

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Приазовский государственный технический университет»
Институт среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»

И.Ф. Литвиненко

2023 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ НАПИСАНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

ПО МОДУЛЮ
ПМ.01 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

по специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Мариуполь

2023

ОДОБРЕНА

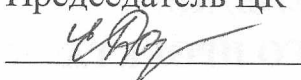
Цикловой комиссией

Машиностроения и современных
технологий

Протокол № 1

от «30» 08 2023г.

Председатель ЦК

 /Е.И.Даценко/

Разработана на основе
государственного образовательного
стандарта по специальности
среднего профессионального
образования

15.02.08 Технология
машиностроения

(Приказ Минобрнауки России от
18.04.2014 №350)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по учебно-методической работе

 Т.С. Олейникова

«30» 08 2023 г.

Разработчик(и):

1. Забелина Н.В. преподаватель ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Цель и задачи курсового проектирования	3
Состав и объем курсового проекта	3
Требования к графической части	4
1. Общий раздел	5
1.1 Назначение и техническая характеристика детали	5
1.2 Материал детали	5
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	6
1.4 Определение технологического кода детали	7
1.5 Выбор и обоснование типа производства	8
2. Технологический раздел	9
2.1.1 Обоснование вида и способа получения заготовки	9
2.1.2 Расчет массы заготовки и коэффициента использования материала	9
2.2 Проектирование технологического процесса	10
2.2.1 Составление технологического маршрута обработки	10
2.2.2 Назначение методов обработки поверхностей	11
2.2.3 Выбор технологического оборудования	11
2.2.4 Выбор режущего инструмента	12
2.2.5 Выбор методов контроля и измерительного инструмента, баз	12
2.3 Разработка технологических операций	12
2.3.1 Определение операционных припусков, допусков, размеров	12
2.3.2 Определение режимов резанья	13
2.3.3 Определение норм времени	20
Оформление комплекта документов на технологический процесс механической обработки	21
Литература	22
Приложение	23

Предисловие

Курсовой проект по является завершающим в системе подготовки специалистов профессионального обучения машиностроительного направления.

Курсовое проектирование закрепляет, углубляет и обобщает знания, полученные студентами во время изучения общетеоретических, общетехнических и специальных дисциплин. Курсовое проектирование должно научить студента пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, умело применять на практике полученные теоретические знания, а также подготовиться к дипломному проектированию.

При курсовом проектировании особое внимание уделяется самостоятельной работе студента с целью развития его инициативы в решении технических задач, а также навыков детального творческого анализа существующих технологических процессов.

Производится принятие решений по выбору вариантов технологических процессов, оборудования, оснастки, методов получения заготовок.

Цель и задачи курсового проектирования

Основная цель курсового проекта заключается в приобретении студентами практических навыков по разработке технологических процессов, техническому нормированию различных операций, проектированию технологических наладок станков и принятых технологических решений.

В соответствии с этим в процессе курсового проектирования по технологии машиностроения решаются следующие задачи:

- расширение, углубление, систематизация и закрепление теоретических знаний студентов;
- применение приобретенных знаний при проектировании технологических процессов изготовления деталей;
- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы.

Курсовые проекты должны быть реальными, т. е. содержать технологические и конструкторские разработки, имеющие практическую ценность.

Состав и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, графических материалов и технологической документации.

Пояснительная записка является основным документом курсового проекта, в котором приводится информация о выполненных расчетах, технических и организационно экономических разработках и обоснованиях.

Объем ПЗ примерно составляет 40-60 страниц рукописного текста или, соответствен но, 30-50 страниц напечатанного с помощью компьютера текста. Содержание ПЗ должно соответствовать полученному заданию и содержать пункты:

Введение

1. Общий раздел

1.1 Назначение и техническая характеристика детали

1.2 Материал детали

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

1.4 Определение технологического кода детали

1.5 Выбор и обоснование типа производства

2. Технологический раздел

2.1 Проектирование заготовки

2.1.1 Обоснование вида и способа получения заготовки

2.1.2 Расчет массы заготовки и коэффициента использование материала

2.2 Проектирование технологического процесса

2.2.1 Составление технологического маршрута обработки

2.2.2 Назначение методов обработки поверхностей

2.2.3 Выбор технологического оборудование

2.2.4 Выбор режущего инструмента

2.2.5 Выбор методов контроля и измерительного инструмента, баз

2.3 Разработка технологических операций

2.3.1 Определение операционных припусков, допусков, размеров

2.3.2 Определение режимов резка

2.3.3 Определение норм времени

Список литературы

Требования к графической части

Общий объем графической части составляет 1,5-2 листа формата А1.

Графический материал курсового проекта включает:

- рабочий чертеж детали;
- рабочий чертеж заготовки;
- технологические наладки.

Альбом технологической документации состоит из титульного листа (ТЛ) и комплекта маршрутных карт (МК) и операционных карт (ОК), которые должны быть заполнены черными чернилами или пастой на соответствующих бланках.

1. Общий раздел

1.1 Назначение и техническая характеристика детали

Этот раздел ПЗ начинают с описания конструкции заданной детали, ее служебного назначения. Приводят техническую характеристику детали, анализируют чертеж детали.

