски на горячекатаную круглую сталь ГОСТ2590-87

Диаметр, мм	Допустимые отклонения δ , мм
10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	+0,3 -0,5
20,21,22,24,25	+0,4 -0,5
26,28,30,32,34,36,38,40,42,45,48	+0,4 -0,7
50,53,56,	+0,4 -1,0
60,63,65,70,75	+0,4 -1,1
80,85,90,95	+0,5 -1,3
100,105,110	+0,6 -1,7
120,125	+0,8 -2,0
130,140,150	+0,8 -2,0
160,170,180,190,200	+0,8 -2,5
210,220,240,250	+2,1 -3,0

3.6.1.2. Определение припусков табличным методом

1. Определить порядок выполнения операций на поверхность и построить таблицу 3.23.

Таблица 3.23 – определение припуска табличным методом (указать размер поверхности, допуск/кавалитет, шероховатость по чертежу)

Операции	Табличный припуск, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск, мкм σ	Предельные размеры, мм		Предельный припуск, мм	
				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
<i>Итого</i>							

Табличные припуски определить по таблицам 3.24 -3.25. Дальнейший расчет ведется аналогично п. 3.6.1.1.

Для одного из размеров построить схему графического расположения припусков и допусков.

Таблица 3.24 - припуски на чистовое подрезание торцов, мм

Диаметр заготовки, мм	Общая длина заготовки, мм					
	До 18	18-50	50-120	120-260	260-500	Св.500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
30-50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
50-120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
120-300	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5

Таблица 3.25 - промежуточные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Номиналь ный диаметр, мм	Операция	Припуск на диаметр при длине, мм								
		До 25	26-63	63-100	100-160	160-260	250-400	400-630	630-1000	1000-1600
До 6	Точение черновое	2,5	2,6	2,5	3,0	3,0	3,5		-	-
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1		-	-
	Шлифование	0,25	0,26/0,3	0,25/0,3	0,25/0,3	0,3/0,4	0,4	0,4/0,5	0,4	-
6-10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	0,26/0,3	0,26/0,3	0,26/0,4	0,26/0,4	0,3/0,4	0,4	-	-	-
10 - 18	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,6	1,6	1,5	2,0	-
	Шлифование	0,3	0,3	0,3	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4/0,5	0,4/0,5	0,4	0,5
18- 30	Точение черновое	3,6	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0

	Точение чистовое	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5
	Шлифование	0,3/0,4	0,3/0,4	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4	0,4/0,5	0,5	0,5/0,6	0,6/0,7
30- 50	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,5/0,7	0,7/0,8
50-80	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,6	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,6	2,5
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4/0,6	0,4/0,6	0,6	0,6	0,6/0,7	0,7/0,9
80-120	Точение черновое	6,5	5,6	6,5	6,0	6,0	7,0	7,6	8,5	8,5
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	3,0
	Шлифование	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5/0,6	0,5/0,7	0,6/0,7	0,6/0,8	0,8/0,9
120-200	Точение черновое	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	2,5	3,0	3,0	3,5
	Шлифование	0,5	0,5	0,6	0,6/0,7	0,6/0,7	0,6/0,8	0,6/0,8	0,7/0,9	0,8/1,0

Примечания:

1. В числителе даны припуски для незакаленных деталей, в знаменателе - для закаленных.

2. При обработке с уступами припуск назначается по отношению к общей длине детали.

3. При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подверженных значительным термическим деформациям (например, из стали 45), припуски под шлифование следует увеличивать.

4. При изготовлении заготовок, подвергающихся нагреву, допускается увеличение припуска на сторону обрабатываемой поверхности:

Масса поковки, кг	до 2,5;	2,5... 6;	Св. 6
Увеличение припуска, мм	0,5;	0,8;	1

3.6.2. Конструирование заготовки

После определения припусков и размеров заготовки, выполняют эскиз заготовки, учитывая штамповочные уклоны, радиусы скруглений и т.п.

К кузнечным напускам относятся штамповочные уклоны, внутренние радиусы скруглений, перемычки отверстий заготовки и другие дополняющие припуски. Величину штамповочных уклонов определяют по ГОСТ 7505-74 (таблица 3.26).

Допускаемые отклонения от соосности прошиваемых в поковках отверстий к наружным поверхностям определяют по табличным нормативам и они не зависят от других допусков, а являются дополнением к ним (таблица 3.27).

Допускаемые отклонения от плоскостности, вогнутости, прямолинейности (для цилиндрических поверхностей) определяют по табличным нормативам (таблица 3.28).

Допускаемые отклонения на межцентровые расстояния в поковках определяют по таблице 3.29.

Предельные отклонения на угловые элементы поковок определяют по таблице 3.30. Отклонения на радиусы скруглений поковок определяют по таблице 3.31.

Выполнение сквозных отверстий и углублений в горячих объемных штамповках, изготавливаемых на прессах и молотах, обязательно, если оси отверстий или углублений совпадают с направлением движения ползуна прессы или бабы молота. Диаметр углублений или отверстий должен быть большим или равен высоте поковок, но не менее 30 мм.

При изготовлении сквозных отверстий и углублений на горизонтально-ковочных машинах является обязательным, чтобы оси данных элементов совпадали с направлением движения высадочного ползуна, а диаметры или размеры прошиваемых отверстий и углублений были бы не менее 30 мм, глубина не должна превышать трех диаметров данного отверстия. Обычно глубина отверстий в штампованных поковках составляет не более 0,8 их диаметра.

Таблица 3.26 - штамповочные уклоны для заготовки

Штамповочное оборудование	Штамповочные уклоны	
	внешние	внутренние
Молоты	7°	10°
Прессы с выталкивателем	5°	7°
Горизонтально-ковочные машины	5°	7°

Таблица 3.27 - допускаемые отклонения от соосности прошиваемых в поковках отверстий, мм

Размер поковки	Поле допуска для класса точности	
	I	II
До 60	0,5	0,8

60-100	0,6	1,0
100-160	0,8	1,5
160-250	1,2	2,0
250-360	1,6	2,5
360-500	2,0	3,0
500-630	2,5	3,5
630-800	3,0	4,0

Таблица 3.28 - допускаемые отклонения от плоскостности, вогнутости, прямолинейности и радиальному биению, мм

Размер поковки	Допускаемые отклонения для классов точности	
	I	II
До 60	0,25	0,40
60-100	0,40	0,60
100-160	0,50	0,80
160-250	0,60	1,00
250-360	0,80	1,2
360-500	1,00	1,5
500-630	1,50	2,00
630-800	1,80	2,50
800-100	2,00	3,00

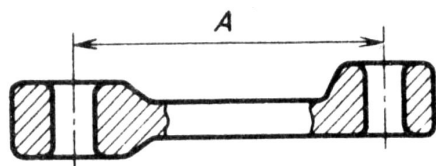
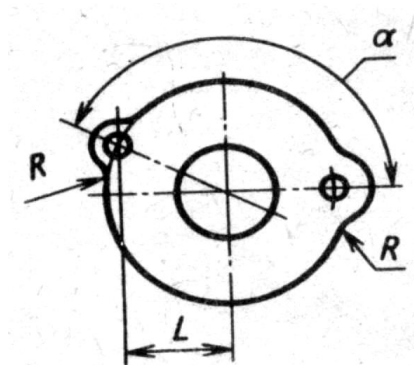


Рис. 3.1 - Межцентровое расстояние

Таблица 3.29 - Допускаемые отклонения ($\pm$) на межцентровые расстояния отверстий повок, мм (рис.3.1)

Расстояние между	Допуск для классов точности	
	I	II
До 60	0,20	0,30
60-100	0,25	0,50
100-160	0,40	0,80
160-250	0,50	1,00
250-400	0,75	1,50
400-600	1,20	2,00
600-800	1,50	2,50
800-1000	2,00	3,00
1000-1250	2,50	3,50

Таблица 3.30 - отклонения на угловые размеры поковок (рис.3.2.)



