

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта
Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

по дисциплине «Основы технологии машиностроения»

на тему: «Разработка технологического процесса механической обработки
детали - вал с годовой программой выпуска 25000 штук»

ПГУ 1.4–05.15.03.02.С ____ ПЗ

Направление подготовки – 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки – Металлообрабатывающее оборудование и
технологическая оснастка

Выполнил студент: _____ Чепышев И.М.

Группа: _____ 17МС1

Руководитель:

к.т.н., доцент _____ Миронычев Н.А.

Работа защищена с оценкой удовл.

Преподаватели _____

Дата защиты 09.02.2021

Пенза 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав.кафедрой, д.т.н., профессор
_____ А.Е. Зверовщиков
_____ 2019г.

ЗАДАНИЕ
на курсовое проектирование
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»
студенту **Чепышев И.М.** гр.17МС1

А Тема работы: Разработка технологического процесса механической обработки детали – вал с годовой программой выпуска 25000 штук.

Б Содержание пояснительной записки к курсовой работе

Титульный лист

Задание на проектирование

Реферат (по ГОСТ 7.9-95)

Содержание

Введение

- 1 Анализ исходных данных и определение типа производства
 - 1.1 Служебное назначение детали
 - 1.2 Анализ конструкции и технологичности детали
 - 1.3 Предварительный технологический процесс изготовления
 - 1.4 Определение типа производства
- 2 Проектирование заготовки
 - 2.1 Выбор метода получения заготовки
 - 2.2 Проектирование заготовки
- 3 Разработка маршрутной технологии изготовления детали
 - 3.1 Анализ базовой (заводской) или типовой технологии
 - 3.2 Назначение последовательности обработки по операциям. Составление маршрутной технологии
 - 3.3 Определение технологических баз по операциям. Разработка схем базирования
 - 3.4 Расчет погрешности установки на операциях
- 4 Проектирование операционной технологии
 - 4.1 Выбор и обоснование оборудования, приспособлений, режущих инструментов, средств контроля и измерений
 - 4.2 Определение припусков расчетно-аналитическим методом
 - 4.3 Назначение последовательности и содержания переходов по операциям
 - 4.4 Расчет (назначение) режимов резания
 - 4.5 Расчет технических норм времени, назначение разрядности работ (квалификации рабочих)
 - 4.6 Оценка точности обработки на чистовой операции (расчет погрешности обработки).

Список использованных источников (по ГОСТ Р 7.1–2003)

Заключение (по ГОСТ 7.32-2017)

Приложения

Приложение А Комплект технологической документации (ТЛ, МК, ОК, КЭ).

Приложение Б Ведомость работы

Приложение В Иллюстративный материал (графическая часть ф.А4)

Пояснительная записка оформляется на 35-50 страницах (по ГОСТ 2.105-2019, ГОСТ 2.106-2019).

В Графическая часть

- 1 Чертежи детали и заготовки 2 л.ф.А4 (приложение к пояснительной записке)
- 2 Технологические эскизы (наладки) на операции 1 л.ф.А1

Г График выполнения работы

Наименование работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя
Разработка чертежей детали и заготовки (разделы 1,2)			
Проектирование заготовки, обоснование метода. Разработка маршрута обработки (разделы 1,2, 3,)			
Проектирование операционной технологии (раздел 4,5)			
Оформление пояснительной записки (разделы 1,2,3,4,5)			

Дата выдачи задания 04 сентября 2019г.
Руководитель работы Миронычев Н.А.

Задание выдал _____
Задание принял _____

УДК 621.9(075):621.7.06; 621.9.06

РЕФЕРАТ

Чепышев И.М. Разработка технологического процесса механической обработки детали – вал с годовой программой выпуска 25000 штук.

Пояснительная записка: 61 с., 10 рис., 12 табл.,
6 источн., 3 прил.

Графическая часть: 2 л. ф. А3 и 1 л. ф. А1.

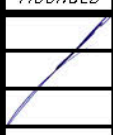
ДЕТАЛЬ – ВАЛ, ТИП ПРОИЗВОДСТВА, ЗАГОТОВКА, ПРИПУСКИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ПОГРЕШНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Цель работы: разработка модернизированного технологического процесса обработки детали - вал изделия станок 2А125.

В процессе выполнения работы произведен анализ служебного назначения и технологичности конструкции детали, определен тип производства.

Спроектирована заготовка, назначены технические требования на ее изготовление.

Разработана маршрутная и операционная технология с выбором оборудования, средства технологического оснащения, с назначением режимов резания и расчетом технических норм времени, выполнены технологические наладки.

					ПГУ 1.4-05.15.03.02.C111ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Чепышев И.М.			Разработка технологического процесса механической обработки детали – вал с годовой программой выпуска 25000 штук				
		Миронычев Н.А.				Лит.	Лист	Листов	
Реценз.						К	Р	З	56
Н. Контр.						Каф. "ТОМ", гр. 17МС1			
Утверд.					Пояснительная записка				

Содержание

Введение.....	5
1. Анализ исходных данных и определение типа производства.....	7
1.1 Служебное назначение детали.....	7
1.2 Анализ конструкции и технологичности детали	8
1.3 Предварительный технологический процесс изготовления детали	10
1.4 Определение типа производства	11
2. Проектирование заготовки.....	14
2.1 Выбор метода получения заготовки.....	14
2.2 Проектирование заготовки.....	20
3. Разработка маршрутной технологии изготовления детали	21
3.1 Анализ базовой (заводской) технологии	21
3.2 Назначение последовательности обработки по операциям.....	22
3.3 Определение технологических баз по операциям	25
3.4 Расчет погрешности обработки по операциям.....	26
4. Проектирование операционной технологии	27
4.1 Выбор и обоснование оборудования и технологического оснащения.....	27
4.2 Определение припусков расчетно-аналитическим методом.....	35
4.3 Назначение последовательности и содержания переходов по операциям	37
4.4 Расчет режимов резания	38
4.5 Расчет технических норм времени	43
4.6 Оценка точности обработки на чистовой операции.....	45
Заключение	48
Список источников	49
Список интернет-источников.....	49
Приложение А Комплект технологической документации.....	
Приложение Б Ведомость курсового проекта.....	
Приложение В Иллюстративный материал	

Введение

Целью курсовой работы по основам технологии машиностроения является проектирование технологического процесса изготовления детали в условиях серийного производства.

Серийное производство характеризуется следующими признаками:

- применяется универсальное, специализированное и специальное оборудование;
- приспособления и инструменты – универсальные;
- исходные заготовки – точная штамповка или прокат, или поперечно-винтовой прокат и т.д.;
- методы обеспечения заданной точности – метод пробных ходов и промеров, разметка;
- техническое нормирование необходимо только на ответственных операциях;
- техническая документация – подробная на ответственных операциях, упрощенная – на остальных.

Серийное производство характеризуется постоянством выпуска довольно большой номенклатуры изделий. При этом годовая номенклатура выпускаемых изделий шире, чем номенклатура каждого месяца.

Это позволяет организовать выпуск продукции более или менее ритмично. Выпуск изделий в больших или относительно больших количествах позволяет проводить значительную унификацию выпускаемых изделий и технологических процессов, изготавливать стандартные или нормализованные детали, входящие в конструктивные ряды, большими партиями, что уменьшает их себестоимость.

Организация труда в серийном производстве отличается высокой специализацией. За каждым рабочим местом закрепляется выполнение нескольких определенных деталей и операций. Это дает рабочему хорошо освоить инструмент, приспособления и весь процесс обработки, приобрести навыки и усовершенствовать приемы обработки. Особенности серийного производства обуславливают экономическую целесообразность выпуска продукции по циклически повторяющемуся графику.

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В данной курсовой работе проектируется технологический процесс изготовления механической обработки детали «Вал».

Основная цель работы: спроектировать современный технологический процесс изготовления детали «Вал» с годовой программой выпуска 25.000 деталей в год.

Основной задачей проекта является разработка технологического процесса механической обработки заготовки на стадии технического проекта для серийного типа производства с выполнением ряда технических расчетных работ и технико-экономическим обоснованием принятых решений.

Исходными данными для разработки курсового проекта являются:

- задание на курсовой проектирование;
- рабочий чертеж детали;
- объём выпуска изделия и заданных деталей.

В ходе проектирования необходимо выполнить следующие расчеты:

- оценка технологичности конструкции детали;
- определение типа производства;
- экономическое обоснование вида заготовки и метод её получения;
- разработать маршрут обработки детали;
- выбрать методы обработки поверхностей детали;
- расчет припусков и межоперационных размеров на поверхности детали;
- разработать операционную технологию выбором режимов резания и расчётом норм времени на обработку;
- составление МК (маршрутной карты).

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности детали «Вал» производим по оценке конструкции, технологичности и метода получения заготовки, доступности прогрессивных технологий обработки и материала, из которого изготавливается заготовка.

По конструкции детали можно сделать предварительную оценку, что у детали ко всем поверхностям имеется доступ стандартным инструментом и может быть обработана на универсальном или оборудовании с ЧПУ. Шероховатость поверхности $Ra_{3,2\text{мкм}}$ (наружная поверхность шлицев) достигается лезвийным инструментом без применения шлифования.

Токарные операции выполняются за 2 установка. Первоначально – это обработка наружного контура. Все поверхности имеют допуски и шероховатость, соответствующие классу точности обработки на токарном станке с ЧПУ. Большинство чистовых операций выполняется в центрах, соответственно погрешность базирования составляет $30...50\text{мкм}$, на основании этого можно сделать вывод, что обработка является достаточно точной.

Шлицы выполнены практически на всю длину вала (шлицы - прямобочные) для нарезания их на горизонтально-фрезерном станке имеются поверхности под врезание и выход режущего инструмента.