В случае отсутствия технических требований на чертеже детали, они разрабатываются студентом, исходя из служебного назначения детали и условий их изготовления.

Служебное назначение детали должно включать функциональное назначение и перечень условий, в которых она должна работать в узле или механизме. Если назначение детали неизвестно, то следует описать назначение ее как типовой детали и назначение поверхностей.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное значение для служебного назначения, и какие - второстепенное.

В технической характеристике детали должны быть указаны все технические требования, предъявляемые к детали, и указанные на чертеже. Это требования к точности, качеству обрабатываемых поверхностей и другие технические указания на изготовление детали.

1.2 Материал детали

При описании материала, из которого изготовлена деталь, обучающийся 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 износостойчивой 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, шлицевые валы, работающие в подшипниках скольжения и т.д.».

Таблица 1.1 – химический состав стали ГОСТ

Si	C	Cr	S	P	Mn

Таблица 1.2 физико – механические свойства стали ГОСТ.....

Бт, МПа	Бв, МПа	δ, %	ψ, %	НВ	КС U, кДж/м ²

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали ГОСТ

Обрабатываемость резанием	Пластичность при обработке давлением	Флокеночувствительность	Свариваемость	Другое

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции - это совокупность свойств конструкции изделия, которые проявляются в возможности оптимальных (выгодных технико-экономических) затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия.

Характеристики технологичности делали.

$$\frac{L}{d_{cp}} \leq 10 \dots 12 \quad (1)$$

где L – габаритная длина детали, мм;
 d_{cp} – средний диаметр детали, мм.

Средний диаметр детали

$$d_{cp} = \frac{d_1 l_1 + d_2 l_2 + d_3 l_3 + \dots + d_n l_n}{L} \quad (2)$$

где d_1, d_2, d_n – диаметр ступени детали, мм;
 L – габаритная длина детали, мм;

Количественная оценка технологичности конструкции детали осуществляется по следующим коэффициентам:
 по коэффициенту точности:

$$K_T = 1 - 1/T_{cp} \geq 0,8 \quad (3)$$

где T_{cp} – средняя точность

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i}{n}, \quad (4)$$

где T_i – качество точности

n – количество поверхностей данного качества по коэффициенту шероховатости :

$$K_{ш} = 1/R_{cp} \leq 0,32 \quad (5)$$

где R_{cp} – средняя шероховатость

$$R_{cp} = \frac{\sum R_i}{n} \quad (6)$$

где R_i – шероховатость на ступени i
 n – количество степеней

Таким образом, средняя шероховатость поверхностей и качество детали отвечают требованиям технологичности.

Анализ технологических требований к детали сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 Анализ технических требований

Содержание технического требования	Метод и средства выполнения требования	Методом и средством проверки требования
НВ 220...260	требования выполняются на термической операции в печи	контроль ИТК с помощью прибора Бринеля

1.4 Определение технологического кода детали

Конструкторско-технологическая классификация широко используется при технологической подготовке производства и управлении им для анализа и группирования номенклатуры деталей по конструктивно-технологическим признакам, разработки типовых, групповых технологических процессов и операций с применением компьютерной техники. Процесс кодирования заключается в присвоении детали кода классификационных группировок конструктивных признаков по классификатору ЕСКД (шесть знаков) и технологических признаков по технологическому классификатору.

Структура кода деталей, обрабатываемых резанием:

1,2 — класс; 3 — подкласс; 4 — группа; 5 — подгруппа; 6 — вид;
 7, 8, 9 — размерная характеристика;

Конструкторские признаки	Технологические признаки
XX XXXX	XXXX XXXX XX XXXX
1 2 3 4 5 6	7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

- 10, 11 — группа материалов;
- 12 — вид детали по технологическому методу изготовления;
- 13, 14 — вид исходной заготовки;
- 15, 16 — качество точности наружных и внутренних поверхностей;
- 17 — шероховатость или отклонения формы и расположения поверхностей (по важности признака);
- 18 — степень точности;
- 19 — вид дополнительной обработки;
- 20 — характеристика массы.

1.5 Выбор и обоснование типа производства

Серийное производство тип организации промышленного производства, характеризующийся одновременным изготовлением на предприятии широкой номенклатуры однородной продукции, выпуск которой повторяется в течение длительного времени, и широкой специализацией рабочих мест.

Применяется универсальное и специальное оборудование, размещаемое как технологическими группами, так и по предметному принципу. Квалификация рабочих в целом может быть средней, за исключением тех высококвалифицированных специалистов, которые будут работать на машинах с ЧПУ и на гибких автоматизированных линиях.

Таблица 1.5 Анализ типа производства

Тип производства	Количество обрабатываемых деталей в год, шт.		
	Тяжелые, массой более 100 кг	Средние массой 10-100кг	Легкие, до 10 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Серийное	100-300	200-500	500-5000
Многосерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Организационную форму выполнения работ устанавливают в зависимости от принципа расположения рабочих мест и характера движения заготовок.

Определяем оптимальную партию деталей по формуле:

$$n = \frac{N}{F} + a \quad (7)$$

где N= 300 - годовая программа выпуска деталей, шт;

F= 253 - число рабочих дней в году, F=251...254.

a — страховой запас деталей, шт/день;

2. Технологический раздел

2.1.1 Обоснование вида и способа получения заготовки

Вид заготовки и способ ее получения зависит от конструкции детали, материала и серийности выпуска.