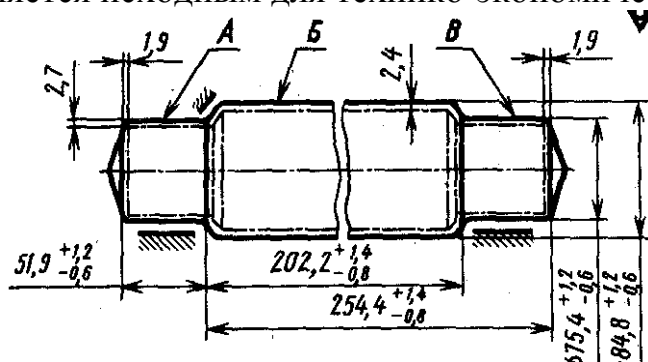
Длина угловых элементов L, мм	Допуск для классов точности	
	I	II
До 25	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 3^{\circ}00'$
25-60	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 1^{\circ}30'$
60-100	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}45'$
100-160	$\pm 0^{\circ}15'$	$\pm 0^{\circ}30'$
Св. 160	$\pm 0^{\circ}10'$	$\pm 0^{\circ}15'$

Рис. 3.2 – Угловые размеры

Таблица 3.31 - отклонения на радиусы скруглений в поковках, мм

Радиусы скруглений поковки R	Допуск для классов точности	
	I	II
До 3	1	2
3-6	2	3
6-10	3	5
10-16	5	8
16-25	8	12
25-40	15	20
40-60	20	30

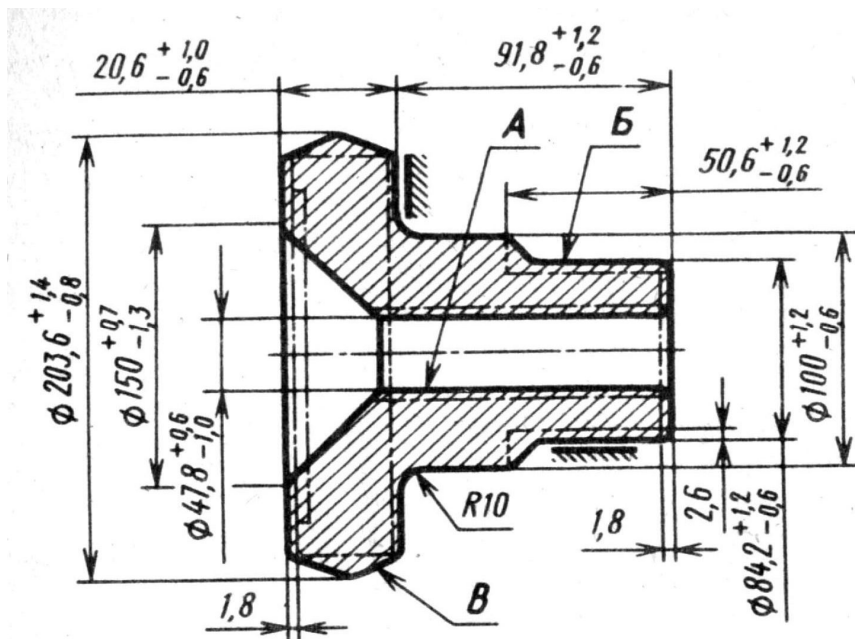
По принятым размерам, допускам, штамповочным уклонам, радиусам скруглений и другим параметрам разрабатывается эскиз заготовки, который является исходным для технико-экономических расчетов (рисунки 3.3, 3.4).



1. НВ 241 ... 245;
2. Степень сложности заготовки С1;
3. Группа стали МІ;
4. Точность изготовления I класс;
5. Радиусы закруглений внешних углов R= 4 мм;

6. Штамповочные уклоны 5° ;
7. Допуск соосности поверхностей А, Б и В относительно базовой оси заготовки 1,6мм.

Рис.3.3. Рабочий чертеж заготовки вала.



1. НВ 241 ... 245;
2. Степень сложности поковки СЗ;
3. Группа стали М1;
4. Точность изготовления I класс;
5. Радиусы закруглений углов - R5мм;
6. Штамповочные уклоны наружных поверхностей 5° , отверстия 7° ;
7. Допуск соосности поверхностей А, Б и В относительно базовой оси 0,8мм

Рис. 3.4. Рабочий чертеж заготовки фланца.

В технических требованиях рабочего чертежа заготовки необходимо указывать классы точности, группу стали, степень сложности.

В зависимости от технических требований к точности размеров, условий и характера производства (массовое или серийное), заготовки, полученные методом горячей объемной штамповки, подразделяются на повышенную точность (класс I) и нормальную точность (класс II). Для различных размеров одной и той же заготовки допускается применять различные классы точности.

Категория поковок характеризуется группой стали, условно обозначаемой М1 и М2. К группе М1 относятся углеродистые и легированные стали с содержанием углерода до 0,75% и легирующих элементов до 2,0%. К группе М2 относятся легированные стали, кроме указанных в группе М1.

Заготовки, изготавливаемые горячей объёмной штамповкой на различных видах кузнечно-прессового оборудования, подразделяются на четыре степени сложности: С1, С2, С3 и С4.

Степень сложности – отношение массы/объема штамповки к массе/объёму фигуры, в которую вписывается штамповка. Степень сложности принимаем по ГОСТ 7505-89:

$$C=G_{\text{п}}/G_{\text{ф}} \text{ или } C=V_{\text{п}}/V_{\text{ф}}, \quad (3.26)$$

где $G_{\text{п}}$ – масса поковки, кг; $G_{\text{ф}}$ – масса фигуры, кг; $V_{\text{п}}$ – объём поковки, см^3 ; $V_{\text{ф}}$ – объём описанной фигуры, см^3 .

Степени сложности характеризуются следующими величинами:

С1 – Св. 0,63 до 1,00;

С2 – Св. 0,32 до 0,63;

С3 – Св. 0,16 до 0,32;

С4 – До 0,16.

3.6.3. Определение себестоимости изготовления заготовки

После определения объёмов двух предлагаемых заготовок по плюсовым допускам, массы двух предлагаемых заготовок, коэффициентов использования материала определяются себестоимости заготовок.

Себестоимость заготовок из проката определяется по формуле 3.25.

$$S_{\text{заг.}} = M + \Sigma C_{\text{о.з.}}, \text{ руб.} \quad (3.27)$$

где M – затраты на материал заготовки, руб.

$$M = M_{\text{заг.}} \cdot S - (M_{\text{заг.}} - m_{\text{дет}}) \frac{S_{\text{отх}}}{1000}; \text{ кг} \quad (3.28)$$

где S – цена 1 кг материала заготовки, руб. (сталь 45 1кг-25 руб.); $S_{\text{отх}}$ – цена 1т отходов/стружки (стальная стружка 1т-3780 руб.); $\Sigma C_{\text{о.з.}}$, руб.- технологическая себестоимость операции разрезки проката на штучные заготовки.

$$\Sigma C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{нз}} T_{\text{шт}}}{6000}; \text{ руб.} \quad (3.29)$$

где $C_{\text{нз}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, коп./час ($C_{\text{нз}}$ при отрезке дисковой пилой можно принять 16335 коп./час.); $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции резки, мин.

$$T_{\text{шт}} = 0,0002D^2, \text{ мин} \quad (3.30)$$

где D-диаметр проката, мм.

Себестоимость заготовок, получаемых литьем, горячей штамповкой можно определить по формуле 3.29.

$$S_{заг} = \left(\frac{C_6}{1000} M_{заг} k_T k_c k_B k_M k_n \right) - (M_{заг} - m_{дем}) \frac{S_{омх}}{1000}, \text{ руб.} \quad (3.31)$$

где C_6 – базовая стоимость 1т заготовок, руб.(для стали45, 1т штамповок – 50000руб.); k_T , k_c , k_B , k_M , k_n – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства.

Для штамповок нормальной точности $k_T = 1$.

Для штамповок 1 группы сложности $k_c = 0,75$; для штамповок 2 группы сложности $k_c = 0,84$; для штамповок 3 группы сложности $k_c = 1$; для штамповок 4 группы сложности $k_c = 1,15$ (определение группы сложности смотреть в разделе 3.6.2.)

Для штамповок k_B определяется по таблице 3.32.

Таблица 3.32 - k_B

Масса штамповки, кг	Материал	
	Сталь08-80	15X-50X
До 0,25	2	2
0,25-0,63	1,85	1,642
0,63-1,6	1,33	1,29
1,6-2,5	1,14	1,14
2,5-4,0	1	1
4,0-10	0,87	0,89
10-25	0,8	0,8
25-63	0,73	0,73

Для углеродистой стали 08-80 $k_M = 1$; для сталей 15X-50X $k_M = 1,13$.

