

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

Технологический процесс изготовления вала строгального
фуговального станка

Студент(ка)	<u>А.Э. Юсупов</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>К.Я. Васькин</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

«_____» _____ 2017 г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Н.Ю. Логинов
«__» _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
профиль «Технология машиностроения»

Студент Юсупов А.Э. _____ гр. ТМбз-1232

1. Тема Технологический процесс изготовления вала строгального фуговального станка
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: материалы практики, техническая литература _____
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.

Введение

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления и/или режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность работы*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 0,5
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
6) Приспособление	1 – 1,5
7) Режущий инструмент	0,25 – 1
8) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

<u>Нормоконтроль</u>	<u>Виткалов В.Г.</u>
<u>Экономическая эффективность работы</u>	<u>Краснопевцева И.В.</u>
<u>Безопасность и экологичность работы</u>	<u>Степаненко А.В.</u>

7. Дата выдачи задания «16» января 2017 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	(подпись)	К.Я. Васькин (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	(подпись)	А.Э. Юсупов (И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

(подпись) Н.Ю. Логинов

« ____ » _____ 2017 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения бакалаврской работы¹

Студента А.Э. Юсупова _____

По теме Технологический процесс изготовления вала строгального фуговального станка

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Задание.	20.03.17	20.03.17	выполнено	
Аннотация.	25.03.17	25.03.17	выполнено	
Введение, цель работы	25.03.17	25.03.17	выполнено	
1) Описание исходных данных	25.03.17	25.03.17	выполнено	
2) Технологическая часть работы	07.04.17	07.04.17	выполнено	
3) Проектирование приспособления и режущего инструмента	17.04.17	17.04.17	выполнено	
4) Безопасность и экологичность работы	01.05.17	01.05.17	выполнено	
5) Экономическая эффективность работы	15.05.17	15.05.17	выполнено	
Заключение..	20.05.17	20.05.17	выполнено	
Список используемой литературы	20.05.17	20.05.17	выполнено	
Приложения: технологическая документация	20.05.17	20.05.17	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

К.Я. Васькин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.Э. Юсупов

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Технологический процесс изготовления вала строгального фуговального станка. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет. 2017г.

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления вала строгального фуговального станка. Выполнено обоснование выбора метода получения заготовки ,была спроектирована заготовка. Разработанная в разработанном технологическом процессе используется прогрессивное оборудование, режущий инструмент, высокопроизводительные станки и станочные приспособления. Разработана конструкция и произведен расчет станочного приспособления, спроектирован режущий инструмент. Рассматриваются мероприятия по повышению безопасности производства. Решения, принятые в ходе разработки технологического процесса подтверждаются расчетами экономической эффективности.

Содержание

Введение	6
1. Описание исходных данных	7
1.1 Анализ служебного назначения детали	7
1.2 Классификация поверхностей детали	8
1.3 Технологический контроль чертежа и конструкции детали	10
1.4 Анализ базового варианта технологического процесса	10
1.5 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса	11
2. Технологическая часть работы	12
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса	12
2.2 Выбор метода получения заготовки	12
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.4 проектирование заготовки и определение припусков	15
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	17
2.6 Разработка схемы базирования	18
2.7 Выбор средств технологического оснащения	19
2.8 Расчет припусков	22
2.9 подробное описание техпроцесса.	24
2.10 Расчет элементов режимов резания	26
2.11 Определение технических норм времени	32
3. Проектирование приспособления и режущего инструмента	34
3.1 Проектирование приспособления	34
3.2 Проектирование режущего инструмента	37
4. Безопасность и экологичность работы	40
5. Экономическая эффективность работы	47
Заключение	50
Список используемой литературы.	51
Приложения	54

Введение

Промышленность является основной отраслью экономики любого государства. Именно по развитию уровня промышленного производства, на сегодняшний день, разделяются страны. И самая первая группа - это группа промышленно развитых стран. Если промышленность не развита, то такое государство относят к "третьим странам", то есть станам отсталым. Поэтому задачей правительства любой страны - это развитие и поддержка отечественного производства. Машиностроение является одним из основных видов производства. По уровню развития машиностроения также можно судить об уровне развития государства. Применение современного и производительного оборудования на машиностроительных предприятиях говорит о том что политика государства в области промышленности правильна.