Заготовки деталей машин могут изготавливаться литьем, прокатом, штамповкой, сваркой, а также комбинированными способами.

Для получения заготовок при единичном и мелкосерийном производстве применяется свободнаяковка, используется стандартный прокат, при серийном и массовом производстве – литьем, штамповкой и прокатом.

Оптимальной является заготовка, обеспечивающая наименьшую технологическую себестоимость изготовления деталей, но ее можно определить только после подробной разработки технологического процесса, поэтому варианты получения заготовок можно сравнивать по следующим параметрам:

- сложность получения заготовок того или иного типа;
- возможность получения заготовки;
- коэффициент использования материала.

Исходя из конфигурации, размеров, массы – _____ кг, материала – Сталь _____ ГОСТ _____, тип производства, необходимой точности и других факторов принимаем:

- вид заготовки – _____;
- способ получения – _____;
- метод получения – _____.

2.1.2 Расчет массы заготовки и коэффициента использования материала

Допуски, припуски и ковочные напуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик детали и определяются исходя из шероховатости обрабатываемой поверхности, размеров и массы.

Расчет заготовки ведем в соответствии с ГОСТа.

Для определения общих припусков используем ГОСТы.

Оформленный чертеж заготовки представлен в графической части проекта.

Таблица 2.1 – Расчет размеров заготовки

Размер готовой детали, мм	Параметры Ra, мкм	Общий припуск, мм	Допуск, мм	Размер заготовки с предел. отк., мм	
				расчётный	принятый
Диаметральные размеры					
Ø104h12	3,2	2·(2,3+0,3+0,3)	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø109,8 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø110 ^{+2,1} _{-1,1}
Линейные размеры					
70h12	6,3	2·(2+0,3+0,3)	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	75,2 ^{+1,8} _{-1,0}	75 ^{+1,8} _{-1,0}

Условно разделим заготовку на отдельные цилиндры и вычислим массу каждого из них. Массу заготовки определим как арифметическую сумму масс элементарных фигур по формуле:

$$M_3 = \frac{j \cdot \pi}{4} \cdot \sum_{i=1}^i d_i^2 \cdot l_i, \quad (8)$$

где j – плотность материала, $7,85 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$;

d_i – диаметр i -го цилиндра, м;

l_i – длина i -го цилиндра, м.

Коэффициент использования металла $K_{им}$

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3}, \quad (9)$$

Вывод: относительно высокое значение коэффициента использования металла ($K_{им} > 0,6$) – свидетельствует о правильности выбора вида и способа получения заготовки с точки зрения полезного использования металла.

2.2 Проектирование технологического процесса

2.2.1 Составление технологического маршрута обработки

Технологический маршрут – последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по подразделениям предприятия при выполнении ТП изготовления или ремонта. Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций.

Общая последовательность обработки заготовки намечается в следующем порядке:

- как правило, все поверхности детали обрабатываются в последовательности, обратной их точности.

Самая точная поверхность должна обрабатываться в последнюю очередь;

- в случае опасности появления дефектов в первую очередь производится обработка тех поверхностей, где дефекты недопустимы.

При необходимости может быть произведена окончательная обработка этих поверхностей для определения целесообразности дальнейшей обработки;

- в первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить технологической базой для последующих операций;

- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;

- легко повреждаемые поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь;

- отверстия нужно сверлить в конце ТП, за исключением тех случаев, когда они служат базами для установки.

2.2.2 Назначение методов обработки поверхностей

При назначении способов обработки поверхностей нужно придерживаться таблиц экономической точности, приведенными в справочной литературе.

Выбор способов обработки нужно проводить с учетом габаритных размеров, характера и точности начальной заготовки, параметров материала и т.д.

Данные о способах обработки заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Методы обработки поверхностей

Наименование и размер поверхности	Параметр, Ra, мкм	Квалитет	Метод обработки
Поверхность Ø104h12	3,2	12	точение окончательное
	12,5	12	точение предварительное
	50	T4	заготовка

2.2.3 Выбор технологического оборудование

Выбор модели станков, прежде всего, определяется их возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали.

Выбор оборудования производим по каталогам, номенклатурным справочникам и методической литературе.

Порядок выбора технологического оборудования ГОСТ 14.305–73. Выбранное приспособление должно обеспечивать качество и точность

обработки, снизить трудоемкость механической обработки, поэтому должно быть быстродействующим и обеспечивать безопасность условий труда. Для среднесерийного производства выбираем как универсальные, так и специальные быстродействующие приспособления.

2.2.4 Выбор режущего инструмента

Выбираем высокопроизводительные инструменты с высокой стойкостью, позволяющие наиболее полно использовать возможности станков. При этом широко используем стандартный инструмент.

2.2.5 Выбор методов контроля и измерительного инструмента, баз

На этапах технологического процесса производятся контрольные замеры размеров деталей, на рабочих местах, как в ходе выполнения операции, так и по их окончанию.

Служба ИТК выполняет выборочный операционный контроль и сплошной окончательный контроль готовой продукции.