Шпоночные пазы выполняются стандартным инструментом, один из пазов открытый, что является более технологичным, другой – закрытый, что создает сложности при траектории перемещения инструмента.

Рассмотрим деталь по поверхностям, и обозначим (предварительно) последовательность обработки и методы получения их.

Поверхности $\varnothing 25\text{к6}$ и $\varnothing 20\text{к6}$ ($Ra_{0,8\text{мкм}}$) (это посадочная поверхность под подшипники) – получаем методом точения (черновое и чистовое) с последующим шлифованием на круглошлифовальном станке.

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поверхности Ø30h7 и Ø30Js8 (Ra0,8мкм) (посадочные поверхности под шестерни и зубчатые колеса) – также получаем методом точения (черновое и чистовое) и также последующее шлифование на круглошлифовальном станке.

Данные поверхности является открытой и имеют свободный доступ под выход шлифовального круга.

Произведем анализ материала, из которого производится деталь.

Сталь 45 — классифицируется как конструкционная углеродистая качественная сталь. Марка 45 выделяется высокими показателями прочности, имея при этом небольшую вязкость и пластичность. Поскольку механические свойства марки и 45 идентичны маркам 40 и 50, эти стали являются взаимозаменяемыми.

Основные хим.элементы материала Сталь 45.

- железо (Fe) - до 97%;
- углерод (C) – от 0,42 до 0,5%;
- кремний (Si) – от 0,17 до 0,37%;
- хром (Cr) – до 0,25%;
- марганец (Mn) - 0,5 - 0,8%;
- никель (Ni) – до 0,25%;
- медь (Cu) – до 0,25%;
- фосфор (P) – до 0,035%;
- сера (S) – до 0,04%;
- мышьяк (As) - 0,08.

Материал сталь 45 – достаточно хорошо поддается механической обработке резанием (особенно после термической обработки типа улучшение) твердосплавными пластинами и инструментом из быстрорежущей стали.

Общее заключение: деталь “Вал” является технологичной по всем параметрам, следовательно, предложения по улучшению технологичности при данном объеме выпуска - достаточны.

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Предварительный технологический процесс изготовления детали

Составим предварительный технологический процесс обработки для деталей данного типа.

Основные рекомендации:

В серийном производстве (подрезку торцов выполняют отдельно от центрования на продольно-фрезерных или горизонтально-фрезерных станках, а центрование — на одностороннем или двустороннем центровальном станке). Могут применяться фрезерно-центровальные полуавтоматы последовательного действия с установкой заготовки по наружному диаметру в призмы и базированием в осевом направлении по упору.

Токарная обработка выполняется за два установа на одной операции или каждый установ выносится как отдельная операция. Производится точение наружных поверхностей (с припуском под чистовое точение и шлифование) и канавок. Это обеспечивает получение точности $IT12$, шероховатости $Ra\ 6,3$. В серийном — на копировальных токарных станках, горизонтальных многорезцовых, вертикальных одношпиндельных полуавтоматах и станках с ЧПУ

Рассмотрим основные этапы механической обработки и проанализируем базовый технологический процесс .

Заготовительная (прокат)

1. Токарная
 - подготовка торцев
 - предварительная наружная обработка
2. Токарная
 - получистовая наружная обработка поверхностей под шлифование
 - точение канавок
 - чистовая обработка поверхности под шлицы
3. Фрезерная
 - фрезерование шлицев в делительной головке
4. Фрезерная
 - фрезерование шпоночных пазов
- Термическая (закалка)
5. Круглошлифовальная
 - чистовая обработка поверхности (под подшипники)

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базовый маршрут принимаем согласно рекомендаций по изготовлению валов до Ø40x400мм.

В базовом технологическом процессе планируется использование универсального парка оборудования без использования высокопроизводительного оборудования и станков с ЧПУ.

При объемах выпуска деталей 25.000шт/год использование универсального оборудования экономически нецелесообразно.

В рамках токарной операции можно использовать станки с ЧПУ и токарно-копировальные п/автоматы.

Для фрезерных работ целесообразно использовать способы механизации и автоматизации фрезерных работ типа делительной головки и работы комплектом фрез на одной оправке.

1.4 Определение типа производства

Определяем тип производства, в зависимости от габаритов, массы (веса) и размера годовой программы выпуска изделий, из этих данных необходимо установить тип производства:

Единичное - определяется выпуском деталей в малом количестве.

Серийное - производство характеризуется ограниченным выпуском продукции, но большими сериями. Серийное производство подразделяется на крупносерийное и мелкосерийное.

Крупносерийное - относительно постоянный выпуск продукции большими сериями, либо изготовлением изделий, производство которых часто повторяется. По характеру ближе остальных к массовому. При выборе технологического оборудования специального и специализированного, дорогостоящего приспособления или вспомогательного приспособления и инструмента необходимо производить расчёт затрат и сроков окупаемости, а также ожидаемый экономический эффект от использования оборудования и технологического оснащения.

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мелкосерийное - широкая номенклатура, большой размер серии, редкая периодичность выпуска. По характеру близко к единичному.

Массовое - характеризуется выпуском одной и той же продукции как правило длительное время (годами).

Расчет произведем согласно рекомендаций [2] табличным методом.

- 1) Деталь «Вал оси» относится к металлорежущим станкам, соответственно, отрасль машиностроения – среднее машиностроение.
- 2) Масса детали: 1,9кг (диапазон 1,0 кг ... 2,5 кг)
- 3) Годовой объем выпуска деталей: 25.000 шт/год (диапазон 1000 ... 50.000)

Полученное значение соответствует среднесерийному типу производства.

Среднесерийное производство характеризуется изготовлением деталей партиями и сериями регулярно повторяющимися через определённый промежуток времени. В таком производстве используют высокопроизводительное оборудование, где наряду с универсальным используют специализированное и даже специальное оборудование. При этом широко используют универсально - наладочные и универсально - сборные приспособления, универсальный и специальный режущий инструмент. Оборудование располагают как по ходу технологического процесса, так и по типам станков.

Заданный суточный выпуск изделий:

$$N_{сут} = \frac{25000}{254} = 99 \text{деталей}$$

где: 254 - количество рабочих дней в году.

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Проектирование заготовки

2.1 Выбор метода получения заготовки

Выбор метода получения исходной заготовки определяется типом производства, экономическим факторами и техническими возможностями производства.

Заготовками для деталей класса «вал» наиболее часто служат либо сортовой прокат, либо штамповка (либо поковка), полученная на станах поперечно винтовой (или поперечно-клиновой) прокатки.

Сортовой прокат применяется для изготовления средних и мелких деталей с небольшим перепадом диаметров по ступеням вала (до 10-15 мм на 100 мм длины). Поковка применяется для изготовления средних и крупных валов сложной конфигурации, с большим перепадом диаметров, а также при специальных требованиях к структуре металла и при достаточно больших объемах выпуска..

Проведём сравнительный анализ получения заготовок из сортового проката и методом поперечно-клиновой прокатки по конструктивным критериям, по коэффициенту использования металла и по экономическим критериям для решения вопроса о выборе метода получения заготовки.

На выбор метода получения заготовки так же оказывают влияние:

- материал детали;
- её назначение и технические требования на изготовление;
- объем и серийность выпуска;
- форма поверхностей, размеры и точность детали.

Оптимальный метод получения заготовки определяется на основании всестороннего анализа названных факторов и технико-экономического расчета технологической себестоимости детали.

Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготавливаемой из нее детали, при минимальной себестоимости последней считается оптимальным.

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сравнительный анализ конструкции заготовок

Предварительно выбираем два типа заготовок: сортовой прокат и поковка, полученная методом поперечно-клиновой прокатки.

Исходя из того, что тип производства - среднесерийный, а точность изготовления детали обычная. Оба вида заготовок можно использовать в условиях серийного производства.

1) Заготовка из сортового проката

Назначаем диаметр сортового проката по ГОСТ 2590-2006. Так, как вал имеет два одинаковых уступа, диаметр проката назначаем по наибольшему диаметру детали - 42 мм.

Принимаем заготовку: Ø42х298мм

Отклонения:

верхнее +0.4мм;

нижнее -0.7

Рассчитаем припуск на длину заготовки по ГОСТ 2590-88. Для случая отрезания проката на токарном станке примем по таблице припуск 5 мм.

2) Заготовка - поковка

Самый точный квалитет наибольшей наружной поверхности заготовки - h9;

тип производства - среднесерийное;

деталь имеет относительно простую форму, то возможно получение заготовки методом поперечно-клинового проката.

Для того, чтобы рассчитать массу детали, рассчитаем геометрические размеры заготовки, назначив припуски на все размеры, затем рассчитаем коэффициент использования металла.

Припуски на размеры заготовки, полученные штамповкой, назначаются исходя из класса точности, группы стали, степени сложности заготовки, её расчётной массы и исходного индекса поковки по таблицам ГОСТ 7505-89.

Класс точности штамповки: заготовку получаем на поперечно-клиновом, класс точности штамповки - Т3 (по ГОСТ7505-89).

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходный индекс поковки – 9, принимаем по таблицам ГОСТ 7505-89 .

- группа стали М1,
- степень сложности поковки С2;
- класс точности Т3;

Основные припуски на механообработку назначаем по таблице ГОСТ 7505-89.

Выбор метода получения заготовки производим путем экономического обоснования, также определяют коэффициент использования материала КИМ и выполняют эскиз заготовки.