Для штамповок k_n – принимают из условия: если объём производства заготовок больше значений указанных в таблице 3.33 $k_n = 0,8$, в остальных случаях $k_n = 1$.

Таблица 3.33 - объём производства

Масса штамповки, кг	Объём производства, тыс.шт.
До 0,25	До 500
0,25-0,63	До 300
0,63-1,6	До 150
1,6-2,5	До 120
2,5-4,0	До 100
4,0-10	До 75
10-25	До 50
25-63	До 30

После того, как заполнена таблица 3.5. делают вывод.

Пример вывода: технико-экономические расчеты показывают, что заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине, более экономична по использованию материала, чем заготовка из проката, однако по себестоимости штампованная заготовка дороже, поэтому принимаем заготовку из круглого горячекатаного проката обычной точности.

3.7. Основные положения системы ЕСТД

Единая система технологической документации содержит комплекс стандартов по правилам разработки, оформления и обращения технологической документации в машиностроении.

Стандарты ЕСТД устанавливают единые правила разработки технологических процессов изготовления изделий на предприятиях и учебных заведениях нашей страны.

Технологические процессы механической обработки должны соответствовать требованиям Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Технологические процессы механической обработки изделия выполняются на формах, установленных стандартами ЕСТД в зависимости от вида обработки. Каждому технологическому документу должно быть присвоено самостоятельное обозначение согласно ГОСТ 3.1201-74 «Системы обозначения технологических документов» с указанием в основной надписи по ГОСТ 3.1103-82.

В КП студенты оформляют Альбом технологической документации. Альбом технологической документации состоит: из титульного листа (Приложение), операционно-маршрутных карт (Приложение), карт эскизов (Приложение)

Операционное описание содержания технологической операции следует применять в серийном и массовом производстве, а также в мелкосерийном и единичном производстве для станков с ЧПУ.

В содержании технологической операции необходимо указывать все элементы операции, выполняемые в технологической последовательности по обработке изделия. При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. При наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке заготовки, следует использовать сокращенную запись, например: «Сверлить 4 отв. $d=12^{+0,1}$ согласно чертежу». Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений. Порядок формирования записи содержания перехода условно выражается в виде следующей информации:

1. Ключевое слово (точить, зенкеровать, нарезать и т.д.);

2. Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов (поверхность, торец, фаска, выточка, буртик, зуб и т.д.);

3. Условное обозначение размеров и конструктивных элементов ($d=6$; $l=15$; $r=5$; $R=10$; $B=4$ и т.д.).

В записи операции или технологического перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Допускаются в текстовой записи информации сокращения слов и словосочетаний в соответствии с ГОСТ 3.1702 - 79. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов по ГОСТ 3.1702 - 79.

Запись информации и оформление документов следует выполнять в соответствии с классификатором технологических операций в машиностроении и приборостроении.

Для обработки резанием установлены коды 41 и 42.

Обработка резанием - код технологических операций 41:

4101-агрегатная; 4102-автоматно-линейная; 4103-программно-комбинированная; 4104-балансировочная; 4105-опиловочная; 4106-гайконарезная; 4107-болтонарезная; 4108-резьбонарезная; 4110-токарная; 4111-токарно-револьверная; 4112-автоматная токарная; 4113-токарно-карусельная; 4114-токарно-винторезная; 4115-лоботокарная; 4116-токарно-затыловочная; 4117-токарно-копировальная; 4118-специальная токарная; 4120-сверлильная; 4121-вертикально-сверлильная; 4122-горизонтально-сверлильная; 4123-радиально-сверлильная; 4124-центровальная; 4130-шлифовальная; 4131-круглошлифовальная; 4132-внутришлифовальная; 4133-плоскошлифовальная; 4134-бесцентрово-шлифовальная; 4135-резьбошлифовальная; 4136-координатно-шлифовальная; 4137-обдирочно-шлифовальная; 4138-ленточно-шлифовальная; 4139-шлифовально-затыловочная; 4141-заточная; 4142-специальная шлифовальная; 4150-зубообрабатывающая; 4151-зубошлифовальная; 4162-зубодолбежная; 4153-зубофрезерная; 4154-зубострогальная; 4155-зубопротяжная; 4156-зубозакругляющая; 4357-зубошевинговальная; 4158-зубопритирочная; 4359-зубоприрабатывающая; 4161-зубообкатывающая; 4162-специальная зубообрабатывающая; 4170-строгальная; 4171-продольно-строгальная; 4172-поперечно-строгальная; 4175-долбежная; 4180-протяжная; 4181-горизонтально-протяжная; 4182-вертикально-протяжная; 4190-отделочная; 4191-полировальная; 4192-хонинговальная; 4193-суперфинишная; 4194-доводочная; 4195-притирочная; 4196-виброабразивная; 4197-шабровочная.

Обработка резанием - код технологических операций 42:

4220-расточная; 4221-горизонтально-расточная; 4222-вертикально-расточная; 4223-координатно-расточная; 4224-алмазно-расточная; 4260-фрезерная; 4261-вертикально-фрезерная; 4262-горизонтально-фрезерная; 4263-продольно-фрезерная; 4264-карусельно-фрезерная; 4265-барабанно-фрезерная;

4266-универсально-фрезерная; 4267-копировально-фрезерная; 4268-гравировально-фрезерная; 4269-фрезерно-центровальная; 4272-специальная фрезерная; 4280-отрезная; 4281-ножовочно-отрезная; 4282-ленточно-отрезная.

3.8. Разработка маршрутного технологического процесса

Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки заготовки является основой всего КП. От правильности и полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависит организация производства и дальнейшие технико-экономические показатели. Каждый разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить быструю подготовку производства по выпуску определенного изделия с самыми минимальными трудовыми и материальными затратами. Разработку технологического процесса необходимо вести с учетом типа производства и конкретных условий предприятия.

В технологической части КП необходимо дать анализ и обоснование разрабатываемого технологического процесса. Прежде всего, необходимо выделить все операции, в которых применяется прогрессивное станочное оборудование, быстродействующее приспособление, специальный режущий и измерительный инструмент. Разработка технологического процесса должна быть основана на использовании научно-технических достижений во всех отраслях промышленности и направлена на повышение технологического уровня производства, качества продукции и производительности труда.

Для мелкосерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда. В мелкосерийном производстве нашли широкое применение станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с ЧПУ не требуют длительной переналадки при переходе на обработку от одной заготовки на другую, что позволяет на данных станках производить процесс обработки широкой номенклатуры заготовок.

Применение станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства позволяет увеличить производительность труда, сократить сроки подготовки производства (на 50-70%), снизить себестоимость изготовления деталей, а также использовать труд рабочих более низкой квалификации.

Эффективность использования станков с ЧПУ обеспечивается:

1. Отбором номенклатуры заготовок (по сложности конструкции; по возможности концентрации операции; исключением разметочных и слесарных работ; замены дорогостоящего оборудования и технологической оснастки);
Повышением технологичности конструкции детали;
2. Групповым методом обработки детали (классификацией деталей, поверхностей, группированием деталей).

Обеспечение процесса обработки детали производится по следующей схеме:

1. Ознакомление с существующим опытом изготовления аналогичной детали (заготовка, маршрут обработки, структура операций, приспособления, режущий инструмент, режимы резания);
2. Разработка технологической документации (операционная технологическая карта, схема движения режущих инструментов, карта настройки, карта программирования, управляющая программа);
3. Проверка и корректирование управляющих программ (отработка программы без установки режущих инструментов; пробная обработка макета заготовки).

Запись технологических переходов операции производится так же, как и описания технологического процесса, проектируемого на станок с ручным управлением. Независимо от типа производства следует производить подробную разработку технологического процесса.

Проектирование операционного технологического процесса изготовления детали на станках с ЧПУ производится на основе технико-экономических расчетов с обеспечением минимальных затрат времени и наименьшей себестоимости.

В серийном производстве следует проектировать технологический процесс, ориентируясь на использование переменного-поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей разных наименований, что позволяет использовать преимущества массового производства.

В массовом производстве следует стремиться разрабатывать технологический процесс для непрерывной поточной линии с использованием высокопроизводительных станков, специальной технологической оснастки и максимальной механизации и автоматизации производства.

Какой бы тип производства не применялся при разработке технологического процесса в КП, он должен находиться на уровне передовых достижений науки и техники (с учетом ЕСТД и ЕСТПП).