Контроль размеров детали производится следующими инструментами:

- штангенциркуль;
- калибр пробки проходные и непроходные;
- калибр скобы;
- для контроля зубов – штангензубомер;
- эталоны шероховатости ГОСТ 378-93;

Технологической базой называют поверхность, определяющую положение детали в процессе ее изготовления.

Для повышения точности обработки следовательно и лучших эксплуатационных характеристик следует стремиться к выполнению принципа постоянства баз, заключенного в использовании одних и тех же базовых поверхностей при обработке детали и принципе совмещения конструкторских, измерительных и технологических баз.

2.3 Разработка технологических операций

2.3.1 Определение операционных припусков, допусков, размеров

Межоперационный припуск – это слой металла, остающийся для снятия на данной операции.

Припуск должен быть достаточным, чтобы при окончательной обработке детали не оставалось черноты или следов от предварительной обработки, но вместе с тем он должен быть мал, чтобы не увеличивалось время обработки и не удорожало операцию.

Таблица 2.4 – Расчет операционных припусков и операционных размеров

Наименование поверхности и методов обработки	Квалитет	Параметры шероховатости Ra, мкм	Припуск мм	Размер, мм	Предельные отклонения, мм
Поверхность Ø104h12					
точение окончательное	h12	3,2	2·1	104	-0,35
точение предварительное	h12	12,5	2·2	106	-0,35
заготовка	T4	50	6	110	0 ^{+2,1} -1,1

2.3.2 Определение режимов резка

При назначении элементов режима резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания t : при черновой (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача S : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания V рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид:

$$V_{\text{д.р.}} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (1)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же как и периода стойкости T инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки.

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания $V_{\text{тб}}$ учитывает конкретные значения глубины резания t , подачи s и стойкости T и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания V с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент K_v .

Тогда действительная скорость резания $V = V_{\text{тб}} K_v$,

где K_v – произведение ряда коэффициентов. Важнейшими из них, общими для различных видов обработки, являются:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

K_{iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Стойкость T – период работы инструмента до затупления, приводимый для различных видов обработки, соответствует условиям одноинструментной обработки. При многоинструментной обработке период стойкости T следует увеличивать. Он зависит, прежде всего, от числа одновременно работающих инструментов, отношения времени резания к времени рабочего хода, материала инструмента, вида оборудования. При многостаночном обслуживании период стойкости T также необходимо увеличивать с возрастанием числа обслуживаемых станков.

В обычных случаях расчет точного значения периода стойкости громоздкий. Поэтому ориентировочно можно считать, что период стойкости при многоинструментной обработке

$$T_{ми} = T \cdot K_{Ti} \quad (2)$$

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N_e и крутящий момент на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитывают по эмпирическим формулам, значения коэффициентов и показателей степени, в которых для различных видов обработки приведены в соответствующих таблицах.

Рассчитанные с использованием табличных данных силовые зависимости учитывают конкретные технологические параметры (глубину резания, подачу, ширину фрезерования и др.) и действительны при определенных значениях ряда других факторов.

Их значения, соответствующие фактическим условиям резания, получают умножением на коэффициент K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий изменение по сравнению с табличными условиями резания, представляющий собой произведение из ряда коэффициентов.

Важнейшим из них является коэффициент K_{mp} , учитывающий качество обрабатываемого материала, значения которого для стали и чугуна приведены.

Расчет режима резания для точения (расточивания)

Глубина резания t : при черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жесткости системы СПИД принимается равно припуску на обработку; при чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности $R_a = 3,2$ мкм включительно $t = 0,5 \div 2,0$ мм; $R_a \geq 0,8$ мкм, $t = 0,1 \div 0,4$ мм.

Подача S : при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки..

Скорость резания V , м/мин: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

а при отрезании, прорезании и фасонном точении – по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v.$$

Среднее значение стойкости T при одноинструментной обработке – 30 – 60 мин. Значения коэффициента C_v , показателей степени x , y и m приведены в табл. 17.

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} , состояния поверхности K_{nv} , материала инструмента K_{iv} .

Сила резания. Силу резания N , принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z , радиальную P_y и осевую P_x). При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении эти составляющие рассчитывают по формуле

$$P_{z,x,y} = 10 C_p t^x S^y V^n K_p$$

При отрезании, прорезании и фасонном точении t – длина лезвия резца.

Постоянная C_p и показатели степени x , y , n для конкретных (расчетных) условий обработки для каждой из составляющих силы резания. Поправочный коэффициент K_p представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$) учитывающих фактические условия резания.

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания, кВт, рассчитывают по формуле

При одновременной работе нескольких инструментов эффективную мощность определяют как суммарную мощность отдельных инструментов.

Алгоритм расчёта (точение)

Выбор и материал инструмента выбирают исходя из технологических параметров обрабатываемой поверхности, его точности

При точении фаски глубина резания равна величине фаски

Глубина резания при продольном точении, рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (2.2),$$

где D – диаметр заготовки, мм

d – диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм

Скорость резания V (м/мин)

$$V = \frac{C_v \times K_v}{T^m \times t^x \times S_n^y},$$

Где C_v, x_v, y_v, m_v , - постоянный коэффициент и показатель степеней, значения которых зависят от условий работы

T – стойкость инструмента, мин.