Определим себестоимость двух вариантов получения заготовки

1) Прокат $\varnothing 42 \times 298 \text{ мм}$

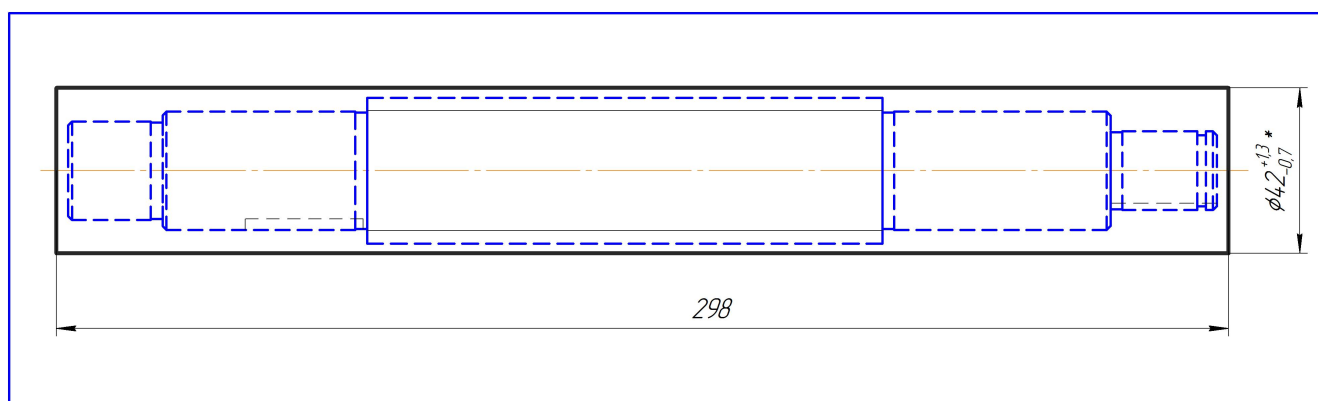


Рисунок 2 – Заготовка – прокат $\varnothing 42 \times 298 \text{ мм}$

2) Поковка – поперечно-клиновой прокат $\varnothing 42 \times 300 \text{ мм}$ (перем.сечения)

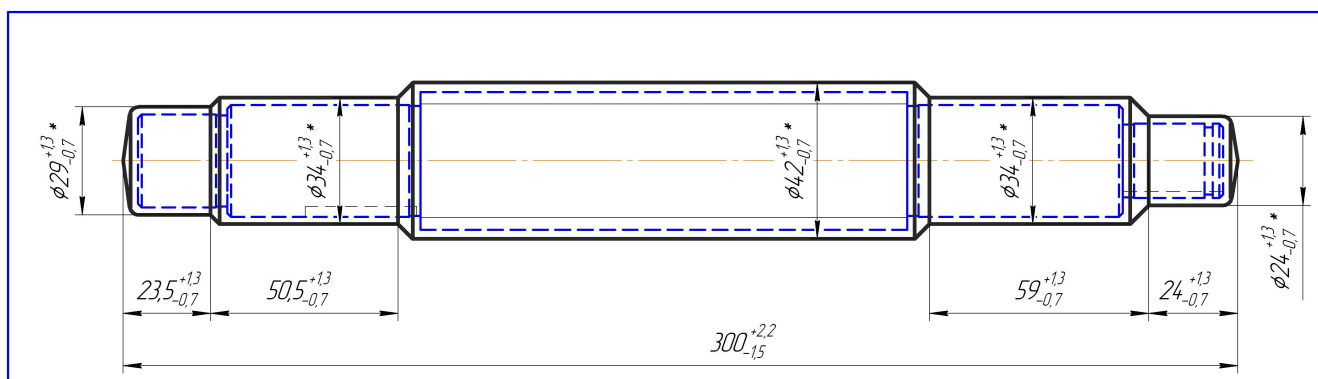


Рисунок 3 – Заготовка – поковка

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Определим массу двух вариантов заготовки по формуле:

$$m_3 = \frac{L \cdot \pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho, \text{ кг}$$

где: ρ – плотность материала заготовки, кг/м^3

Масса заготовки из проката:

$$m_{31} = \frac{298 \cdot 3,14 \cdot 42^2}{4} \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 3,22 \text{ кг}$$

Масса заготовки-поковки:

$$m_{32} = \left(\frac{23,5 \cdot 3,14 \cdot 29^2}{4} + \frac{(50,5 + 59) \cdot 3,14 \cdot 34^2}{4} + \frac{143 \cdot 3,14 \cdot 42^2}{4} + \frac{24 \cdot 3,14 \cdot 24^2}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 2,44 \text{ кг}$$

Масса детали:

$$m_{\text{дет}} = 1,90 \text{ кг}$$

Определим КИМ:

$$\text{КИМ} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}$$

КИМ прокат Ø42x298мм:

$$\text{КИМ} = \frac{1,9}{3,220} = 0,59$$

КИМ поковка Ø42x300мм (перем.сечения):

$$\text{КИМ} = \frac{1,9}{2,44} = 0,78$$

Себестоимость заготовки согласно [3]:

$$C = C_{\text{заг}} - g_{\text{отх}} \cdot C_{\text{отх}}, \text{ руб}$$

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где: $C_{\text{заг}}$ - цена заготовки, руб/шт

$g_{\text{отх}}$ - масса отходов, кг

$C_{\text{отх}}$ - цена отходов, руб/кг,

$C_{\text{отх}} = 10.000$ руб/тонна

Стоимость 1кг проката Ø42 равна 47руб/кг.

Себестоимость единицы массы заготовки для 2-го варианта [3]:

$$C_{\text{м}_2} = (19500 - 1550 \cdot \ln(3,0)) \cdot 8 = 98800 \text{ руб} / \text{т} = 98 \text{ руб} / \text{кг}$$

Отсюда, себестоимость заготовок при 2-х вариантах:

прокат Ø42x298мм

$$C_1 = 1,1 \cdot 3,22 \cdot 47 - (3,22 - 1,9) \cdot 10 = 153,27 \text{ руб}$$

поковка Ø42x300мм (перем.сечения)

$$C_2 = 1,1 \cdot 2,44 \cdot 98 - (2,44 - 1,9) \cdot 10 = 257,63 \text{ руб}$$

Для обработки данной детали из разных заготовок будут использовать одинаковые станки, а припуск по операциям в среднем 3,5мм, то можно сделать выводы, что количество проходов на обработку каждой поверхности будет одинаковым, соответственно, и трудоемкость приблизительно равна при обоих вариантах заготовки.

Исходя из того, что затраты для поковки выше, чем у заготовки из проката, то принимаем основной заготовкой: прокат Ø42x298мм.

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки из проката

Найдем максимальный диаметр заготовки из поковки. Для наибольшего диаметра примем припуски на черновое точение 1 мм и чистовое точение 0,5 мм, соответственно.

Припуски на торцевых поверхностях = 3мм [3, с. 54].

На Ø25к6 (предварительно).

- 1) припуск на черновую обработку – 1,25 мм (на сторону);
- 2) припуск на чистовую обработку – 0,5 мм (на сторону);
- 3) припуск на шлифовальную обработку - 0,25 мм (на сторону).

На Ø30h7 и Ø30Js8 (предварительно).

- 1) припуск на черновую обработку – 1,25 мм (на сторону);
- 2) припуск на чистовую обработку – 0,5 мм (на сторону);
- 3) припуск на шлифовальную обработку - 0,25 мм (на сторону).

На Ø37h9 (предварительно).

- 1) припуск на черновую обработку – 2,0 мм (на сторону);
- 2) припуск на чистовую обработку – 0,5 мм (на сторону).

На Ø20к6 (предварительно).

- 1) припуск на черновую обработку – 1,25 мм (на сторону);
- 2) припуск на чистовую обработку – 0,5 мм (на сторону);
- 3) припуск на шлифовальную обработку - 0,25 мм (на сторону).

3. Разработка маршрутной технологии изготовления детали

3.1 Анализ базовой технологии изготовления

Для подробного технологического анализа и определения последовательности обработки вычертим эскиз детали с указанием поверхностей обработки.

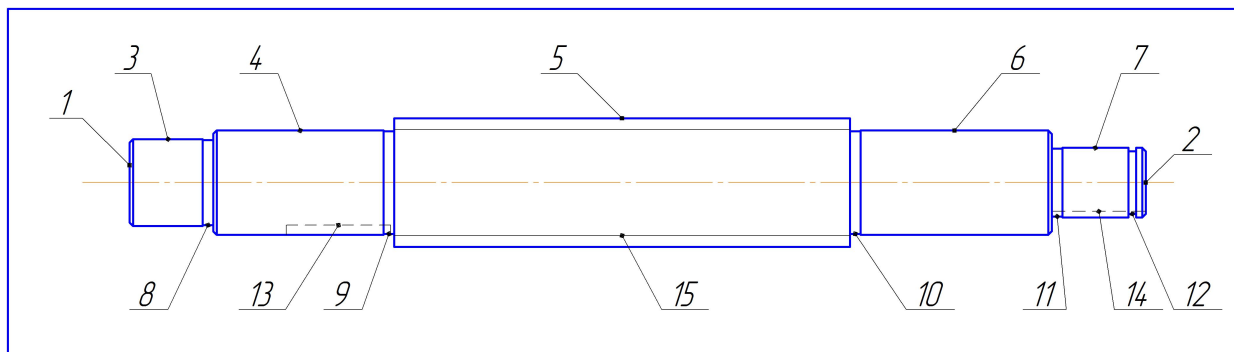


Рисунок 4 – Схема расположения поверхностей детали

Базовый технологический процесс не является прогрессивным в современных рыночных условиях по следующим признакам:

- использование универсальных станков при механической обработке влечет за собой увеличение трудоемкости детали вследствие значительных затрат времени на вспомогательные операции;
- недостаточная автоматизация производственных процессов;
- операции механической обработки производятся с использованием технологической оснастки с ручным зажимом, вследствие чего большое количество времени затрачивается на установку, закрепление, переустановку и снятие детали;
- инструмент для обработки целесообразно применять со сменными пластинами СМП, что даст увеличение производительности.