Разрабатывая технологический процесс обработки деталей, необходимо выполнить следующие условия:

- наметить базовые поверхности, которые должны быть обработаны в самом начале процесса;

- выполнить операции черновой обработки, при которых снимают наибольшие слои металла, что позволяет сразу выявить дефекты заготовки и освободиться от внутренних напряжений вызывающих деформации;

- обработать вначале те поверхности, которые не снижают жесткость обрабатываемой детали;

- первыми следует обрабатывать такие поверхности, которые не требуют высокой точности и качества;

- необходимо учитывать целесообразность концентрации (обработка в операции максимально возможного числа поверхностей) или дифференциации (разделение операций на более простые) операций;

-при выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению основных принципов базирования – совмещения и постоянства баз;

-необходимо учитывать, на каких стадиях технологического процесса целесообразно производить механическую обработку, гальванические покрытия, термическую обработку и другие методы обработки в зависимости от требований чертежа;

-отделочные операции следует выносить к концу технологического процесса обработки, за исключением тех случаев, когда поверхности служат базой для последующих операций.

При разработке технологических операций необходимо особое внимание уделить выбору баз для обеспечения точности обработки деталей и выполнения технических требований чертежа.

При черновой обработке в качестве баз можно принимать поверхности, не подлежащие обработке, а если детали имеют несколько необрабатываемых поверхностей, то за базу надо принимать ту из них, которая должна иметь наименьшее смещение относительно своей оси или быть с наименьшим припуском на обработку.

При выборе баз необходимо принимать поверхности, от которых дан размер в чертеже, определяющий положение обрабатываемой поверхности.

Базы должны обеспечить отсутствие недопустимых деформаций детали, а также простоту конструкции станочного приспособления с удобной установкой, креплением и снятием обрабатываемой детали.

Более подробные рекомендации по разработке технологических процессов механической обработки деталей приведены в учебной и справочной технической литературе [].

Технологический процесс механической обработки должен разрабатываться в соответствии с ЕСТПП и удовлетворять требованиям ГОСТ 14.301-83 «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения».

Широкое распространение в машиностроении получили детали типа валов - гладких и ступенчатых с разными перепадами диаметров. В настоящее время разработаны типовые технологические процессы механической обработки валов на основе разновидности их в разных типах производства. Отдельные элементы операций типового технологического процесса можно использовать в разрабатываемом технологическом процессе.

Таблица 3.34 - пример технологической схемы изготовления деталей типа вал

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции, технологические базы	Станок
005	Фрезерно-центровальная Фрезерование торцов вала и сверление центровых отверстий с двух сторон. Технологическая база – наружные поверхности двух шеек	Фрезерно-центровальный п/автомат

010	Токарная Обтачивание поверхностей шеек вала с одной стороны и подрезание торцовых поверхностей ступеней вала. Технологическая база - центровые отверстия вала	Токарный многорезцовый или многошпиндельный полуавтомат
015	Токарная Обтачивание поверхностей шеек вала с другой стороны, а также подрезка торцов обрабатываемых поверхностей ступеней вала. Технологическая база – центровые отверстия вала.	То же
020	Токарная Обтачивание поверхностей шеек вала под шлифование и окончательная подрезка торцов ступеней вала (если отдельные торцы ступеней подлежат шлифовке, необходимо оставлять припуск под шлифовку). Технологическая база - центровые отверстия вала	Токарный многорезцовый, гидрокопировальный, многошпиндельный
025	Токарная Обтачивание поверхностей шеек вала с припуском под шлифование и окончательная подрезка торцов ступеней вала с другой стороны. Технологическая база – центровые отверстия вала	То же
030	Контроль промежуточный	
035	Термическая обработка HRC ₃ 41-45	
040	Шлифовальная Предварительное шлифование шеек вала в зависимости от требований чертежа по качеству поверхностей и точности обработки. Технологическая база- центровые отверстия	Круглошлифовальный полуавтомат
045	Шлифовальная Окончательное шлифование поверхностей шеек вала согласно размерам по рабочему чертежу и шероховатости поверхностей. Технологическая база – центровые отверстия вала	То же
050	Моечная	
055	Контроль окончательный	

Примечание: при наличии у детали элементов (отверстий, шпоночных пазов, резьб и т.д.) их обработку производить в установленной технологической последовательности до термической обработки.

Зубчатые колеса являются очень распространенными деталями в машиностроении. Они весьма разнообразны по форме, размерам, степени точности и другим кинематическим параметрам. Выбор метода изготовления зубчатых колес зависит от многих факторов: типа и размеров колес, объема

изготавливаемых одностипных колес, вида и материала заготовок, кинематической точности и других параметров.

Выбор схемы обработки зубчатых колес должен производиться на основании тщательного анализа конструкции колеса и технических требований на его изготовление и возможностей данного производства. Обычно изготовление зубчатых колес производится в два этапа: первый этап – операции по обработке поверхностей зубчатого колеса до зубообразования, второй – операции по обработке и отделке зубьев колеса

Таблица 3.35 – пример технологической схемы изготовления цилиндрических зубчатых колес

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции, технологические базы	Станок
005	Токарная Обтачивание поверхностей наружного контура, зенкерование (расточивание) с одной стороны детали. Технологическая база - наружный диаметр венца колеса и торец	Токарный многошпиндельный полуавтомат
010	Токарная Обтачивание поверхностей контура, зенкерование (расточивание) базового отверстия. Технологическая база – наружный диаметр венца колеса и торец после обтачивания на первой операции (торцевую поверхность венца метить для протяжной операции)	То же
015	Протяжная Протягивание базового отверстия	Протяжной
020	Токарная Обработка наружного контура зубчатого колеса. Технологическая база – шлицевое отверстие колеса	Токарный многолезцовый
025	Контрольная – промежуточный контроль	
030	Зубофрезерная Фрезерование зубьев зубчатого колеса. Технологическая база – шлицевое отверстие и торец ступицы, а для последующих деталей комплекта – установочное кольцо (при необходимости) и торцевые поверхности венца колеса	Зубофрезерный полуавтомат
035	Зубозакругляющая (при необходимости) Закругление зубьев с одной стороны. Технологическая база – шлицевое отверстие и торец ступицы колеса	зубозакругляющий
040	Зубозакругляющая Закругление зубьев с другой стороны. Технологическая база – шлицевое отверстие и торец ступицы колеса	То же
045	Зачистная Зачистка заусенцев и мойка	Автомат зачистки и

		мойки Э1133А
050	Шевингование Шевингование зубьев колеса. Технологическая база – шлицевое отверстие и торец ступицы	Шевинговаль ный автомат
055	Моечная – мойка деталей	Моечный агрегат
060	Контрольная – промежуточный контроль	
061	Термическая обработка (при необходимости)	
065	Калибровочная (при необходимости) Калибровать шлицевые поверхности. Технологическая база – торец ступицы колеса	Калибровочн ый автомат
070	Зубообкатная (при необходимости) Обкатка зубьев колеса. Технологическая база - шлицевое отверстие и торец ступицы колеса	Зубообкатной автомат
075	Внутришлифовальная Шлифование базового отверстия. Технологическая база-эвольвента зубьев и торец ступицы колеса	Внутришлиф оваль- ный
080	Моечная – мойка деталей	Моечный агрегат
085	Контрольная – окончательный контроль	

Примечание: разработку технологического процесса механической обработки зубчатого колеса можно начинать с подготовки базового отверстия.

В таком случае схема обработки колеса до зубообразования примет следующий порядок:

1. Сверление базового отверстия с одновременной обработкой торца ступицы и фаски;
2. Протягивание круглого или шлицевого отверстия;
3. Токарная обработка на многорезцовом или многошпиндельном токарном станке.

Все остальные операции выполняются по схеме как указано в таблице 3.34.

В конструкциях зубчатых колес могут быть и другие элементы (выточки, отверстия гладкие и резьбовые и т.д.); в таком случае технологическая схема обработки будет дополняться новыми операциями или переходами.

3.9. Выбор и описание режущего и измерительного инструментов

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами

обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твердых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4) и др. Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамокобальтовых твердых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК6, ВК8) и быстрорежущих инструментальных сталей. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки деталей [14].

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно, это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

В пояснительной записке необходимо делать анализ выбранному режущему инструменту на операцию или переход.