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания. Представляет произведение коэффициентов, учитывающих влияние:

K_{mv} – материал заготовки

K_{nv} – состояния поверхности заготовки

K_{iv} – материал режущей части инструмента

$K_{\phi v}$ – главного угла в плане

K_{ov} – на вид обработки

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} \times K_{\phi v} \times K_{ov}$$

Частота вращения шпинделя n (об/мин)

Частоту вращения шпинделя можно рассчитать по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}$$

Рассчитанную частоту вращения шпинделя корректируют по паспорту станка

Действительная скорость резания V_d . (м/мин)

Действительную скорость резания определяют из формулы

$$V_a = \frac{\pi \times D \times n_n}{1000}$$

Проверка выбранного режима резания по мощности. Для надежной работы необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$N_{рез.} \leq N_s$$

Последовательность расчета режима резания при сверлении

Глубина резания. При сверлении глубина резания $t = 0,5 D$, при рассверливании, зенкерования и развертывании $t = 0,5(D - d)$.

Подача. При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу. При рассверливании отверстий подача, рекомендованная для сверления, может быть увеличена до 2 раз. При наличии ограничивающих факторов подачи при сверлении и рассверливании равны. Их определяют умножением табличного значения подачи на соответствующий поправочный коэффициент, приведенный в примечании к таблице.

Скорость резания. Скорость резания, м/мин, при сверлении

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

Значения коэффициентов C_v и показателей степени приведены в для сверления в табл. 28, для рассверливания, зенкерования и развертывания.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv},$$

Где: K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

При рассверливании и зенкерования литых или штампованных отверстий водится дополнительно поправочный коэффициент K_{nv} .

Крутящий момент, Н·м, и осевую силу, Н, рассчитывают по формулам:

При сверлении

$$M_{kp} = 10 C_m D^q S^y K_p; \quad P_o = 10 C_p D^q S^y K_p;$$

При рассверливании и зенкерования

$$M_{kp} = 10 C_m D^q t^x S^y K_p; \quad P_o = 10 C_p D^q t^x S^y K_p;$$

Для определения крутящего момента при развертывании каждый зуб инструмента можно рассматривать как расточной резец. Тогда при диаметре

$$M_{kp} = \frac{C_p t^x S_z^y D z}{2 \cdot 100};$$

инструмента D крутящий момент, Н·м,

где: s_z – подача, мм на один зуб инструмента, равная s/z , где s – подача, мм/об, z – число зубьев развертки. Значения коэффициентов и показателей степени.

Мощность резания, кВт, определяют по формуле

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750},$$

Где частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

Алгоритм расчёта (сверление)

Элементы режима резания

Глубина резания t , мм

Подача S , мм/об

Уточненное значение подачи

$$S_o = S \times K_{Is}$$

Корректируем подачу по паспорту станка [1]

$$S_n \leq S_o$$

3.3 Скорость резания при сверлении, V , м/мин

$$V = \frac{C_v \times D_{cd.}^q}{T^m \times S_n^y} \times K_v$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

где C_v - постоянный коэффициент

q, m, y -показатели степени (Приложение ДЗ, таблица 28-29)

T -стойкость сверла, мин

Частота вращения шпинделя, n об/мин

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}$$

Корректируем частоту по паспорту станка

$$n_n \leq n$$

Действительная скорость резания V_d , м/мин

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_n}{1000}$$

Основное технологическое (машинное) время T_o (мин)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_n \times n_n} \times i$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм ($l_1 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}$)
 l_2 – величина перебега, инструмента, мм ($l_2 = 0 \div 3$).

Алгоритм расчётов (фрезерование)

Глубина резания t , мм
 Скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{C_v \times D_\phi^q}{T^m \times t^x \times B^u \times S_z^y \times Z^p} \times K_v$$

где C_v, q, m, u, x, u, p - постоянный коэффициент и показатели степени
 T – стойкость фрезы, мин

Частота вращения шпинделя n , об/мин

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_\phi}$$

Корректируем частоту по паспорту станка

$$n_n \leq n$$

Действительная скорость резания, V_o , м/мин

$$V_o = \frac{\pi \times D_\phi \times n_n}{1000}$$

Минутная подача стола станка, $S_{мин.}$, мм/мин

$$S_{мин.} = S_z \times n_n \times Z$$

Корректируем подачу по паспорту станка.

$$S_{mn} \leq S_n$$

4 Проверка выбранного режима резания по мощности

Для надежной работы необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$N_{рез.} \leq N_s$$

$$N_{рез.} = \frac{P_z \times V_o}{1020 \times 60} \quad (2.29)$$

Тангенциальная составляющая сил резания

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_{z\phi}^y \times B^u \times Z}{D_\phi^q \times n_n^w} \times K_p$$

где C_p, q, u, y, x, w , - постоянный коэффициент и показатели степени

Основное технологическое (машинное) время T_o (мин)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_{ir}} \times i$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм

l_2 – величина перебега, инструмента, мм

2.3.3 Определение норм времени

К вспомогательному времени относятся все временные затраты не перекрываемые временем работы оборудования по изменению формы заготовки на данной операции. В состав вспомогательного времени не входят временные затраты, перекрываемые временем работы оборудования, те выполняемые рабочим во время рабочего хода оборудования.