Таким образом, из вышеперечисленного следует, что данный технологический процесс для данного типа производства деталей характеризуется достаточно высокой себестоимостью выпускаемых деталей, а также большими потерями времени на установку, переустановку, перемещение и другие вспомогательные процессы.

Из этого следствия можно сделать вывод, что в случае обработки данных деталей целесообразно разработать новые или новый (в случае переналаживаемого производства) технологические процессы обработки. Это возможно сделать, автоматизировав технологические процессы с использованием в них, соответственно, станков с ЧПУ, которые обладают следующими преимуществами по сравнению со станками с ручным управлением:

- производительность станка повышается в 1,5 ... 5 раз по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением;
- сочетается гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка - автомата, что и позволяет решать вопрос комплексной автоматизации единичного и серийного производств;
- качественно перевооружается машиностроение на базе современной электроники и систем ЧПУ;
- снижается потребность в квалифицированных рабочих - станочниках, а подготовка производства переносится в сферу инженерного труда;
- сокращается время пригоночных работ в процессе сборки, так как детали, изготовленные по одной программе являются взаимозаменяемыми;
- сокращаются сроки подготовки и перехода на изготовление новых деталей благодаря централизованной записи программ и более простой и универсальной технологической оснастке;
- снижается продолжительность цикла изготовления деталей и уменьшается запас незавершенного производства.

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Назначение последовательности обработки по операциям

Последовательность обработки поверхностей определяется следующими соображениями: сначала обрабатывают поверхности, служащие базами в дальнейших операциях, а также – менее точные поверхности.

Таблица 1 – Предлагаемый маршрут механообработки

№ опер.	Наименование и краткое содержание	Наименование оборудования
1	2	4
005	<u>Заготовительная</u> 1. Отрезать заготовку Ø42x298	Ленточно-пильный станок
010	<u>Фрезерно-центровальная</u> 1. Фрезеровать торцы 1 и 2 (одновременно) 2. Центровать торцы 1 и 2 (одновременно)	Фрезерно-центровальный п/автомат
015	<u>Токарная с ЧПУ</u> 1. Точить поверхность 5, 6, 7 (предв.) 2. Точить поверхность 5, 6, 7 (п/чист.) 3. Точить канавки 10 и 11 4. Точить канавки 12	Токарный станок с ЧПУ (базирование в центровом патроне и задний центр)
020	<u>Токарная с ЧПУ</u> 1. Точить поверхность 3, 4 (предв.) 2. Точить поверхность 3, 4 (п/чист.) 3. Точить канавки 8 и 9	Токарный станок с ЧПУ (базирование в центровом патроне и задний центр)
025	<u>Шлицефрезерная</u> 1. Фрезеровать шлицы 15 (базирование в патрон делит. головки)	Горизонтально-фрезерный станок
030	<u>Шпоночно-фрезерная</u> 1. Фрезеровать пазы 12	Шпоночно-фрезерный станок
035	<u>Шпоночно-фрезерная</u> 1. Фрезеровать пазы 13	Шпоночно-фрезерный станок
040	<u>Термическая</u>	Установка ТВЧ
045	<u>Круглошлифовальная</u> 1. Шлифовать поверхность Ø30h7 (4) 2. Шлифовать поверхность Ø25к6. (3)	Кругло-шлифовальный п/автомат
050	<u>Круглошлифовальная</u> 1. Шлифовать поверхность Ø30Js8 (6) 2. Шлифовать поверхность Ø20к6. (7)	Кругло-шлифовальный п/автомат

Составляем таблицу с последовательностью обработки по переходам (с достигаемой точностью, качеством поверхности).

Таблица 2 – Последовательность механической обработки основных поверхностей по переходам.

Наименование поверхности	Содержание перехода	Точность, квалитет	Шероховатость, Ra, мкм
Поверхности 1 и 2 (торцы)	1.Фрезеровать торцы (одновременно)	14	6,3
	2.Центровать торцы одновременно	12	3,2
Поверхность 3 (Ø25k6)	1.Точить поверхность Ø26,5 (предв.)	12	6,3
	2.Точить поверхность Ø25,4 (п/чист.)	9	3,2
	3.Шлифовать поверхность Ø25k6 (чист.)	6	0,8
Поверхность 4 (Ø30h7)	1.Точить поверхность Ø32,5 (предв.)	12	6,3
	2.Точить поверхность Ø31,4 (п/чист.)	9	3,2
	3.Шлифовать поверхность Ø30h7 (чист.)	6	0,8
Поверхность 5 (Ø37h9)	1.Точить поверхность Ø38 (предв.)	12	6,3
	2.Точить поверхность Ø37h9 (п/чист.)	9	3,2
Поверхность 6 (Ø30Js8)	1.Точить поверхность Ø32,5 (предв.)	12	6,3
	2.Точить поверхность Ø31,4 (п/чист.)	9	3,2
	3.Шлифовать поверхность Ø30Js8 (чист.)	6	0,8
Поверхность 7 (Ø20k6)	1.Точить поверхность Ø21,5 (предв.)	12	6,3
	2.Точить поверхность Ø20,4 (п/чист.)	9	3,2
	3.Шлифовать поверхность Ø20k6 (чист.)	6	0,8

3.3. Определение технологических баз по операциям

В качестве черновой технологической базы следует выбирать поверхность, относительно которой при первой операции могут быть обработаны поверхности, используемые при дальнейших операциях как технологические базы.

Для фрезерно-центровальной операции (010):

базирование в самоцентрирующиеся призмы,
база – наружная цилиндрическая поверхность заготовки.

Для токарной с ЧПУ (015) операции:

базирование в центрах (центральной патрон и поджатие задним центром),
база – центровые отверстия заготовки.

Для токарной с ЧПУ (020) операции:

базирование в центрах (центральной патрон и поджатие задним центром),
база – центровые отверстия заготовки.

Для шлицефрезерной (025) операции:

базирование в центрах, и закрепление в патроне,
база – центровые отверстия и наружная цилиндрическая поверхность заготовки.

Для шпоночно-фрезерной (030 и 035) операций:

базирование в центрах, и закрепление в патроне,
база – центровые отверстия и наружная цилиндрическая поверхность заготовки.

Для круглошлифовальной (045 и 050) операции:

базирование в центрах и поводковом патроне,
база – центровые отверстия заготовки.

Рассмотрим схемы базирования по операциям более подробно.

Для фрезерно-центровальной операции (010):

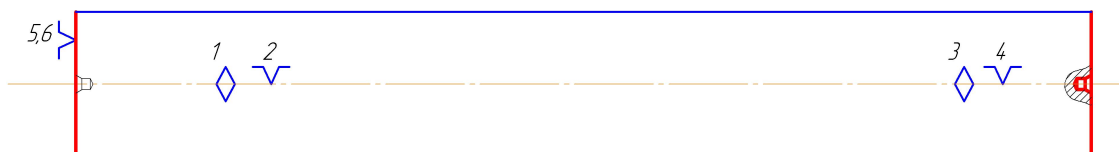


Рисунок 5 – Схема базирования на операции 010 фрезерно-центровальная

Для токарной с ЧПУ (015) операции:



Рисунок 6 – Схема базирования на операции 015 токарная с ЧПУ

Для токарной с ЧПУ (020) операции:



Рисунок 7 – Схема базирования на операции 020 токарная с ЧПУ

Для шлицефрезерной (025) операции:



Рисунок 8 – Схема базирования на операции 025 шлицефрезерная

Для шпоночно-фрезерной (030 и 035) операций:



Рисунок 9 – Схема базирования на операции 030 и 035 шпоночно-фрезерная

Для круглошлифовальной (045) операции:

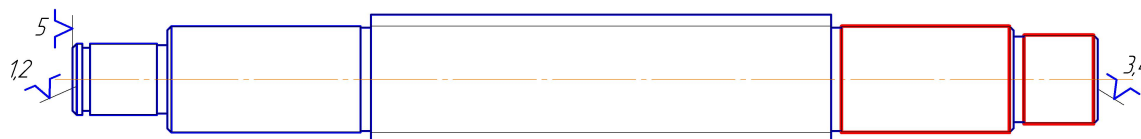


Рисунок 10 – Схема базирования на операции 045 круглошлифовальная

Для круглошлифовальной (050) операции:

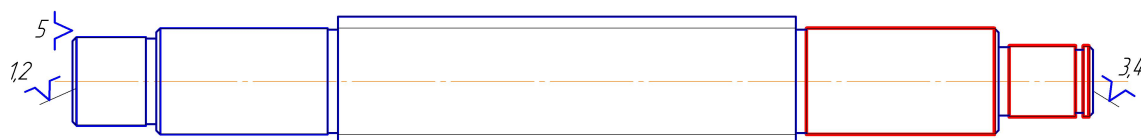


Рисунок 11 – Схема базирования на операции 050 круглошлифовальная

3.4 Расчет погрешности обработки по операциям

Определим погрешность базирования на всех операциях, согласно [2] :

Операция 010 Фрезерно-центровальная

Погрешность базирования в самоцентрирующихся призмах:

$$\Delta = 0 \text{ мкм}$$

Операция 015 и 020 Токарная с ЧПУ

Погрешность базирования в центрах (центральной патрон) повышенной точности:

$$\Delta = 50 \text{ мкм}$$

Операция 025 Шлицефрезерная

Погрешность базирования в центрах:

$$\Delta = 30 \text{ мкм}$$

Операция 030 и 035 Шпоночно-фрезерная

Погрешность базирования в центрах:

$$\Delta = 30 \text{ мкм}$$

Операция 045 и 050 Круглошлифовальная

Погрешность базирования в центрах:

$$\Delta = 30 \text{ мкм}$$

4. Проектирование операционной технологии

4.1 Выбор и обоснование оборудования и технологического оснащения

Произведем подбор технологического оборудования на операцию технологического процесса – фрезерно-центровальная.