В России в настоящее время проводится модернизация средств производства, внедряется новое оборудование. Применение нового, современного оснащения позволяет повысить производительность труда, сократить издержки и в конечном итоге получить прибыль. Таким образом, именно применение современных станков может повысить эффективность машиностроения.

В данной работе был рассмотрен технологический процесс изготовления вала строгального фуговального станка.

Цель выпускной квалификационной работы: проектирование прогрессивного техпроцесса изготовления детали, из расчета выбранного среднесерийного типа производства, при повышении качества ее обработки, уменьшении себестоимости изготовления, при применении самых современных разработок в машиностроительной области

1. Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Деталь вал строгальный фуговального станка, относится к числу ответственных деталей деревообрабатывающего оборудования и выполняет следующие функции:

- 1) обеспечивает размещение, регулировку и крепление ножей;
- 2) воспринимает усилия, от центробежных сил и сил резания;
- 3) передает крутящий момент от шкива ременной передачи;

На валу имеются пазы под ножи и клинья, а также шейки для посадки подшипников и шейки для посадки шкива которые, должны быть выполнены с большой точностью и определенной шероховатостью для обеспечения оптимальных условий работы вала.

На вал строгальный фуговального станка действует крутящий момент и центробежные силы.

Исходя из этого, вытекают высокие требования к материалу детали, точности и качеству изготовления.

Вал ножевой изготавливается из стали 40ХГНМ по ГОСТ 4341-71 (механические свойства стали указаны в таблице 1.1).

Таблица 1.1 - Механические свойства стали 40ХГНМ

σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
380	2,4	0,27	270

Основными контрольными размерами и показателями детали являются:

- диаметр шеек под подшипники и шкив;
- торцевое биение буртиков подшипниковых шеек;
- глубина и угловое положение пазов под крепление ножей;

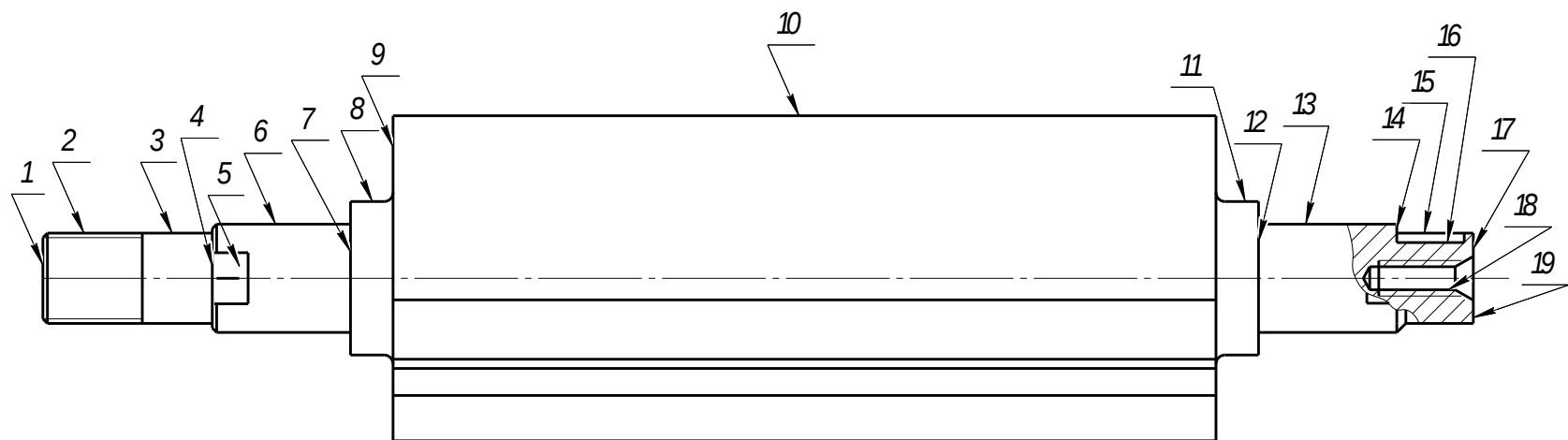
1.2 Классификация поверхностей детали

Произведем нумерацию всех поверхностей вала строгальный фуговальный станка в зависимости от их служебного назначения. Результаты приводим на рисунке 1.1