В состав вспомогательного времени всегда входит:

- время на установку и снятие детали;
- время, связанное с переходом;
- время на смену инструмента (при многопроходных операциях);
- время на смену числа оборотов шпинделя;
- время на смену размера подачи и её направления и т.д.

Основное машинное время для выполнения операции T_0 , мин.

Подготовительно-заключительное время на партию деталей при работе на зубофрезерных станках выбираем по нормативам.

- время на наладку станка, инструмента и приспособлений –;
- время на получение инструмента и приспособлений к началу и сдаёт их после окончания обработки партии деталей.;
- время на пробную обработку деталей.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{об} + T_{от},$$

где T_0 – основное время, мин.;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

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

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные нужды, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_{в} = T_{ус} + T_{изм},$$

где $T_{ус}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{изм}$ – время для измерения детали, мин.

Время обслуживания рабочего места определяется в процентах от оперативного времени.

$$T_{об} = 3,5 \dots 4,0\% \cdot T_{оп}/100$$

Время перерывов на отдых и личные нужды также определяется в процентах от оперативного времени:

$$T_{от} = 4\% \cdot T_{оп}/100$$

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = T_{п.з.}/n \cdot T_{шт},$$

где n – количество деталей в партии, $n = 60$ шт.

Оформление комплекта документов на технологический процесс механической обработки

Оформление комплекта документов на технологический процесс механической обработки соответствует требованиям ГОСТов систем ЕСКД и ЕСТД.

Технологические процессы содержат описание всех выполняемых работ при изготовлении сварного изделия с указанием всех приемов, режима, последовательности выполнения операций и переходов. Основные требования к техпроцессу — это обеспечение качества изделия и производительности, наличие всех данных для нормирования трудовых затрат и обеспечение безопасности выполняемых работ.

Технологические операции описываются на специальных бланках в определенной последовательности и сшиваются, образуя технологический процесс. Все эти разновидности бланков соответствуют различным стандартам по форме.

Технологический процесс состоит из следующих бланков:

1. Титульный лист ГОСТ 3,1105-84.
2. Ведомость оснастки ГОСТ 3.1122-84.
3. Маршрутная карта ГОСТ 3.1118-82.
4. Операционная карта ГОСТ 3.1404-86.

Стандартом ГОСТ 3.1705-81 установлены правила записи операций и переходов сварки и определены термины (слова, которыми нужно пользоваться, а также допустимые термины) при написании в технологических процессах, например, «паять», «сварить», «прихватить», «приварить», «заварить» и т. д.

Стандарт ГОСТ 3.1129-93 определяет общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции, а также правила оформления маршрутных карт (ГОСТ 3.1118-82).

ГОСТ 3.1109-82 предусматривает термины и определения операций и переходов технологических процессов изготовления и ремонта изделий машиностроения.

При оформлении комплекта документов необходимо заполнить следующие карты:

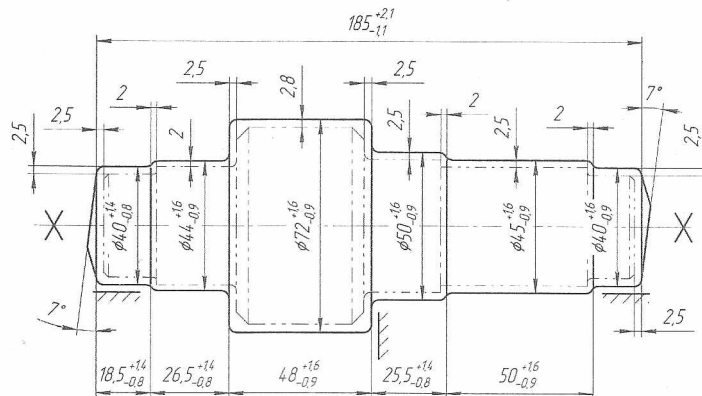
- титульный лист;
- маршрутная карта лист 1;
- маршрутная карта последующие листы;
- операционная карта лист 1 на каждую операцию;
- операционная карта последующие листы на каждую операцию;

Литература

1. Технология изготовления типовых деталей машин. Учебное пособие СПО Шрубченко И.А., Погодин А. А., Дуюн Т.А. - ИНФРА-М, 2019 - 358с. ISBN: 978-5-16-014868-7
2. Технология машиностроения. Производство типовых деталей машин. Учебное пособие Иванов И.С. НИЦ ИНФРА-М, 2020 – 224с. ISBN 978-5-16-015601-9
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, И.В. Шрубченко. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 424 с.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, И.В. Шрубченко. – Старый Оскол: ТНТН, 2011. 424 с.: ил. 15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1. [Текст]: справочник / Под ред.
5. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.: ил. 16 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. [Текст]: справочник / Под ред.
6. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.: ил.
7. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. В. Бабук [и др.] ; под общ. ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйшая школа, 1987. – 255 с.
8. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и куз- нечные напуски : ГОСТ 7505–89. 5. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645–85.
9. Прокат стальной горячекатаный круглый : ГОСТ 2590–88 (СТ СЭВ 3898–82).