Рассмотрим фрезерно-центровальный п/автомат МР-71М.



Рисунок 7 – Фрезерно-центровальный п/автомат МР-71М.

Таблица 3 - Технические характеристики фрез.-центровального станка МР-71М

Параметры		Значения
Диаметр обрабатываемой заготовки, мм. 20-60	мм	20-60
Длина обрабатываемой заготовки	мм	100-200
Число скоростей шпинделя фрезы		7
Пределы чисел оборотов шпинделя фрезы в минуту	об/мин	270-1255
Наибольший ход головки фрезы	мм	160
Пределы рабочих подач фрезы (бесступенчатая)	мм/мин	20-400
Число скоростей сверлильного шпинделя		6
Пределы чисел оборотов сверл.шпинделя	об/мин	250 - 1410
Ход сверлильной головки	мм	60
Пределы рабочих подач сверлильной головки, мм/мин	мм/мин	200-300
Мощность электродвигателя, кВт		
Фрезерной головки 4	кВт	4
Сверлильной головки 1,1	кВт	1,1
Габариты станка, мм.		2345 x 1265

Оборудование для токарной обработки.

В качестве базового оборудования принимаем станок 16K20Ф3. Он оснащается ЧПУ и имеет две управляемые оси. Подходит для обработки внутренних и внешних поверхностей, конусов, круглых поверхностей, нарезания метрической и дюймовой резьбы. Шести инструментная револьверная головка отвечает различным требованиям обработки. Подходит для серийного производства сложнопрофильной высокоточной продукции.



Рисунок 8 – Токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3

Таблица 4 - Технические характеристики токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3

Параметры		Значения
Диаметр отверстия шпинделя	мм	53
Диапазон числа оборотов шпинделя	об/мин	12,5 ... 2000
Диапазон подача	мм/мин	1 ... 2000
Мощность шпинделя главного движения	кВт	11
Пиковая мощность шпинделя гл. движения	кВт	15
Перемещения по оси Z	мм	250
Перемещения по оси X	мм	900
Точность позиционирования	мм	0,001
Масса станка со штатным устройством с ЧПУ	кг	5000

Применяемое фрезерное оборудование:

Горизонтальный консольно-фрезерный станок модели 6Н82Г отличается от универсального консольно-фрезерного станка модели 6Н82 тем, что его стол не может быть повернут вокруг вертикальной оси на угол до 45° в обе стороны, тогда как стол станка модели 6М82 — поворотный.

Горизонтальный консольно-фрезерный станок 6Н82Г предназначен для обработки различных изделий сравнительно небольших размеров из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс в основном цилиндрическими, торцовыми, дисковыми, угловыми, фасонными и модульными фрезами специальными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Наличие поворотного стола позволяет нарезать винтовые канавки при изготовлении косозубых колес, фрез, зенкеров, разверток и тому подобных деталей.



Рисунок 9 – Фрезерный станок 6Н82Г

Станок шпоночно-фрезерный модели 692Д, предназначенный для обработки шпоночных пазов мерными и немерными шпоночными фрезами.

На станке могут обрабатываться шпоночные пазы шириной от 4 до 28 мм в полуавтоматическом цикле.

Обработка пазов от 4 до 6 мм ведется маятниковым циклом мерным инструментом, а с 6 до 28 мм – на полную глубину за один проход с последующей калибровкой ширины немерным инструментом.

Применение имеющегося на станке устройства калибровки обрабатываемого паза обеспечивается соблюдение точности ширины шпоночного паза независимо от точности диаметра применяемых фрез (начиная с диаметра 6 мм).

На станке 692Д диапазон частот вращения шпинделя позволяет вести обработку шпоночных пазов как быстрорежущими фрезами, так и твердосплавными на всем диапазоне ширины пазов с высокой производительностью.

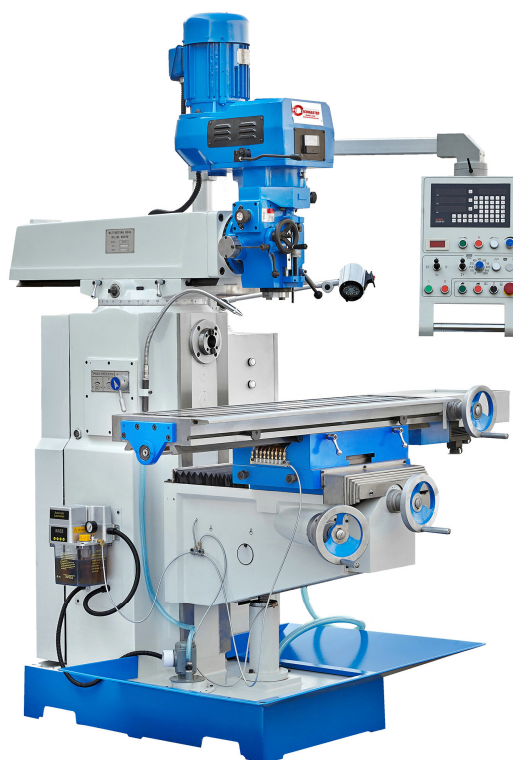


Рисунок 9 – Шпоночно-фрезерный станок 692Д

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Применяемое круглошлифовальное оборудование:

Универсальный круглошлифовальный станок полуавтомат 3У10А предназначен для шлифования наружных цилиндрических и конических поверхностей в условиях серийного и массового производства.

Шлифование производится в неподвижных центрах. Станок имеет поворотный верхний стол и поворотную шлифовальную бабку. Это дает возможность шлифовать не только цилиндрические, но и пологие конические поверхности. Индикаторное приспособление, облегчает точный отсчет угла поворота стола при шлифовании конусов.

На станке можно выполнять следующие виды обработки:

- продольное и врезное шлифования при ручном управлении до упора или с прибором активного контроля в полуавтоматическом цикле;
- продольное шлифование до упора с поперечной автоматической периодической подачей, осуществляющейся при реверсе стола;
- шлифование торцевых поверхностей периферией круга.

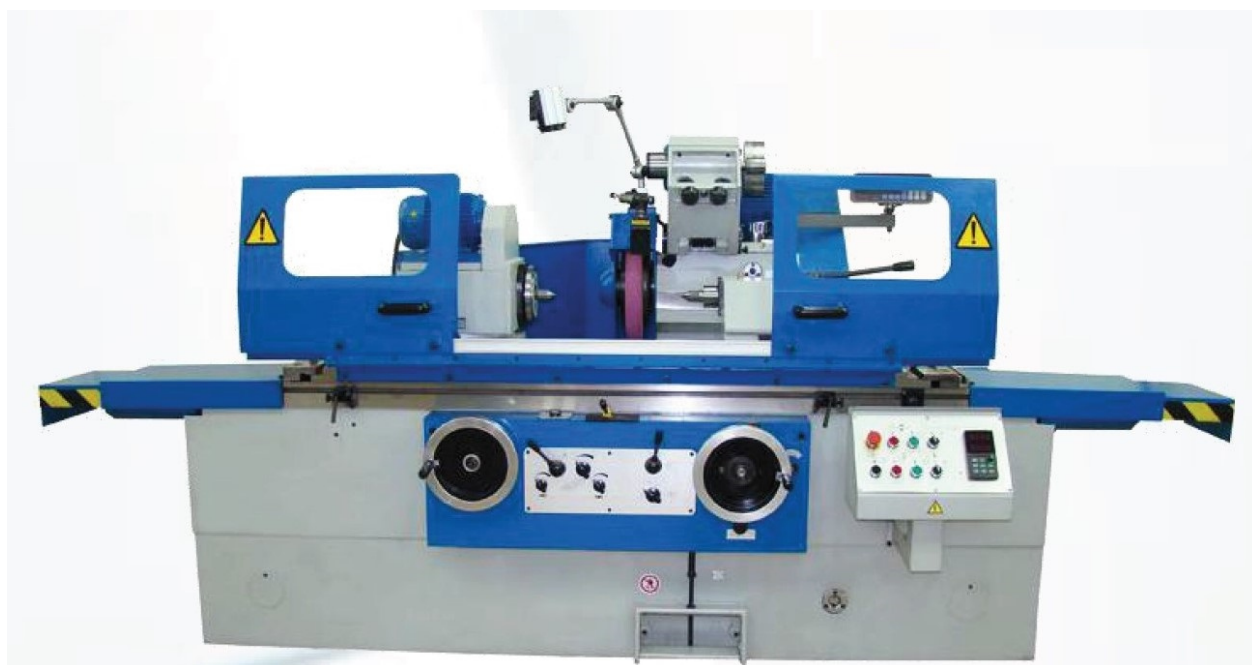


Рисунок 10 – Круглошлифовальный станок 3У10А

Таблица 5 – Технические характеристики шлифовального станка 3У10А

Наименование параметра	3У131
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	140
Наибольшая длина обрабатываемого изделия (РМЦ), мм	500
Диаметр шлифования, мм	8..120
Наибольшая длина шлифования, мм	450
Рекомендуемый диаметр шлифования, мм	20..60
Расстояние от оси шпинделя передней бабки до зеркала стола - высота центров, мм	80
Наибольшее продольное перемещение стола механическое / ручное, мм	550 / 550
Наименьший ход стола между упорами, мм	4
Ручн. замедленное/ ускоренное перемещения стола за оборот маховика, мм	1,6 / 32
Скорость перемещения стола от гидросистемы, м/мин	0,1..5
Наибольший угол поворота верхнего стола по часовой стрелке, град	6°
Наибольший угол поворота верхнего стола против часовой стрелки, град	7°
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки от маховика, мм	110
Перемещение шлифовальной бабки во время быстрого подвода, мм	40
Шлифовальный круг по ГОСТ 2424-67	400 x 50 x 203
Частота вращения шпинделя наружного шлифования, об/мин	1670
Скорость врезной подачи, мм/мин	0,05..1,5
Цена деления лимба поперечной подачи, мм	0,005
Величина перемещения шлифовальной бабки за один оборот маховика, мм	0,5
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	80..800
Конус шпинделя передней бабки по ГОСТ 2847-67	Морзе 3
Конус шпинделя пиноли задней бабки по ГОСТ 2847-67	Морзе 3
Количество электродвигателей на станке	6
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки, кВт	5,5
Электродвигатель привода изделия, кВт	0,7
Общая мощность всех электродвигателей, кВт	7,84
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	2650x1600x1650
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	3000

4.2. Определение припусков расчетно-аналитическим методом.