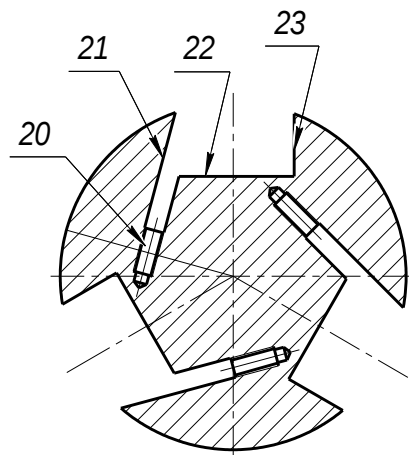
В таблице 1.2 представлена классификация поверхностей детали.

Таблица 1.2 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основные конструкторские базы	6, 7, 12, 13
Вспомогательные конструкторские базы	2, 3, 14, 16, 18, 20,22,23
Исполнительные поверхности	5, 15, 21
Свободные поверхности	Остальные поверхности



A-A



A

Рис. 1.1. Классификация поверхностей

1.3 Технологический контроль чертежа и конструкции детали

С точки зрения механической обработки подавляющее число поверхностей не требует специальных методов обработки, за исключением, пазов под установку и крепление ножей. Внутренние и наружные поверхности вала строгальный фуговальный станка имеют цилиндрическую форму, таким образом, видно, что необходима токарная обработка. Шпоночный паз может быть обработан шпоночной фрезой. Левая резьба может быть обработана резцом или плашкой. Пазы под крепление ножей могут быть обработаны в делительной головке дисковыми фрезами.. Основные размеры и шероховатость указаны.

1.4 Анализ базового варианта технологического процесса

000 Заготовительная. Вал ножевой в базовом варианте получают отрезкой проката.

010 Фрезерно – центровая. На указанной операции с помощью фрезерно-центровального станка производится подрезка зацентровка, торцев детали а также сверление отверстия с базированием в установочных призмах. Недостаток применения установочных призм - зависимость высоты оси от размера закрепляемого диаметра. Применение самоцентрирующих призм повышает точность базирования.

020 Токарная. На станке с числовым программным управлением обрабатывается половина детали начерно с базированием по центровым отверстиям и зажимом плавающими кулачками.

030 Токарная. На токарном станке с ЧПУ обрабатывается вторая половина детали начерно. Деталь устанавливается с базированием по центровым отверстиям.

Основной недостаток токарных операций: низкая производительность в связи с неоптимальными режимами обработки.

040 Фрезерная с ЧПУ. На универсально – фрезерном станке с ЧПУ. Деталь устанавливается с базированием по центровым отверстиям с

применением делительной головки. Наряду с обработкой пазов под крепление ножей выполняется фрезеровка лысок под ключ и обработка шпоночного паза.

050 Токарная. На токарном станке 16K20. Производится нарезание резьбы в отверстии. Деталь устанавливается в патрон с длинными кулачками.

060 Термообработка – улучшение до твердости 241...275НВ.

070 Зачистка центровых отверстий.

080 Шлифовальная. На шлифовальном станке обрабатывается поверхность под установку подшипников и шкива с базированием в центрах с применением поводкового патрона.

090 Шлифовальная. На шлифовальном станке обрабатывается поверхность под установку подшипников и шкива с базированием в центрах с применением поводкового патрона.

100 Контрольная. Недостаток контрольной операции использование множества специальных приспособлений для полного контроля детали. Использование универсального контрольного стенда позволит измерить все параметры детали одновременно.

1.5 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

В нашей работе не ставится задача полной переработки базовой технологии изготовления детали. Достаточно проанализировать варианты по изменению нескольких операций. В базовом варианте присутствуют несколько технологических операций, которые по каким-либо причинам требует частичной или полной замены. Главные недостатки указанных операций приведены в анализе базового технологического процесса. Именно на решение этих проблем следует заострить внимание в работе.