Приложения

√ Ra 50

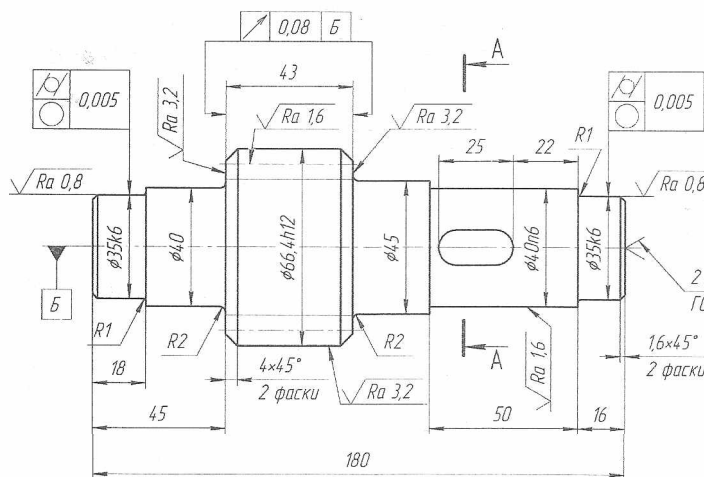


1. Гр. I НВ 167...207 ГОСТ 8479-70.
2. Неуказанные радиусы 2,5мм.
3. Штамповочные уклоны 5°.
4. Змещение по площади разъема не более 0,5мм.
5. Степень сложности заготовки С2, группа стали М2, точность изготовления Т4, исходный индекс по ГОСТ 7505-89

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Заготовка	Лист	Масса	Увелич.
Разработ.	Провер.	Технол.	Инженер.	Маст.		у	2,5	1:1
					Сталь 40Х ГОСТ 7806-2015	Лист	Листов	1

Формат А3

√ Ra 12,5 (√)



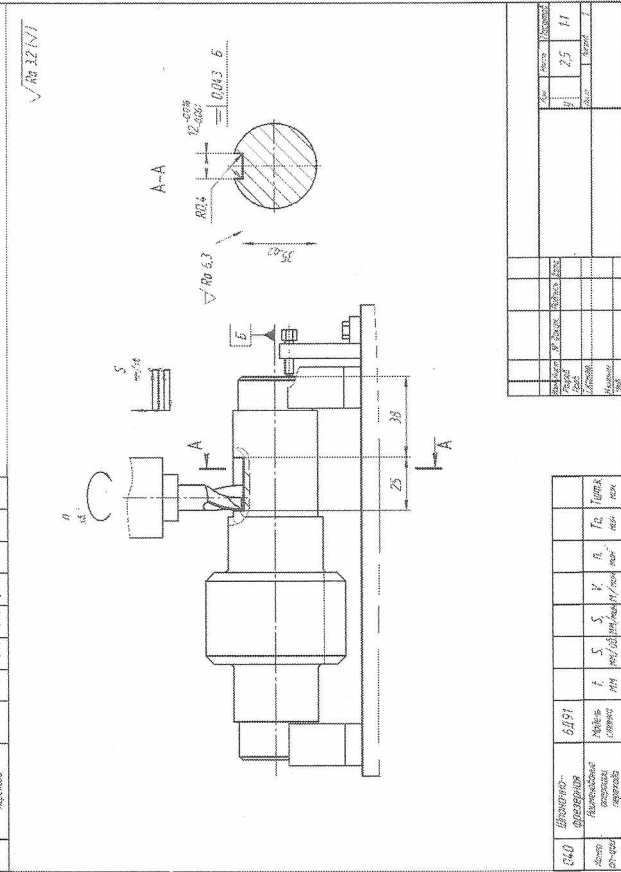
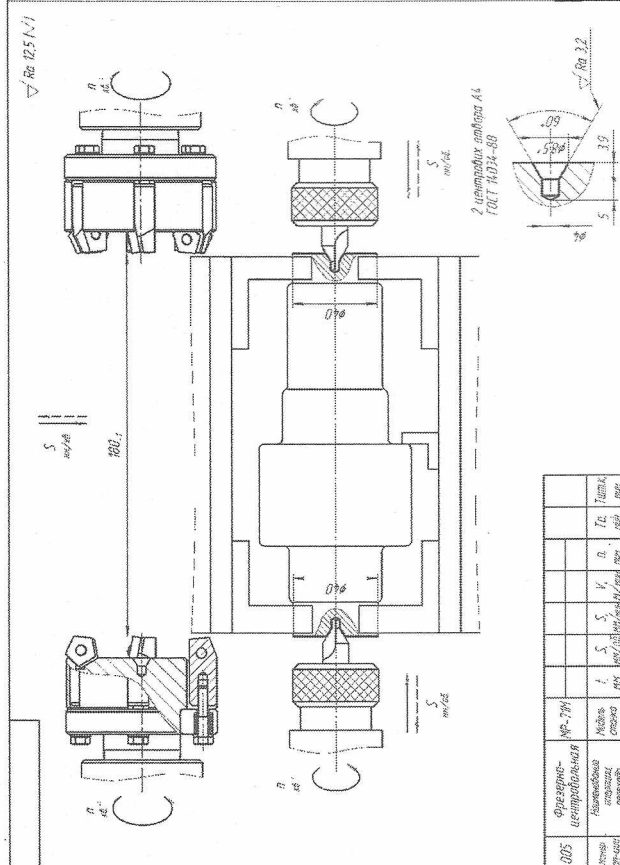
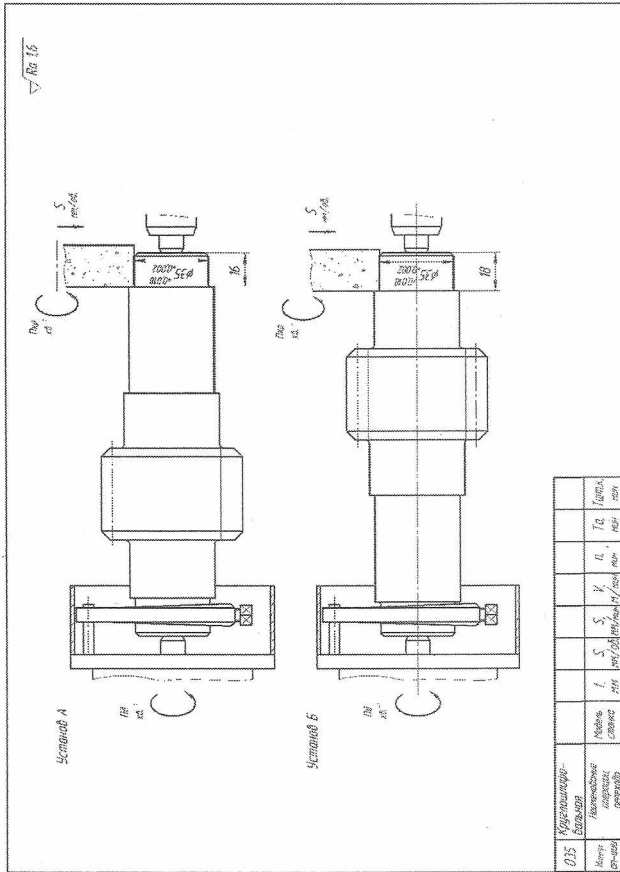
Модуль	m	4
Количество зубьев	z	14
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0,3
Коэффициент точности ГОСТ 1643-81	-	8-B
Длина общей нормали	W	19,3 ^{±0,08}
Делительный диаметр	d	56