Производим расчет припусков и межоперационных размеров для размера Ø25k6. Определяем припуски исходя из маршрута обработки и последовательности переходов.

Таблица 6 - Результаты расчета припуска на размер Ø25k6.

Технологический маршрут обработки	Элементы припусков (мкм)				$2z_{\min}$, (мкм)	d_p , (мм)	T_δ , мкм	Предельные размеры (мм)		Полученные предельные размеры (мкм)	
	R_{zi}	T_i	ρ	ε_y				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	160	160	200	-	-	26,505	2000	29,3	31,3	-	-
Черновое точение	50	50	50	100	882,8	25,623	150	25,62	25,77	3680	5530
Чистовое точение	20	20	32	100	423,6	25,200	50	25,200	25,250	420	520
Круглошлифовальная	10	10	16	50	198,7	25,002	13	25,002	25,015	198	235

Определяем по переходам:

- высоты микронеровностей - R_z , мкм
- глубины дефектного слоя - T , мкм
- предельные отклонения формы - ρ , мкм
- $\varepsilon_y = 100$ мкм (при установке в высокоточный патрон с поджатием центром)
- $\varepsilon_y = 50$ мкм (при установке в центрах)

Расчет минимальных значений межоперационных припусков производим, пользуясь основными формулами расчета припусков [1]:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \text{ мкм.},$$

Где:

R_{zi-1} , T_{i-1} - элементы припуска, характеризующие чистоту обрабатываемой поверхности [1], мкм;

Суммарное значение R_z , T , ρ , ε характеризующее качество поверхности заготовки принимаем по таблице.

$$2Z_{\min_3(шлиф)} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{32^2 + 50^2}) = 198 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min_2(чист)} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{50^2 + 100^2}) = 423 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min_1(черн)} = 2 \cdot (160 + 160 + \sqrt{200^2 + 100^2}) = 882 \text{ мкм}$$

Записываем для конечного перехода наименьший предельный размер детали по чертежу.

Расчетные размеры:

$$D_{\min 3} = 25,002 \text{ мм};$$

Для предшествующего перехода определяем расчётный размер путём прибавления к наименьшему предельному размеру расчётного припуска.

$$D_{pi-1} = D_{pi} + 2 \cdot Z_{\min i}, \text{ мм}$$

$$D_{p2} = 25,002 + 0,198 = 25,200 \text{ мм}$$

$$D_{p1} = 25,200 + 0,423 = 25,623 \text{ мм}$$

$$D_{p_заг} = 25,623 + 0,882 = 26,505 \text{ мм}$$

Записываем наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением.

Определяем наибольшие предельные размеры путём добавления допуска к округлённому наименьшему предельному размеру.

$$D_{\max i} = D_{\min i} + T_{\partial}, \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = D_{\min 2} + T_{\partial 2}, \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 25,200 + 0,050 = 25,250 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = D_{\min 1} + T_{\partial 1}, \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 25,62 + 0,150 = 25,77 \text{ мм}$$

$$D_{\max_заг} = D_{\min_заг} + T_{\partial_заг}, \text{ мм}$$

$$D_{\max 3} = 26,6 + 0,5 = 27,1 \text{ мм}$$

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для заготовки принимаем размеры согласно сортамента проката.

$$D_{\max 3} = 43,3 \text{ мм}$$

$$D_{\min 3} = 41,3 \text{ мм}$$

Записываем предельные значения припусков

$2Z_{\max}$ - как разность наибольших предельных размеров

$2Z_{\min}$ - как разность наименьших предельных размеров

предшествующего и выполняемого переходов.

$$2Z_{\max i} = D_{\max i} - D_{\max i-1}, \text{ мм}$$

$$2Z_{\min i} = D_{\min i} - D_{\min i-1}, \text{ мм}$$

Отсюда:

$$2Z_{\max 3} = 25,250 - 25,015 = 0,235 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 3} = 25,200 - 25,002 = 0,198 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2} = 25,770 - 25,250 = 0,520 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2} = 25,620 - 25,200 = 0,420 \text{ мм}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу.

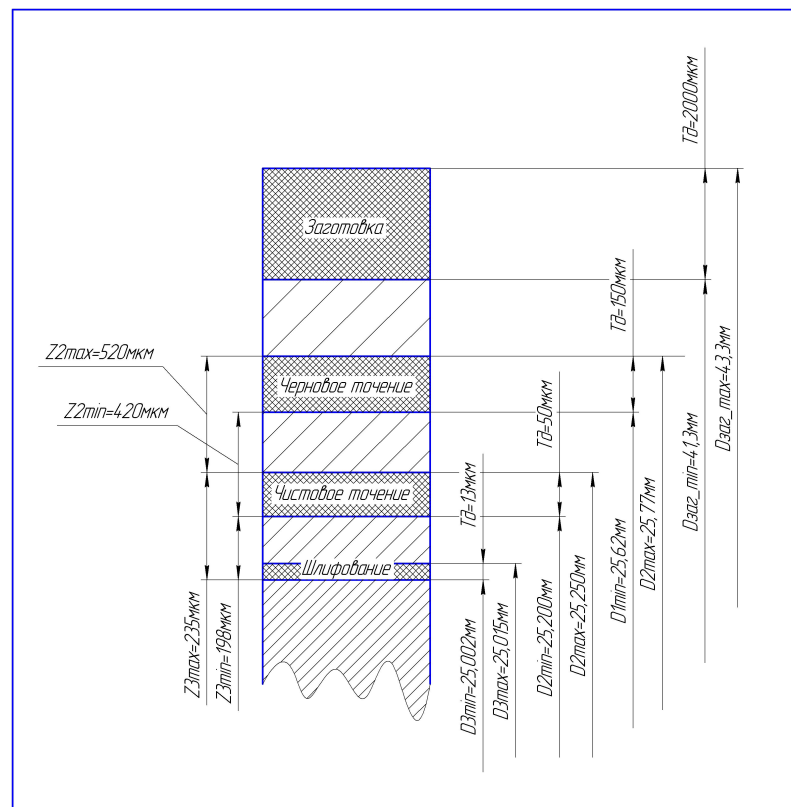


Рисунок 11 – Межоперационные размеры и припуски на размер Ø25k6

4.3. Назначение последовательности и содержания переходов по операциям

Составляем таблицу с окончательным технологическим процессом.

Таблица 7 - Прогрессивный технологический процесс механообработки

№ опер.	Наименование и содержание переходов	Наименование оборудования
1	2	4
005	<u>Заготовительная</u> 1.Получить заготовку на стане поперечно-винтовой прокатки	Стан поперечно-винтовой прокатки
010	<u>Фрезерно-центровальная</u> 1.Фрезеровать торцы одновременно в р-р 292мм 2.Центровать торцы одновременно	Фрезерно-центровальный п/автомат МР-71А
015	<u>Токарная с ЧПУ</u> 1.Точить поверхности Ø38, Ø31.4, Ø26.4 (черн.) 2.Точить поверхности Ø37, Ø30.4, Ø25.4 (п/чист) (с припуском под шлифование) 3.Точить 2 канавки шириной 3мм 4.Точить канавку шириной 2,2мм	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
020	<u>Токарная с ЧПУ</u> 1.Точить поверхность Ø31.4, Ø21.4 (черн.) 2. Точить поверхность Ø30.4, Ø20.4 (п/чист) (с припуском под шлифование) 3 Точить 2 канавки шириной 3мм	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
025	<u>Шлицефрезерная</u> 1. Фрезеровать шлицы	Горизонтально-фрезерный станок 6Н82Г
030	<u>Шпоночно-фрезерная</u> 1. Фрезеровать паз	Шпоночно-фрезерный станок 692Д
035	<u>Шпоночно-фрезерная</u> 1. Фрезеровать паз	Шпоночно-фрезерный станок 692Д
040	<u>Термическая</u> 1.Термообработать : закалка 2. Стабилизирующий отпуск.	Установка ТВЧ
045	<u>Круглошлифовальная</u> 1.Шлифовать поверхность Ø25k6. 2.Шлифовать поверхность Ø30h7.	Круглошлифовальный станок 3У10А
050	<u>Круглошлифовальная</u> 1.Шлифовать поверхность Ø20k6. 2.Шлифовать поверхность Ø30Js8. (противоположная сторона)	Круглошлифовальный станок 3У10А
055	<u>Промывка</u> 1. Промыть деталь	
060	<u>Контрольная</u> 1. Контроль размеров	

4.4 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания на основные технологические операции

Операция 010 Фрезерно-центровальная (МР-71)

Расчет ведем табличным методом согласно рекомендаций паспорта станка.