2. Технологическая часть работы

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

На основании задания, годовая программа выпуска которая составляет 2000 штук в год и массы детали $m = 1,28\text{кг}$ определим тип производства. По указанным характеристика тип среднесерийное производства.

Учитывая тип производства, разработаем стратегию технологического процесс изготовления вала строгального фуговального станка. Для данного типа производства характерны следующие характеристики. Форма организации производства: переменнo-поточная.

Периодическое повторение партий. Разрабатывается специальный техпроцесс. Вид стратегии разработки ТП последовательный. В качестве метода получения заготовки предпочтительно использовать штамповку на ГKM.

Припуск на обработку незначительный. Припуски рассчитываются подробно по переходам. Предпочтительно использование универсального и специализированного оборудования. Загрузка оборудования достигается за счет периодической смены деталей. Оснастка специальная и универсальная. Подробность разработки техпроцесса: карты операционные. Расчет режимов резания по эмпирическим формулам и отраслевым нормативам. Детальное пооперационное нормирование.

Различная квалификация рабочих. Полновесное применение современных достижений науки и техники.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Задача – разработать рациональную конструкцию заготовки, обеспечивающую минимальные материальные затраты.

Изначально определяем, что заготовку вала ножевого можно получить отрезкой из прутка или штамповкой.

Выбор метода получения заготовки определяем экономическим расчетом

по известным методикам.

Самым предпочтительным для дальнейшего сравнения является базовый вариант – заготовка из прутка и возможный – штамповка на ГKM. Выбор указанных вариантов получения заготовок для сравнения обуславливается их значительной производительностью.

Оценку результатов двух методов получения заготовок проведем по 2 показателям:

а) коэффициенту использования материала

$$K_m = \frac{q}{Q}$$

где, q и Q – массы заготовки и детали;

б) технологической себестоимости изготовления детали.

Сравнение методов проведем не по полной себестоимости, а по технологической. Технологическая себестоимость определим по следующей формуле:

$$C_m = C_{заг} \cdot Q + C_{мех} (Q - q) - C_{отх} (Q - q)$$

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k$$

$$C_{мех} = 18,9 + 0,32 \cdot 56,7 = 37,4 \text{ руб/кг.}$$

Полученное число примем и для заготовки из прутка, и для поковки ГKM.

Для выбора метода получения заготовки рассмотрим вариант заготовки из прутка и заготовки, полученной методом штамповки.

Размеры заготовки ($l \times d$) = 345 x 80 мм

Масса заготовки из пруткового проката

$$m_3 = \gamma \cdot v$$

$$\gamma = 7,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^2$$

$$v = \pi R^2 \cdot l$$

$$v = 3,14 \cdot \left(\frac{80^2}{2} \right) \cdot 345 = 478621 \text{ мм}^3$$

$$m_3 = 7,8 \cdot 10^{-6} \cdot 478621 = 2,1 \text{ кг}$$

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3}$$

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{1,28}{2,1} = 0,61$$

Штампованную заготовку получают методом пластического деформирования – штамповка на прессе с выталкивателем.

Стоимость штампованной заготовки определяется по формуле

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000},$$

$$S_{\text{шт.}} = \left(\frac{2330}{1000} \cdot 1,87 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1,13 \cdot 0,8 \right) - (52 - 1,27) \cdot \frac{500}{1000} = 1,815 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката определяется по формуле:

$$S_{\text{пр}} = C_M \cdot m_3 - (m_3 - m_0) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}$$

Себестоимость получения заготовки из проката:

$$S_{\text{пр.}} = 85 \cdot 2,1 - (2,1 - 1,28) \cdot \frac{500}{1000} = 3,211 \text{ руб.}$$

Следовательно, по технологической себестоимости самым экономически выгодным вариантом является метод изготовления из заготовки, полученной штамповкой.

Таким образом, делаем заключение о том, вариант получения заготовки методом штамповки предпочтителен и экономически оправдан.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Для каждой поверхности точности 6...12 квалитетов определим маршрут обработки.