2 отв. центр. А4
ГОСТ 4034-74

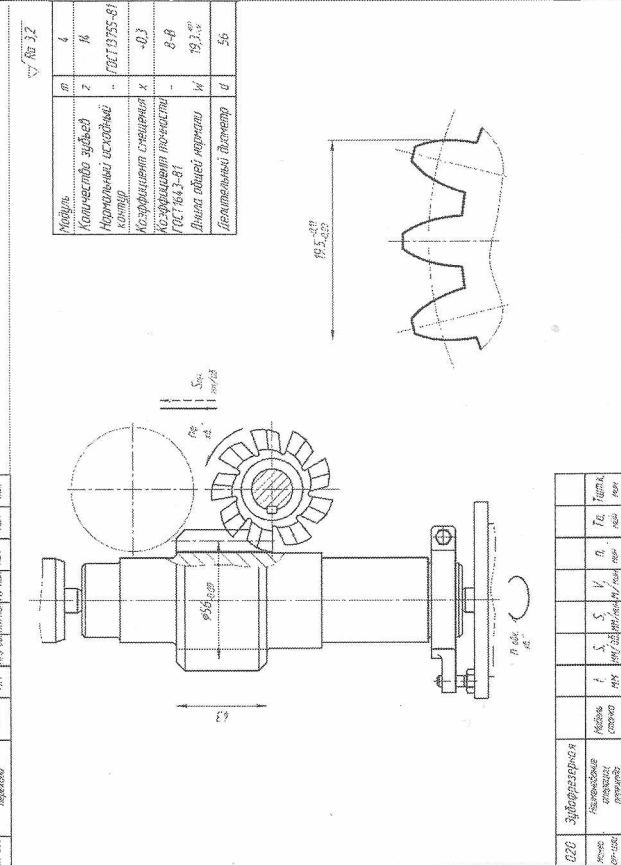
1. ТВЧ зубьев HRC 40...45.
2. H14, h14, ±IT14/2.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Вал-шестерня	Лист	Масса	Увелич.
Разработ.	Провер.	Технол.	Инженер.	Маст.		у	2,5	1:1
					Сталь 40Х ГОСТ 7806-2015	Лист	Листов	1

Формат А3



№	Изм.	Исполнение	И.п.	К.	Л.	Т.п.	Лист
035		Исполнение					
		Исполнение					
		Исполнение					



№	Изм.	Исполнение	И.п.	К.	Л.	Т.п.	Лист
035		Исполнение					
		Исполнение					
		Исполнение					

№	Изм.	Исполнение	И.п.	К.	Л.	Т.п.	Лист
035		Исполнение					
		Исполнение					
		Исполнение					

№	Изм.	Исполнение	И.п.	К.	Л.	Т.п.	Лист
035		Исполнение					
		Исполнение					
		Исполнение					

№	Изм.	Исполнение	И.п.	К.	Л.	Т.п.	Лист
035		Исполнение					
		Исполнение					
		Исполнение					