Переход 1. Фрезеровать торец

Для глубины резания $t=2,0\text{ мм}$ подбираем:

Подача на зуб фрезы: $S_z=0,03\text{ мм/об}$

Подача на оборот фрезы: $S_o=0,15\text{ мм/об}$ ($z=5$)

Скорость резания по табл. 11.4 $V_{таб}=150\text{ м/мин}$

$$V = V_{таб} \cdot K_{\sigma} \cdot K_u;$$

$$K_{\sigma} = 1,0, K_u = 1,1$$

$$V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 175,0\text{ м / мин};$$

Частота вращения шпинделя для Ø63:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 175,0}{3,14 \cdot 50} = 1055\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем по паспорту станка: $n=800\text{ мин}^{-1}$

Переход 2. Центровать торец (отв. Ø3,15мм)

Для глубины резания $t=1,5\text{ мм}$ (Ø2, 5мм) подбираем:

Подача: $S=0,03\text{ мм/об}$

Скорость резания: $V=10\text{ м/мин}$

Частота вращения шпинделя для Ø2,5:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,0}{3,14 \cdot 2,5} = 1125\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n=1000\text{ мин}^{-1}$

Для операций 015 и 020 (Токарная с ЧПУ) режимы резания назначаем по [3].

Операция 015 Токарная с ЧПУ

Технологические переходы:

Переход 1. Точить поверхности Ø38мм, Ø31.4мм, Ø26.4мм

Режимы резания назначаем:

Для глубины резания $t=3,5\text{мм}$

Подача: $S=0,25\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

где:

$C_v = 225$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 0,9$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,9$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{225}{30^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,9 = 156\text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 42} = 1187\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{cm} = 1180\text{ мин}^{-1}$ (для максимального диаметра заг-ки Ø42мм)

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 2. Точить поверхности Ø37мм и Ø30.4мм (чистовое точение)

Для глубины резания $t=0,5\text{мм}$

Подача: $S=0,2\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где:

$C_v = 283$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 1$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{283}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 279\text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 279}{3,14 \cdot 37} = 2555\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{cm} = 2500\text{ мин}^{-1}$

Переход 3. Точить 2 канавки (шириной 3мм) на Ø30мм и Ø25мм

Для глубины резания $t=3,0\text{мм}$

Подача: $S=0,02\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где:

$C_v = 135$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 1$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{135}{30^{0,2} \cdot 3,0^{0,15} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 1 = 169\text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 169}{3,14 \cdot 30} = 1710\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{cm} = 1700\text{ мин}^{-1}$

Переход 4. Точить канавку (шириной 2,2мм) на Ø20мм

Для глубины резания $t=2,0\text{мм}$

Подача: $S=0,01\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где:

$C_v = 135$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 1$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{135}{30^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,01^{0,2}} \cdot 1 = 159\text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 159}{3,14 \cdot 30} = 1620\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{cm} = 1600\text{ мин}^{-1}$

Операция 020 Токарная с ЧПУ

Технологические переходы:

Переход 1. Точить поверхности Ø31.4мм, Ø26.4мм

Режимы резания назначаем:

Для глубины резания $t=3,5\text{мм}$

Подача: $S=0,25\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

где:

$C_v = 225$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 0,9$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,9$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{225}{30^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,9 = 156 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 42} = 1187 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{см} = 1180 \text{ мин}^{-1}$ (для максимального диаметра заготовки Ø42мм)

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 2. Точить поверхности Ø30.4мм и Ø20.4мм (чистовое точение)

Для глубины резания $t=0,5\text{мм}$

Подача: $S=0,2\text{ мм/об}$

Стойкость инструмента (согласно норматива): $T = 30\text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где:

$C_v = 283$ - вспомогательный коэффициент скорости резания

$x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$ - показатели степени

Определим общий поправочный коэффициент на скорость резания по формуле

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{PV}$$

Вспомогательные коэффициенты: $K_{PV} = 1$, $K_{HV} = 1$, $K_{MV} = 1$

Следовательно:

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Отсюда скорость резания:

$$V = \frac{283}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 279\text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 279}{3,14 \cdot 31} = 2885\text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: $n_{cm} = 2500\text{ мин}^{-1}$

4.5 Расчет технических норм времени

Нормирование вспомогательного времени.

Вспомогательное время складывается: из времени на установку и снятие детали; из времени, связанного с переходом (комплекс приёмов); из времени на измерение (контроль окончательных размеров). Вспомогательное время определяется по соответствующим разделам нормативов.

Нормирование времени на обслуживание рабочего места. В условиях среднесерийного и крупносерийного производства время на обслуживание рабочего места, как правило, выражают в процентах от оперативного времени с учётом группы станка. Нормирование времени перерывов на отдых и личные надобности. Данную категорию затрат рабочего времени определяют также в процентах от оперативного времени с учётом характера подачи инструмента, массы деталей и других факторов.

Машинное время обработки (основное) определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{S_o \cdot n}, \text{ мин}$$

Машинное время по операциям:

010 Фрезерно-центровальная

Фрезерование торцев

$$T_{o1} = \frac{120 \cdot 1}{0,15 \cdot 800} = 1,0 \text{ мин}$$

Центровка торцев

$$T_{o2} = \frac{10 \cdot 2}{0,03 \cdot 1000} = 0,6 \text{ мин}$$

015 Токарная с ЧПУ

Точение Ø38, Ø31 и Ø26

$$T_{o1} = \frac{220 \cdot 2}{0,25 \cdot 1180} = 1,5 \text{ мин}$$

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Точение Ø37, Ø30 и Ø25

$$To_2 = \frac{255 \cdot 1}{0,2 \cdot 2500} = 0,54_{мин}$$

Точение канавок

$$To_2 = \frac{6 \cdot 2}{0,02 \cdot 1700} = 0,35_{мин}$$

Точение канавки

$$To_2 = \frac{5 \cdot 1}{0,01 \cdot 1700} = 0,30_{мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

Точение Ø31 и Ø21

$$To_1 = \frac{90 \cdot 2}{0,25 \cdot 1180} = 0,61_{мин}$$

Точение Ø30 и Ø20

$$To_2 = \frac{95 \cdot 1}{0,2 \cdot 2500} = 0,19_{мин}$$

Точение канавок

$$To_2 = \frac{6 \cdot 2}{0,02 \cdot 1700} = 0,35_{мин}$$

Определим штучное время обработки на каждой операции.

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{отд} = (To + Tv) + T_{обсл} + T_{отд}, мин$$

где:

$T_{оп}$ – оперативное время затраченное на непосредственное выполнение данной работы, мин

$T_{обсл}$ – время на уход за станком в течение смены, раскладку инструмента, уборку станка, мин

$T_{отд}$ – время на отдых и личные надобности рабочего, мин

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

T_o – основное время в течение которого непосредственно изготавливается изделие, мин

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время в течение которого выполняются дополнительные переходы связанные с непосредственным изготовлением изделия, мин

Таблица 11– Нормирование технологического процесса по операциям

№ опер	Наименование операции	T_o мин	$T_{\text{в}}$ мин	$T_{\text{опер}}$ мин	$T_{\text{обс}}$ мин	$T_{\text{отд}}$ мин	$T_{\text{итг}}$ мин
010	Фрезерно-центровальная	1,6	0,5	2,1	0,2	0,2	2,5
015	Токарная с ЧПУ	2,7	0,7	3,4	0,3	0,3	4,0
020	Токарная с ЧПУ	1,2	0,6	1,8	0,3	0,3	2,4
025	Шлицефрезерная	30,2	0,9	31,1	0,9	0,9	32,9
030	Шпоночно-фрезерная	0,6	0,3	0,9	0,1	0,1	1,1
035	Шпоночно-фрезерная	0,4	0,3	0,7	0,1	0,1	0,9
045	Круглошлифовальная	0,5	0,1	0,6	0,1	0,1	0,8
050	Круглошлифовальная	0,5	0,1	0,6	0,1	0,1	0,8

4.5 Расчет точности обработки

Наиболее существенное влияние на данную погрешность оказывают температурные деформации резца $\Delta_{m.p}$ и температурные деформации обрабатываемой детали $\Delta_{m.d}$.

В результате общая температурная погрешность определяется по формуле

$$\Delta_m = \Delta_{m.p} + \Delta_{m.d} \text{ мкм.},$$

где $\Delta_{m.p}$ - температурные деформации резца.

Определяются по формуле

$$\Delta_{m.p} = \Delta_t \cdot \frac{t_o}{t_o + t_{nep}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_o}{4}}\right) \text{ мкм.},$$

где t_{nep} - время перерыва между черновым и чистовым точением,

$$t_{nep} = 0,1 \text{ мин.}$$

Δ_t - величина полного удлинения, соответствующая установившемуся тепловому равновесию.

Определяется по формуле:

$$\Delta_t = C \cdot \frac{L_p}{F} \cdot \sigma_\sigma \cdot (t \cdot S)^{0,75} \cdot \sqrt{v} \text{ мкм.},$$

где C – постоянная величина, $C = 4,5$.

L_p - вылет резца, $L_p = 15$ мм.

F – сечение державки резца, $F = 100 \text{ мм}^2$.

σ_σ - предел прочности обрабатываемого материала, $\sigma_\sigma = 20 \text{ кг·с/мм}^2$

Следовательно:

$$\Delta_t = 4,5 \cdot \frac{15}{100} \cdot 20 \cdot (0,5 \cdot 0,2)^{0,75} \cdot \sqrt{160} = 22,3 \text{ мкм.}$$

Таким образом:

$$\Delta_{m.p} = 22,3 \cdot \frac{4,66}{4,66 + 0,1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{4,66}{4}}\right) = 0,8 \text{ мкм.}$$

Температурная деформация $\Delta_{m.d}$ обрабатываемой детали определяется по формуле

$$\Delta_{m.d} = \alpha \cdot \frac{d_{обр}}{2} \cdot t_{cp} \text{ мкм.},$$

где α - коэффициент линейного расширения материала детали.