Поверхность номер 3 должна после обработки иметь шестой квалитет, шероховатость должна быть не более Ra0,63. Для получения таких параметров поверхность должна быть обработана следующим образом: точение черновое, затем чистовое точение, а после шлифование.

Поверхности номер 6 и 13 должна после обработки иметь пятый квалитет, шероховатость должна быть не более Ra0,63. Для получения таких параметров поверхность должна быть обработана следующим образом: точение черновое, затем чистовое точение, а после шлифование.

Поверхность номер 15 должна после обработки иметь шестой квалитет, шероховатость должна быть не более Ra0,63. Для получения таких параметров поверхность должна быть обработана следующим образом: точение черновое, затем чистовое точение, а после шлифование.

Поверхность номер 15 должна после обработки иметь девятый квалитет, шероховатость должна быть не более Ra5. Для получения таких параметров поверхность должна быть только профрезерована.

2.4 проектирование заготовки и определение припусков

Проектирование заготовки разделим на следующие этапы:

На основании выбранного метода штамповки определим класс точности размеров. Затем получим допуски, которые и сведем в таблицу 2.1.

Выбираем по соответствующему ряду припусков и по допускам на размер величину припуска 2 мм.

Выберем ковочные радиусы 5мм и ковочные уклоны 5°.

Таблица 2.1 - Допуски на размер

Размер, мм	Величина допуска, мм
Ø80	2,4
Ø25	2,0
Ø35	2,2
Ø20	2,0
200	2,4
83	2,0

Конструктивно с учетом уклонов определяем для поверхностей Ø35 и

Ø20 напуски, увеличивая при этом ковочный угол перехода с Ø80 до Ø25 до 15°.

Определим коэффициент использования материала по формуле:

$$K_m = q / Q = 1,28 / 1,52 = 0,84.$$

Коэффициент использования материалов соответствует нормативному по машиностроению. Следовательно точность заготовки была выбрана правильно.

Чертеж заготовки вынесем на лист части графической выпускной квалификационной работы

2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

Таблица 2.3 - Маршрут обработки вала строгального

Номер операции	Наименование и содержание операции	Квалитет	Шероховатость, Ra
1	2	3	4
000	<u>Заготовительная</u> (поковка)	14	20
010	<u>Фрезерно-центровальная</u> Фрезерование торцов, зацентровка, сверление	12	5,0
020	<u>Токарная с ЧПУ</u> Черновая и чистовая обработка по контуру с правой стороны	10	5,0
030	<u>Токарная с ЧПУ</u> Черновая и чистовая обработка по контуру с левой стороны	10	5,0
040	<u>Фрезерная</u> Фрезерование пазов под установку ножей, сверление отверстий для регулировки ножей, фрезерование лысок, фрезерование шпоночного паза	10	5,0
050	<u>Токарная</u> Нарезание резьбы в осевом отверстии	10	5,0
060	<u>Термообработка</u> Нормализация до твердости 241...275HB.		

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
070	<u>Центрошлифовальная</u> Зачистка центровых отверстий		
080	<u>Круглошлифовальная</u> Шлифование шеек и торцев с правой стороны.	6	0,63
090	<u>Круглошлифовальная</u> Шлифование шеек и торцев с левой стороны	6	0,63
100	<u>Контрольная</u> Контроль детали на соответствие чертежу		

2.6 Разработка схемы базирования

В качестве баз на большинстве операций будут использоваться центра. В остальных случаях – базирование по шейкам в призмах

На операции 010 – фрезерно-центральной используется базирование в самоцентрирующие призмы с упором в торец ножевой шейки, т.е. в качестве технологических баз используется цилиндрические поверхности 6 и 13 и торец 9.

На операции 020 – токарной используется патрон центральной с плавающими кулачками и задний вращающийся центр. В качестве технологических баз используется ось центровых отверстий 12 и торец 1.

На операции 030 – токарной используется патрон центральной с плавающими кулачками и задний вращающийся центр. В качестве технологических баз используется ось центровых отверстий 12 и торец 19.