В операционно-маршрутных картах технологического процесса обработки заготовки необходимо правильно указать условные обозначения режущего и вспомогательного инструмента в соответствии с присвоенным ему в стандарте обозначением, например:

сверло спиральное Ø20мм из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком с конусом Морзе 2: сверло 2301-0439 ГОСТ 2092-77.

Сверло диаметром 6 мм, общего назначения, правого исполнения I из твердого сплава ВК8: Сверло 2309-0067 ВК8 ГОСТ 17275-71.

Фреза цилиндрическая тип I, диаметром D=80мм, L=125мм, правая: фреза 2200-0157 ГОСТ 3752-71.

Фреза торцовая D=200мм со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК8, праворежущая: фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80.

Фреза червячная для чистовой обработки, однозаходная для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем, правая с m=6мм, длина L=112мм, тип II, класса А: фреза червячная правая Т6×112А – II ГОСТ 9324-80.

Фреза дисковая зуборезная модульная с $m=3$ №5: фреза $m3M$ №5 ГОСТ 10996-64.

Хвостовой прямозубый долбяк с $m=0,5$ мм, номинальным делительным диаметром 25мм, класса А, с конусом Морзе6: долбяк хвостовой прямозубый 0,5x25A=16 ГОСТ 10059-80Е.

Резец строгальный проходной с пластинкой из твердого сплава, тип I, исполнение I, сечением $H \times B=20 \times 16$ мм, с пластинкой твердого сплава T15K6: резец 2171-0001 T15K6 ГОСТ 18891-73.

В КП следует рассчитать, сконструировать один из применяемых режущих инструментов (в соответствии с заданием), оформить чертеж [8].

3.10. Расчет режимов резания

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материала и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

При расчете режимов резания сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают, по возможности, наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допускаемую подачу.

После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам или по нормативам с учетом жесткости технологической системы.

Аналитический расчет режимов резания производится с учетом необходимых поправочных коэффициентов на какую-нибудь обрабатываемую поверхность, указанную руководителем проекта.

В КП следует включить расчет режимов резания аналитическим методом не более чем на одну-две операции. Для остальных операций технологического

процесса механической обработки детали режимы резания рассчитываются, правильность расчетов проверяется преподавателем, и полученные данные сводятся в общую таблицу. Структура таблицы произвольная.

В процессе определения режимов резания необходимо частоту вращения шпинделя станка, подачу или число двойных ходов скорректировать по паспорту станка.

Методика расчетов режимов резания при многоинструментальных работах на токарных многошпиндельных и многорезцовых автоматах и полуавтоматах, сверлильных фрезерных и других металлорежущих станках имеет ряд отличий от расчетов одноинструментальной обработки. Назначение режимов резания при многоинструментальной обработке ведут по лимитирующему (наиболее нагруженному) инструменту. При расчете режимов резания на все виды работ, прежде всего, следует установить исходные данные, необходимые для расчета. К исходным данным можно отнести требования технологического процесса на изготовление детали, схемы обработки (наладки), технологической оснастки и станочного оборудования. Основными особенностями расчета режимов резания при многоинструментальных наладках является согласование работы отдельных позиций, шпинделей, суппортов, а также отдельных инструментов между собой [11,13,15].

В данном учебном пособии приведены алгоритм расчета и данные для расчета режимов резания при точении одним резцом.

1. Выполнить эскиз обработки. На эскизе нанести необходимые размеры с учетом ранее рассчитанных операционных припусков.
2. Назначить глубину резания.
3. Рассчитать длину рабочего хода.

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон}, \text{ мм} \quad (3.32)$$

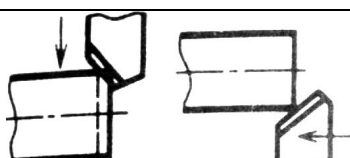
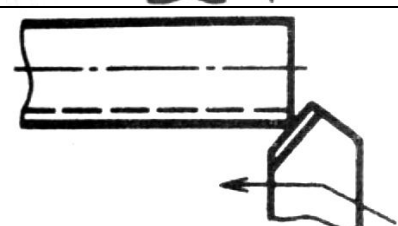
где $L_{рез}$ -длина резания. мм; y -подво, врезание и перебег инструмента, мм; $L_{дон}$ - дополнительная длина хода, вызванная особенностями конструкции детали, мм.

Длину подвода и перебега режущего инструмента при точении выбирают по нормативным таблицам 3.36-3.37.

Таблица 3.36 - длина подвода и перебега инструмента

Заготовка	l_1+l_3 , мм, при точении	
	на проход	до упора
Предварительно обработанная и прокат	4	2
Поковка, отливка	6	3

Таблица 3.37 - Длина врезания l_2 режущего инструмента при точении

Эскиз метода обработки	Угол в плане, град.	l_2 , мм, при глубине резания t , мм					
		1	2	3	4	5	6
	45	1	2	3	4	5	6
	60	1	2	2	3	3	4
	70-75	1	1	1	1	2	2
	45 - 90	2	4	6	8	10	12
	45	1	2	2	3	4	4
	60	1	1	2	2	3	3
	70-75	1	1	1	1	2	2

Длину подвода режущего инструмента l_1 к обрабатываемой поверхности заготовки для инструментов продольных суппортов одношпиндельных автоматов принимают равной 1,0-1,5мм, для многошпиндельных 1,5- 2,0мм, а для поперечных суппортов 0,5- 1,0мм.

Перебег режущего инструмента, который учитывается по условиям обработки, принимают равным длине подвода инструмента.

4. Назначить подачу суппорта по таблице 3.38.

Таблица 3.38 – Рекомендуемые подачи

Материал детали	Подача суппорта, мм/об при глубине резания, мм				
	До 3	5	10	20	40
Сталь	0,6	0,4	0,3	0,25	0,2
Чугун	0,8	0,6	0,45	0,35	0,25

Примечание: значения подач уменьшать при чистовом точении, при фасонном точении, при недостаточной жесткости технологической системы.
Значения подачи необходимо уточнять по паспорту станка.

5. Определить стойкость инструмента.

$$T = T_m \lambda, \text{ мин} \quad (3.33)$$

где T_m – стойкость в минутах машинной работы, мин; λ - коэффициент времени резания.

T_m определить по таблице 3.39.

Таблица 3.39 – Стойкость инструмента

Тип наладки	Рекомендуемая стойкость, мин при числе инструментов		
	1	3	5
Наладка с равномерной нагрузкой	50	150	200

6. Рассчитать скорость резания и число оборотов шпинделя.

$$V = V_{\text{табл.}} K_1 K_2 K_3, \text{ м/мин} \quad (3.34)$$

где $V_{\text{табл.}}$ - табличное значение скорости резания, м/мин; K_1 , K_2 , K_3 – коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, от стойкости и материала инструмента, от вида обработки.

$V_{\text{табл.}}$, K_1 , K_2 , K_3 определить по таблицам 3.40-3.43.

Таблица 3.40 – скорость резания

Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Обрабатываемый материал								
		Сталь						Чугун серый		
		Быстрорежущая сталь			Твердый сплав					
		$V_{\text{табл.}}$, мм/мин при угле в плане в град.								
		45	60	90	45	60	90	45	60	90
До 1	0,2	57	57	57	160	160	160	105	105	105
	0,3	48	48	48	150	150	150	100	100	100
	0,4	42	42	42	135	135	135	93	93	93
	0,5	40	40	40	130	130	130	88	88	88
	0,6	37	37	37	125	125	125	84	84	84
	0,8	33	33	33	120	120	120	80	80	80
2,5	0,2	50	46	44	150	150	140	100	96	92
	0,3	42	37	35	135	125	120	88	84	80
	0,4	35	32	30	125	120	115	80	77	74
	0,5	32	28	27	115	110	105	75	72	70
	0,6	30	26	25	110	105	100	72	68	65
	0,8	26	23	22	100	95	93	66	62	60
5	0,2	50	44	34	150	140	125	100	92	80
	0,3	40	34	27	130	125	105	85	77	70
	0,4	33	30	24	120	115	95	77	70	63
	0,5	30	26	22	110	100	90	70	65	58
	0,6	26	23	20	100	95	85	60	60	54
	0,8	23	20	17	90	85	75	56	56	48

Таблица 3.41 – K_1 .