Для Стали 45: $\alpha = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

t_{cp} – средняя температура нагрева детали. Определяется по формуле

$$t_{cp} = \frac{Q}{C \cdot \gamma \cdot V_d} \text{ } ^\circ\text{C},$$

где C – удельная теплоемкость материала детали.

Для стали 45: $C = 0,11 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

γ – удельный вес материала детали.

Для стали 45: $\gamma = 7,3 \text{ кг/дм}^3$.

V_d - объем обрабатываемой детали.

Определяется по формуле

$$V_d = \frac{m_d}{\gamma} \text{ дм}^3,$$

где m_d - масса готовой детали, кг.

Тогда:

$$V_d = \frac{18,6}{7,3} = 2,55 \text{ дм}^3.$$

Q – количество тепла, идущего на нагрев детали.

Принимая температурное поле постоянным при резании, количество тепла Q в случае точения можно определить по формуле:

$$Q = \beta \cdot \frac{P_z \cdot v \cdot t_o}{100 \cdot 427} \text{ ккал.},$$

где P_z - значение тангенциальной составляющей силы резания (при чистовом растачивании).

Определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p \text{ Н.},$$

где C_p , y , x , n – вспомогательные коэффициенты при расчете тангенциальной составляющей силы резания,

$$C_p = 92, x = 1, y = 0,75, n = 0.$$

Следовательно:

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 160^0 \cdot 1 = 300 \text{ Н.}$$

β - количество тепла, идущее на нагрев детали, $\beta = 10\%$

Таким образом:

$$Q = 10 \cdot \frac{26 \cdot 160 \cdot 4,66}{100 \cdot 427} = 12,2 \text{ ккал.}$$

Определяем среднюю температуру нагрева детали

$$t = \frac{12,2}{0,11 \cdot 7,3 \cdot 2,55} \approx 5,3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Определяем температурную деформацию обрабатываемой детали

$$\Delta_{m.d} = 0,0000116 \cdot \frac{112}{2} \cdot 5,3 = 0,0043 \text{ мм (4,3 мкм).}$$

Тогда: $\Delta_m = 0,8 + 4,3 = 5,1 \text{ мкм.}$

Определяем суммарное значение погрешностей формы детали $\Sigma \Delta_\phi$, вызываемые геометрическими неточностями станка.

Для станка мод. 675: $\Sigma \Delta_\phi = 0 \text{ мкм.}$

Суммарная погрешность обработки

$$\Delta_{\text{сум}} = 2 \cdot \sqrt{2,2^2 + 5^2 + 3 \cdot 4,85^2 + 3 \cdot 5,1^2} + 0 \approx 26,7 \text{ мкм.}$$

Сравниваем суммарную погрешность с допуском на размер $4^{+0,2}$, который составляет - 27 мкм.

Вывод: $200 \text{ мкм} > 26,7 \text{ мкм}$ – точность механической обработки соблюдается.

Заключение

В курсовой работе по основам технологии машиностроения были решены основные вопросы проектирования технологического процесса механической обработки.

Решение этих сложных проектных задач возможно лишь на основе наиболее полного, рационального использования прогрессивного технологического оборудования и оснастки, экономически оправданной степени автоматизации проектирования и производства, создания гибких ресурсосберегающих и экологически чистых технологий.

В процессе выполнения курсовой работы по "Основам технологии машиностроения» были выполнены:

- анализ технологичности и типа производства;
- выбор заготовки и метод их получения;
- работы по составлению маршрутной технологии;
- проектирование операционной технологии.

В окончательном виде была составлена маршрутная карта.

В процессе работы была выполнена комплексная задача по составлению технологии обработки детали «Вал» с применением на практике сведений из общетехнических и специальных дисциплин, а также проведена работа с технической литературой, стандартами, нормами, каталогами и другой справочной литературой.

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список использованных источников

1. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учебное пособие для вузов /А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. И доп. – Минск: Выш.шк., 1983.- 256 с. Ил.
2. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» [Текст]: учебное пособие для вузов и техникумов – М.: Машиностроение, 1985.- 136 с. Ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2-х т. Т.1/Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 912 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2-х т. Т.2/Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова,. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.
5. Обработка металлов резанием [Текст]: Справочник технолога/Под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
6. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки: Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Изд. 2-е. - М.: Машиностроение, 1974. ч. 1 - 416 с.

Приложение А

Комплект технологической документации

					ПГУ1.3-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б

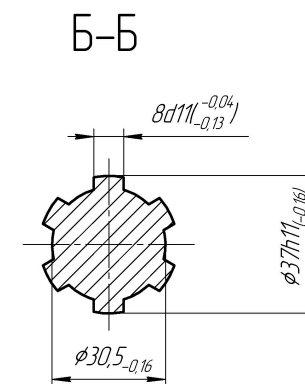
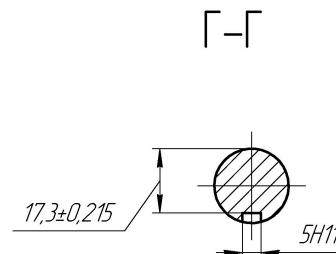
Ведомость курсовой работы

					ПГУ13-08.15.03.02.С111 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В

Иллюстративный материал

					<i>ПГУ 1.4-05.15.03.02.C110 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						55
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



1. 230...280 НВ(лучшение).
2. * Размеры для справок.
3. НОвые допуски по ГОСТ30893.1-МК: H14, h14, ±IT14/2
4. Острые кромки притупить.
5. Неуказанные радиусы скруглений R0,8max
6. Допускается изготовление из материала Сталь40Х ГОСТ4543-2016

						ПГУ 1.3-08.15.03.02.С111 ЧД			
Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Вал	Лит.	Масса	Масштаб	
Разработ.	Чепышев И.М.					К Р	1,9	1:1	
Проект.	Миронычев Н.А.								
Т.контр.						Лист	Листов 1		
Н.контр.	Утв.				Сталь 45 ГОСТ1050-2016	ПГУ, каф. "ТОМ" зр.17МС1			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дудл.

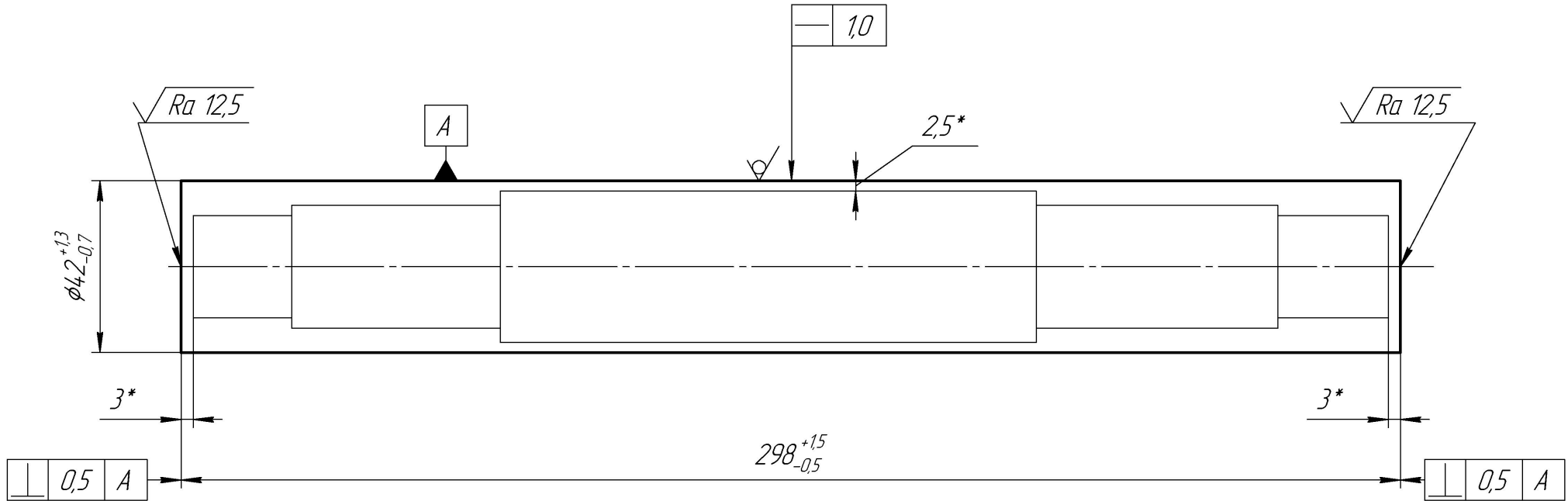
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПГУ 14-05.15.03.02.С111 ЧЗ

$\sqrt{Ra\ 40\ (\sqrt{I})}$



1. 230...250HB, улучшение.
2. Общие допуски по ГОСТ30893.1-тК: h14, ±IT14/2
3. * Размеры для справок.
4. Острые кромки зачистить.

ПГУ 14-05.15.03.02.С111 ЧЗ					Вал оси (заготовка)		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Челышев И.М.				К Р	3,22	1:1
Проб.	Миронычев Н.А.				Лист 1		
Т.контр.					Листов 1		
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ1050-2016		
Утв.					ПГУ, Каф. ТОМ гр.17МС1		

Копировал

Формат А3

						ПГУ 13-08.15.03.02.C111 TH		
						Технологические наладки		
Исполнитель	№ документа	Подпись	Дата			Автомат	Масса	Мощность
Березов	Чернышев И.А.					КР	-	-
Павлов	Михайлов Н.А.					Автомат	Автомат	ТМ
Ткаченко								2017MC1
Михайлов								Фигурин А.1
Сидов								