На операции 040 – фрезерной деталь закрепляется в делительной головке и заднем центре и устанавливается по базовым поверхностям 12 и 1.

На операции 050 – токарной деталь устанавливается в трехкулачковый самоцентрирующий патрон с длинными кулачками по поверхности 10. Осевое базирование - по торцевой поверхности 19 с применением подводимого упора. на оправку.

На операции 080 – шлифовальной деталь устанавливается в центрах с использованием поводкового патрона. Базирование вдоль оси осуществляется с применением устройства позиционирования станка по обрабатываемой поверхности.

На операции 090 – шлифовальной деталь устанавливается в центрах с использованием поводкового патрона. Базирование вдоль оси осуществляется с применением устройства позиционирования станка по обрабатываемой поверхности.

План обработки представлен на листах графической части выпускной квалификационной работы.

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4 - Выбор СТО

№ оп.	Операция ТП	Металлообрабатывающее оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства измерений
1	2	3	4	5	6
010	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-73	Приспособление специальное	Торцовая фреза диаметр 125 мм. Материал режущих пластин Т5К10 ГОСТ 9473-80, Сверло центровочное, материал режущей части Р6М5 Ø8 ГОСТ 14953-75, Сверло комбинированное	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83, штангенглубиномер ШГ ГОСТ 697-78
020	Токарная	Станок с ЧПУ 1740РФ3	Патрон центровой, центр задний	Резец проходной с пластиной из Т15К6	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83
030	Токарная	Станок с ЧПУ 1740РФ3	Патрон центровой, центр задний	Резец проходной с пластиной из Т15К6	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83

Продолжение таблицы 2.4					
1	2	3	4	5	6
040	Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ 6Т82ШФ3	Головка делительная, центр задний.	Фреза пазовая Р6М5 Ø125 b=22мм, фреза пазовая Фреза пазовая Р6М5 Ø125 b=5мм, сверло Ø4,2 Р6М5, Метчик М5 Р6М5, Фреза концевая Ø 35 Р6М5, Фреза концевая шпоночная Ø5Р9.	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83, штангенглубиномер ШГ ГОСТ 697-78. Калибр резьбовой М5.
050	Токарная	Станок с ЧПУ 1740РФ3	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый	Метчик М8,	Калибр резьбовой М8
080	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый, задний центр	Круг шлифовальный УП 600х55х305 91А25НСМ1К5	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83
090	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый, задний центр	Круг шлифовальный УП 600х55х305 91А25НСМ1К5	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83

2.8 Расчет припусков

Припуск на обработку -это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки при резании.

Таблица 2.5 - Результаты расчёта припусков на поверхность Ø20js6

№	Наименование перехода	Составляющие припуска				Припуск		Предельные размеры	
		IT	a	Δ	ϵ	$3Z_{\min}$	$3Z_{\max}$	$D_{\min}$	$D_{\max}$
0	Поковка (IT 14)	0,53	0,3	0,104	-	-	-	21,35 6	23,876
1	черновое точение (IT 13)	0,31	0,13	0,053	0,05	0,678	0,988	20,93 4	21,055
3	чистовое точение (IT 10)	0,084	0,04	0,031	0,03	0,353	0,478	20,33 3	20,907
3	Шлифова ние (IT 8)	0,033	0,01	0,008	0,005	0,133	0,174	19,93 5	20,065

На остальные поверхности назначаем припуски, используя табличный метод. Все припуски заносим в таблицу 2.6