Материал инструмента	Сталь 10-50	15X-40X
	HB	

	До 156	156-207	170-229	207-269	137-179	156-207	170-217	207-255
Быстрорежущая сталь	1,55	1,0	0,85	0,65	1,05	0,85	0,75	0,6
Твердый сплав	1,35	1,0	0,9	0,75	1,1	0,95	0,9	0,75
Условия обработки	Серый чугун							
	НВ							
	143-207	163-229	170-241	235-295				
Без корки	1,2	1,0	0,9	0,7				
По корке	1,0	0,8	0,7	0,6				

Таблица 3.42 – K_2 .

Обрабатываемый материал	Материал инструмента	K_2 при стойкости инструмента, мин			
		До 30	60	100	200
Сталь	Быстрорежущая сталь	1,3	1,15	1,0	0,8
	T15K6	2,0	1,55	1,25	0,9
	T5K10	1,25	1,0	0,8	0,55
Чугун серый	BK2	1,6	1,4	1,2	0,95
	BK4, BK6	1,35	1,15	1,0	0,8
	BK8	1,15	1,0	0,85	0,7
Сталь	Фасонное точение	1,4	1,15	1,0	0,85

Таблица 3.43 – K_3

Растачивание		Поперечное точение, при d_2/d_1			Фасонное точение		
$d > 75\text{мм}$	$d < 75\text{мм}$	0-0,4	0,5-0,7	0,8-1,0		предвар.	чистовое
1,0	0,85	1,35	1,2	1,05	профиль простой	1,0	0,8
d- диаметр отверстия, мм; d_2 , d_1 - наименьший и наибольший диаметр обработки, мм					профиль сложный	0,85	0,7

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \text{ об/мин} \quad (3.35)$$

Уточнить по паспортным данным станка n_{ym} , об/мин и пересчитать V_{ym} , м/мин.

$$V_{ym} = \frac{\pi d}{1000 n_{ym}}, \text{ м/мин} \quad (3.36)$$

7. Рассчитать основное время.

$$t_o = \frac{L_{p.x.}}{s_o n_{ym}}, \text{ мин} \quad (3.37)$$

Расчеты режимов резания для многоинструментальной обработки на токарно-копировальных станках с постоянной частотой вращения шпинделя за время рабочего цикла и меняющейся частотой вращения шпинделя на многошпиндельных полуавтоматах последовательного и непрерывного действия и других станках более подробно описаны в учебной и справочной литературе [21,25].

3.11. Расчет технической нормы времени

Техническая норма времени на обработку заготовки является одной из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

В крупносерийном и массовом производстве общая норма времени, штучное время, мин на механическую обработку одной заготовки определяют по формуле 3.38.

$$T_{um} = (T_o + T_e) \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \text{ мин} \quad (3.38)$$

где T_o , T_e – основное и вспомогательное время обработки, мин; α , β – время организационного и технического обслуживания оборудования выраженное в процентах от оперативного времени, %.

Вспомогательное время на обработку заготовки T_e зависит от степени механизации, массы заготовки, от выбранной технологической оснастки, методов обработки, станочного оборудования и других элементов.

Вспомогательное время T_e состоит из времени на установку и снятия детали; времени, связанного с переходом (установки инструмента по лимбу, упору, разметке; предварительного промера; взятия пробной стружки и др.); времени, связанного с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы

(изменения частоты вращения шпинделя станка, изменения подачи, поворота резцовой головки и др.); вспомогательного времени на контрольные измерения, которые устанавливают по нормативным таблицам в зависимости от точности измерения, размеров измеряемых поверхностей с учетом коэффициента периодичности. Вспомогательное время на технологическую операцию:

$$T_{\text{в}} = (T_{\text{уст}} + \Sigma T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{пер.к}} + \Sigma T_{\text{изм}}) K t_{\text{в}}, \text{ мин} \quad (3.39)$$

где $T_{\text{уст}}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин; $T_{\text{пер}}$ - вспомогательное время, связанное с переходом, мин; $T_{\text{пер.к}}$ - вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы, мин; $T_{\text{изм}}$ - вспомогательное время на контрольные измерения, мин; $K_{\text{тв}}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых изделий.

Вспомогательное время рассчитать по таблицам 3.44-3.48.

Таблица 3.44 - вспомогательное время на установку и снятие детали.

Способ установки		Масса детали, кг					
		0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0
В патроне с пневмозажимом	Без выверки	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30
	С выверкой	0,25	0,35	0,40	0,47	0,55	0,65
В центрах	Вращением маховика	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46	0,55
	Пневматическим устройством	-	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37
На оправке	Пневматическим устройством	-	0,23	0,27	0,34	0,41	0,50

Таблица 3.45. - Вспомогательное время связанное с переходом.

Характер обработки		Измеряемый размер	Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
			300	400
Резец установлен на размер при однопереходных операциях		25	0,08	0,11
		100	0,09	0,12
		Св.100	0,10	0,13
Резец установлен на размер по лимбу или упору		25	0,13	0,17
		100	0,14	0,19
		Св.100	0,16	0,21
Растачивание		25	0,24	0,29
		100	0,35	0,43
Поперечное точение	Резец установлен на размер по лимбу или упору	-	0,17	0,23
	С предварительным	100	0,31	0,35

	промером	300	0,43	0,49
	Со взятием пробных стружек	100	0,27	0,33
		300	0,50	0,60

Таблица 3.46 - вспомогательное время связанное с переходом на приемы не вошедшие в комплексы

Прием		Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
		300	400
Изменение частоты вращения шпинделя		0,07	0,08
Изменить величину или направление подачи		0,06	0,07
Сменить резец поворотом резцовой головки		0,07	0,07
Установить и снять инструмент	Резец проходной, расточной, подрезной	0,5	0,6
	Резец резьбовой, отрезной, фосонный	0,6	0,8
	Сверло, зенкер, развертку	0,1	0,12

Таблица 3.47 - вспомогательное время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности

Время	Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
	300	400
α , %	3,5	4,0
β , %	4,0	4,0

Таблица 3.48 - вспомогательное время на контрольные измерения

Измерительный инструмент	Измеряемый размер	Длина измерения, мм			
		50	100	200	300
Штангенциркуль	50	0,1	0,13	0,16	0,21
	100	0,13	0,16	0,19	0,24
	200	0,16	0,17	0,21	0,25
Скоба	50	0,05	0,06	0,08	0,1
	100	0,07	0,08	0,1	0,11
Пробка	25	0,07	0,08	0,13	-
	50	0,09	0,11	0,15	-
Шаблон	-		0,1	0,13	0,16

В серийном и единичном производстве за техническую норму времени принимается штучно-калькуляционное время.

$$T_{ш.к} = T_{ш} + (T_{пз}/n_d), \text{ мин} \quad (3.40)$$

где $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на подготовку и наладку станка для обработки данной партии деталей, получение необходимой технологической оснастки, документации, а также на сдачу обработанных деталей, документации и оснастки; n_d - число обрабатываемых деталей в партии (в массовом производстве не учитывается).

3.12. Техничко-экономическое сравнение вариантов технологической операции

Техничко-экономическому сравнению подлежат одинаковые объемы работ, т.е. обработка одних и тех же поверхностей, но различными методами. По каждому варианту операции должна быть определена технологическая себестоимость, и произведено сравнение. В КП должны быть представлены два метода обработки одной поверхности. Начинать следует с выполнения эскизов и расчетов режимов резания и определения норм времени.

Технологическая себестоимость обработки заготовки складывается из следующих затрат:

- стоимости материалов заготовки;
- основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих с начислением по соцстраху;
- затрат на силовую электроэнергию;
- затрат на инструмент и приспособления;
- амортизационных отчислений от балансовой стоимости оборудования;
- затрат по содержанию технологического оборудования;
- затрат на текущий ремонт технологического оборудования.

Расчет себестоимости операции при выборе варианта обработки может быть осуществлен методом прямого распределения затрат (методом калькулирования) или нормативным методом. Сначала следует заполнить таблицу 3.49 с исходными данными для расчета.