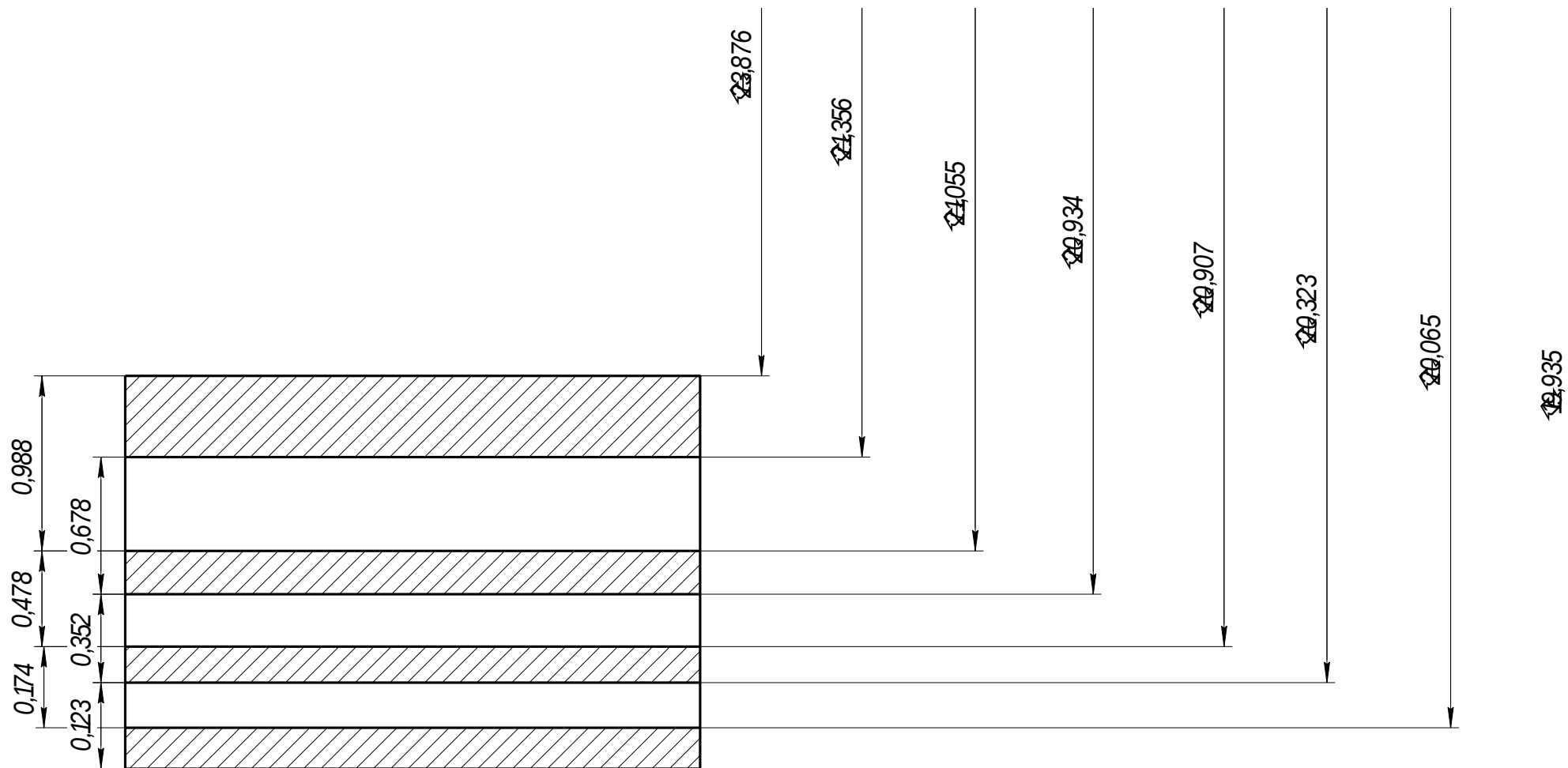


Рис. 2.1. Схема припусков и допусков

Таблица 2.6 - Расчетные припуски

№ пов.	Маршрут обработки поверхности	Допуск, мкм	Припуск, мм		Размер, мм	
			$Z_{\min}$ ($2Z_{\min}$)	$Z_{\max}$ ($2Z_{\max}$)	$A_{\min}$	$A_{\max}$
1, 19	Поковка Фрезерование	2700 300	– 1,191	– 1,613	348,2 344,85	350,9 345,15
3, 14	Поковка Точение Шлифование	2000 300 13	– 2,509 0,403	– 3,109 0,643	21,1 20,15 19,987	22,4 20,3 20
6, 13	Поковка Точение Шлифование	2000 300 9	– 2,509 0,403	– 3,109 0,643	28,4 25,3 24,995	30,4 25,9 25,005
8, 11	Поковка Точение	2000 300	– 2,509	– 3,109	36,2 34,85	38,2 35
10	Поковка Точение	2400 300	– 2,509	– 3,109	83,4 79,85	85,8 80
9	Поковка Точение Шлифование	2400 300 70	– 1,139 0,156	– 1,45 0,282	203,2 200,85 199,85	205,6 201,05 200,15

2.9 Подробное описание техпроцесса.