Таблица 3.49 - исходные данные

Исходные данные	I вариант	II вариант
Годовая программа ($N_{год}$, шт.) (одинакова)		
Режим работы	2х сменный	2х сменный
Тип и модель станка		
Цена станка, руб.		
Штучное время ($T_{ш.}$, мин)		
Основное время ($T_{о.}$, мин)		

Разряд станочника.	3	3
Разряд наладчика.	4	4
Стоимость приспособления, руб.		
Время наладки, мин		
Установленная мощность электродвигателей. (N , кВт)		
Количество станков (n , шт)		

Количество станков определить по формуле 3.41.

$$n_p = \frac{T_{um}}{r}, \text{ шт} \quad (3.41)$$

где r – такт, мин (интервал времени между выпуском двух смежных изделий на линии). Такт определяется по формуле 3.42:

$$r = \frac{F_d}{N_{zod}}, \text{ мин} \quad (3.42)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы станка, мин, N_{zod} – норма годовой программы, шт.

$$F_d = D_p F_c C K, \text{ час} \quad (3.43)$$

где, D_p – количество рабочих дней в году; F_c – средняя продолжительность смены (7,6– 7,9 час.); C – количество смен; K – коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте (0,9 – 0,96).

Количество станков округлить до целого в большую сторону.

При необходимости выполнить расчет коэффициента загрузки станков.

Коэффициент загрузки по каждой операции определяется по формуле:

$$K_z = \frac{n_{расч}}{n_{пр}}, \text{ мин} \quad (3.44)$$

где, $n_{расч}$ – расчетное количество станков по данной операции, шт;

$n_{пр}$ – принятое количество станков по данной операции, шт.

Средний коэффициент загрузки по участку определяется по формуле 3.45.

$$K_{cp} = \frac{\sum n_{pacv}}{\sum n_{np}} \quad (3.45)$$

Стоимость заготовки (материала) – в обоих вариантах, поэтому из сравнения исключается.

1. Заработная плата производственного рабочего с учётом дополнительной зарплаты и отчислений на социальное страхование:

$$Z_{o.on} = 1,58 C_{тар.мин.} t_{ум.}, руб. \quad (3.46)$$

где, $C_{тар.мин.}$ - тарифная минутная ставка рабочего соответствующего разряда, руб. $t_{ум.}$ –штучное время операции, мин. Принять $C_{тар.мин.} = 181,5$ руб. для рабочего 3 разряда.

2. C_1 – отчисление на амортизацию станка (капитальный ремонт и полное восстановление), приходящееся на одну операцию:

$$C_1 = \frac{1,1 C_{ст.} t_{ум.} \alpha_{ам}}{60 F_g \eta_p}, руб. \quad (3.47)$$

где, $C_{ст.}$ - стоимость станка по прейскуранту, руб.; $C_{ст.}$ - балансовая стоимость станка, руб.; $\alpha_{ам}$ - число годовых процентов от балансовой стоимости станка на амортизацию с учётом сменности работы, характера станка и типа производства ($\alpha_{ам} = 12\%$); F_g - действительный годовой фонд времени станка с учётом сменности работы, час; $\eta_{разр}$ - коэффициент загрузки станка по времени ($\eta_{разр} = t_o / t_{ум.}$).

Затраты на содержание станочного оборудования зависят от его сложности и времени работы. В сумму этих расходов включают затраты на материал (смазочные, обтирочные, охлаждающие жидкости, ремни и т.п.), необходимый при эксплуатации оборудования, и заработную плату рабочих.

Затраты на текущий ремонт оборудования в среднем достигают 10%, а по отдельным видам оборудования 30-40% его балансовой стоимости. Их определяют по нормативам единой системы ППР.

3. C_2 – доля затрат на текущий ремонт, осмотры и проверки станка, отнесенные к одной операции:

$$C_2 = \frac{1,1 C_{ст.} t_{ум.к} \beta_{рем}}{60 F_g \eta_{разр}}, руб. \quad (3.48)$$

где, β - число годовых процентов от балансовой стоимости станка на текущий ремонт, осмотры и проверки, принимаются $\beta_{рем} = 4,5 \div 5 \%$.

4. C_3 – отчисление на амортизацию приспособления и расходы по его ремонту, отнесённые к одной операции, руб.

$$C_3 = \frac{(\gamma + \delta)C_{np}}{D_{год}}, \text{ руб.} \quad (3.49)$$

где, γ - проценты амортизации приспособления, устанавливаемые в зависимости от его срока службы, % (2-3года – 50-33%); δ - проценты амортизации приспособления, устанавливаемые в зависимости от типа производства, % (мелкосерийное $\delta=5\%$, серийное $\delta=10\%$, массовое $\delta=15\%$); C_{np} – стоимость приспособления, руб. (таблица 3.49.); $D_{год}$ - количество деталей, обрабатываемых в год с участием этого приспособления, шт.

Таблица 3.49 - стоимость работы приспособления (в единицу времени), коп.

Наименование приспособлений	Стоимость работы, коп	
	За 1 мин.	За 1 час.
Накладные кондукторы малые. Оправки шлицевые. УСП.	1,5	900
Накладные кондукторы большие. Скальчатые кондукторы. Оправки разжимные. Планшайбы. Буксы шаровые для протяжных станков.	2,3	1400
Кондукторы универсальные. Приспособления с фиксацией по отверстиям, фрезерные многоместные. Патроны. Люнеты. Борштанги.	4,6	280
Кондукторы поворотные, многосторонние. Кондукторы под многошпиндельное сверление. Столы делительные и круглые. Столы фрезерные поворотные. Столы магнитные. Патроны цанговые	11,2	670
Кондукторы и приспособления поворотные. Головки многошпиндельные. Пневматические, гидравлические приспособления	32,2	1930
Транспортирующие устройства	23,4	1400

5. C_4 – расходы на режущий инструмент, руб.

C_4 – исключаются из расчёта, если машинное время каждой операции одинаково, если время разное, то:

$$C_4 = C_{ср.эк.см.} n t_{инст.}, \text{ руб.} \quad (3.50)$$

где, $C_{ср.эк.см.}$ - средняя стоимость эксплуатации металлорежущего инструмента за 1 станкоминуту, руб. (таблица 3.50.); n - количество инструментов в наладке.

Таблица 3.50 - стоимость режущего инструмента (в единицу времени), коп

Наименование инструмента	Стоимость работы, коп		Коэффициент удорожания специального инструмента
	За 1 мин.	За 1 час.	
Резцы:			
быстрорежущие	5,5	330	1,2
твердосплавные	11,3	680	1,5
зубострогальные	7,8	470	2,5
Сверла спиральные	12,8	770	1,5
Зенкеры	16,2	970	2,0
Развертки	18	1080	3,0
Метчики	15,5	930	2,0
Фрезы:			
цилиндрические	16,2	970	2,5
торцевые	14,0	840	2,0
дисковые	14,2	850	2,0
шпоночные	5,6	340	1,5
червячные	16,5	990	3,0
резьбовые	24,2	1450	3,0
Протяжки:			
шпоночные	22,5	1350	1,5
круглые	47,6	2860	2,0
шлицевые	90,5	5430	2,5
Круги шлифовальные:			
для наружного шлифования	11,4	680	-
для внутреннего шлифования	6,5	390	-
для плоского шлифования	7,0	420	-
для бесцентрового шлифования	34	2040	-

6.C₅ – затраты на оплату силовой электрической энергии, расходуемой при выполнении одной операции:

$$C_5 = \frac{N_{уст} \eta_{мощ} t_o \Pi_{квт.ч}}{52,8}, руб \quad (3.51)$$

где, $N_{уст}$ – установленная мощность электродвигателей станка (кВт); $\eta_{мощ}$ – коэффициент загрузки электродвигателей станка по мощности в зависимости от

характера операции ($\eta_{\text{мощ}}=0,5 \div 1$); $C_{\text{кВт.ч}}$ - стоимость одного киловатт-часа силовой электроэнергии (3,32 руб.).

7. C_6 – затраты на наладку оборудования, руб.

$$C_6 = \frac{1,32 C_{\text{тар.мин.нал.}} t_{\text{нал}}}{n_g}, \text{ руб.} \quad (3.52)$$

где, $C_{\text{тар.мин.нал.}}$ – тарифная минутная ставка наладчика соответствующего разряда, руб.; $t_{\text{нал}}$ - время наладки станка, мин. (45 мин – многоинструментальная наладка; 15 мин – одноинструментальная наладка); n_g - размер партии деталей, шт.

8. C_7 – затраты на измерительные инструменты одинаковые (из сравнения исключаются).

9. C_8 – затраты на содержание оборудования, отнесенные к одной операции (в виду малости значения не учитываются).

Затраты по всем статьям технологической себестоимости обработки заготовки на операцию определяют прямым калькулированием:

$$C_{\text{он}} = Z_{\text{он}} + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8, \text{ руб.} \quad (3.53)$$

По результатам расчетов сформулировать вывод.

4. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Законченный КП сдается для проверки руководителю проекта. При проверке производится анализ графической части, расчетно-пояснительной записки и альбома технологической документации.

Руководитель проекта указывает студенту на ошибки и недостатки проекта и дает возможность доработать его.

Руководитель проекта по результатам проверки может дать письменный анализ, прилагаемый к проекту. В нем указывается:

- соответствие выполненного проекта заданию;
- анализ каждого раздела;
- техническое качество графической части;
- перечень положительных сторон и недостатков проекта.

После получения отзыва на курсовой проект студент не имеет права вносить исправления.

Защита курсового проекта является завершающим этапом работы студента.

На защиту курсового проекта отводится 15 - 20 минут.

При защите студент делает сообщение, которое строится по следующей схеме:

- тема КП и ее актуальность;
- исходные данные к КП и пути решения задачи;
- краткое изложение содержания всех разделов расчетно-пояснительной записки;
- экономическая эффективность предложенных в проекте решений.

Целесообразно сообщение сопроводить показом презентации.

В докладе студент сообщает содержание выполненной работы по проектированию техпроцесса обработки детали с иллюстрацией основных положений проекта по чертежам (графической части).

На защите курсовых проектов могут присутствовать преподаватели машиностроительного техникума, ведущие курсовое проектирование или специальные дисциплины по данной специальности. Они предлагают свои вопросы студенту по теме КП.

Решение об общей оценке принимает руководитель КП.

Защита курсовых проектов дает возможность студентам глубже осознать проблемы, поставленные в проекте, оценить результаты проделанной работы, приобрести необходимый опыт для защиты своих решений и подготовиться к защите дипломных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов, В.М. Технология машиностроения. Введение в специальность, учебное пособие для студентов М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Гельфгат, Ю.Н. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. - М.: Высшая школа, 1986.
3. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». - М.: Машиностроение, 1985.
4. Ильянков, А.И. Технология машиностроения. Практикум и курсовое проектирование/Ильянков А.И. Марсов Н.Ю. М.: Издательский центр «Академия», 2012.
5. Кузнецов, В.А. Технологические процессы в машиностроении: учебник для студентов СПО - М.: Издательский центр «Академия», 2009.
6. Клепиков, В.В. Технология Машиностроения [Текст]: учебник – М.: Форум инфра - 2004 – 860с.
7. Новиков, В.Ю. Технология машиностроения: в 2-х частях-М.: Издательский центр «Академия», 2011.
8. Нефедов, Н.А., Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Нефедов, Н.А., Осипов К.А. Издательство: Машиностроение 1990.
9. Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник для студентов СПО- 3 изд. испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.
10. Силантьева, И.А., Малиновский, В.Р. Технологическое нормирование труда в машиностроении/Силантьева, И.А., Малиновский, В.Р. - М.: Машиностроение, 1990.
11. Стародубцева, В.С. Сборник задач и упражнений по техническому нормированию. Учебное пособие для техникумов. Изд.2-е перер. и доп..М., «Машиностроение», 1974.
12. Режимы резания металлов: справочник под ред. Ю.В. Барановского, - М.: Машиностроение, 1972
13. Основные термины, понятия и определения в технологии машиностроения: справочник под ред. А.И. Ильянкова, Н.Ю. Марсова, Издательский центр «Академия», 2012.
14. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т.: справочник под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеряковой - М.: Машиностроение, 1985.
15. Марочник сталей и сплавов: справочник под общ. ред. А.С. Зубченко 2-е издание доп. и испр. М.: Машиностроение 2003г. 784 стр.

Интернет ресурсы

16. Издательский центр «Технология машиностроения» - Журнал «Технология Машиностроения»[Электронныйресурс]
www.ictm.ru/info/tekhnologiya_mashinostroeniya_ISSN_1562-322X.
17. Машиностроительные материалы. [Электронныйресурс]
http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php

Перечень ГОСТов

18. ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
19. ГОСТ3.1418-82 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
20. ГОСТ3.1401-86 Карта технологической информации.
21. ГОСТ3.1103-82 Единая система технологической документации. Основные надписи.
22. ГОСТ3.1105-84 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения
23. ГОСТ3.1502-85 ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технический контроль.
24. ГОСТ3.1120-83 Единая система технологической документации. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.
25. ГОСТ 3.1108-74 Единая система технологической подготовки производства. Термины, определения основных понятий.
26. ГОСТ 14.204-73 Требования к технологичности конструкции детали.
27. ГОСТ 1855-55 Отливки из серого чугуна. Допускаемые отклонения по размерам и весу и припуски на механическую обработку
28. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
29. ГОСТ 7505-74 Допуски, припуски и кузнечные напуски.

ВоГТУ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора по учебной работе

_____ Сидорова Е.Б.

«___» _____ 2013г.

ЗАДАНИЕ

**Для курсового проекта студенту группы специальность
151001-Технология машиностроения**

Студент _____

Ф.И.О.

Группа _____

Тема курсового проекта

Исходные данные к проекту:

Годовая программа _____

Режим работы 2-х сменный

Срок выполнения задания «01» марта 2013г.

Руководитель курсового проекта Сидорова Е.Б.

Дата выдачи задания «14» января 2013 г.

Рассмотрено на заседании предметной (цикловой) комиссии

«09» декабря 2013 г. Протокол № _____

Председатель предметной (цикловой) комиссии _____/А.А.Хохлов/

Объем и содержание графической части проекта

1. Чертеж детали ФА3.
2. Чертеж заготовки ФА3.
3. Чертеж режущего инструмента ФА3.
4. Чертеж измерительного инструмента ФА3.
5. Карты операционных эскизов ФА1.
6. Альбом технологической документации.

Пояснительная записка

Введение

1. Назначение и условия работы заданной детали в узле.
 2. Технологическая часть:
 - 2.1. Сведения об изготавливаемой детали.
 - 2.2. Характеристика типа производства.
 - 2.3. Выбор типа заготовки и способа ее получения. Определение межоперационных припусков, допусков и размеров заготовки.
 - 2.4. Разработка технологического процесса и выбор оборудования.
 - 2.5. Определение режимов резания и расчет технологических норм времени.
 3. Экономическое сравнение двух методов обработки одной поверхности.
 4. Выбор, описание конструкции и расчет режущего инструмента.
 5. Выбор, описание конструкции и расчет измерительного инструмента.
 6. Перспективы применения элементов проекта на машиностроительном предприятии.
- Перечень используемой литературы.

Руководитель проекта _____

Содержание

Стр.

Введение

1. Общая часть

1.1 Назначение детали. Описание ее работы в изделии

1.2. Описание материала детали

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

2. Технологическая часть

2.1 Расчет массы детали

2.2. Определение типа производства

2.2. Выбор заготовки

2.2.1. Расчет припусков и определение размеров заготовки

2.2.2. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки

2.3. Проектирование маршрутного технологического процесса

2.4. Выбор технологического оборудования

2.5. Расчет и выбор режимов резания. Расчет и выбор норм времени

2.6. Экономическое сравнение двух методов обработки одной поверхности.

2.7. Расчет и конструирование режущего инструмента

2.8. Расчет и конструирование средств технического контроля

Заключение

Приложения:

Альбом технологической документации

Графическая часть

Список используемой литературы

ВоГТУ
машиностроительный техникум

Альбом технологической документации

к курсовому проекту по теме _____

Ф.И.О. студента _____

Курс _____

Группа _____

Вологда
2012 г.

Продолжение приложения 3

Разраб.	Полыскин Н		МТ		КП...					
Проверила	Сидорова Е.Б.									
Н.контр.	Сидорова Е.Б.									
М01	Сталь 45 ГОСТ1050-88									
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02	XXXX	мин	1,7	1	0,25	0,75	XXXX	штамповка	50000	2,0

				Опер		СМ		Лр.х., мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	To, мин	Tшт, мин
A				005	4123 радиально-сверлильная								
B					381217 2Л53У	2	шт						
T					396110 3х-кулачковый патрон								
O	Рассверлить отв.Ø27 до Ø29							49	0,25	23,4	200	0,98	1,4
T	391303 Сверло 2309-0067 Т15К6 ГОСТ 17275-71, 393120 калибр - пробка												
A				010									
B													
T													
O													
T													