000 Заготовительная

Штамповка на ГКМ.

010 Фрезерно – центровая

1. Подрезать 2 торца в размер $345 \pm 0,15$ мм.
2. Центровать, сверлить $\varnothing 7,2 \pm 0,175$ мм в размер $30 \pm 0,15$ мм

020 Токарная с ЧПУ

1. Точить поверхность длина прохода $283,5 \pm 0,2$ мм.
2. Обработать диаметр $35,9 - 0,3$ мм длина прохода 293,5 допуск 0,2 мм.
3. Обработать диаметр $26 - 0,3$ мм длина прохода 345 допуск 0,2 мм.
4. Обработать диаметр $21 - 0,3$ мм длина прохода 328 допуск 0,2 мм.
5. Обработать диаметр $80,3 - 0,2$ мм длина прохода 283 допуск 0,2 мм.
6. Обработать диаметр $35 - 0,2$ мм длина прохода 293 допуск 0,2 мм.
7. Обработать диаметр $25,3 - 0,2$ мм длина прохода 345 допуск 0,2 мм.
8. Обработать диаметр $20,3 - 0,2$ мм длина прохода 328 допуск 0,2 мм.

030 Токарная с ЧПУ

1. Обработать диаметр $35,9 - 0,3$ мм длина прохода 293,5 допуск 0,2 мм.
2. Обработать диаметр $26 - 0,3$ мм длина прохода 345 допуск 0,2 мм.
3. Обработать диаметр $21 - 0,3$ мм длина прохода 328 допуск 0,2 мм.
4. Обработать диаметр $35 - 0,2$ мм длина прохода 293 допуск 0,2 мм.
5. Обработать диаметр $25,3 - 0,2$ мм длина прохода 345 допуск 0,2 мм.
6. Обработать диаметр $20,3 - 0,2$ мм длина прохода 328 допуск 0,2 мм.
7. Нарезать резьбу М20х1 в размер $22 \pm 0,15$ мм.

040 Фрезерная с ЧПУ

1. Фрезеровать 22 мм.
2. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 4,2$ мм
3. Нарезать 6 резьб М5.

050 Токарная

1. Нарезать резьбу М10 в размер $25 + 0,3$ мм.

060 Термообработка

1. Нормализация

070 Центрошлифовальная

1. Зачистить центровое отверстие и заходную фаску резьбового отверстия от окалины.

080 Шлифовальная

1. Шлифовать поверхность $\varnothing 25 (\pm 0,0045)$ мм длина прохода $35 \pm 0,04$ мм.

2. Шлифовать поверхность $\varnothing 20(\pm 0,0065)$ мм длина прохода $17\pm 0,04$ мм.

090 Шлифовальная

1. Шлифовать поверхность $\varnothing 25 (\pm 0,0045)$ мм длина прохода $35\pm 0,04$ мм

2. Шлифовать поверхность $\varnothing 20-0,013$ мм длина прохода $15\pm 0,04$ мм.

2.10 Расчет элементов режимов резания

Подробный расчет режимов резания для некоторых операций ТП

Расчет режимов резания на точение

Расчет режимов резания для точения производим для токарного перехода операции 020 токарной с ЧПУ

Длина рабочего хода резца с пластиной из твердого сплава Т15К6

$$L_{P.X.} = L_p + L_n + L_\theta$$

где L_p - длина резания;

L_n - длина врезания и перебега;

L_θ - дополнительная длина рабочего хода

$$L_p = 52 + 5 + 10 + 22,5 + 200 = 289,5 \text{ мм}$$

$$L_n = 7,5 \text{ мм}$$

$$L_\theta = 0$$

$$L = 289,5 + 7,5 = 297 \text{ мм}$$

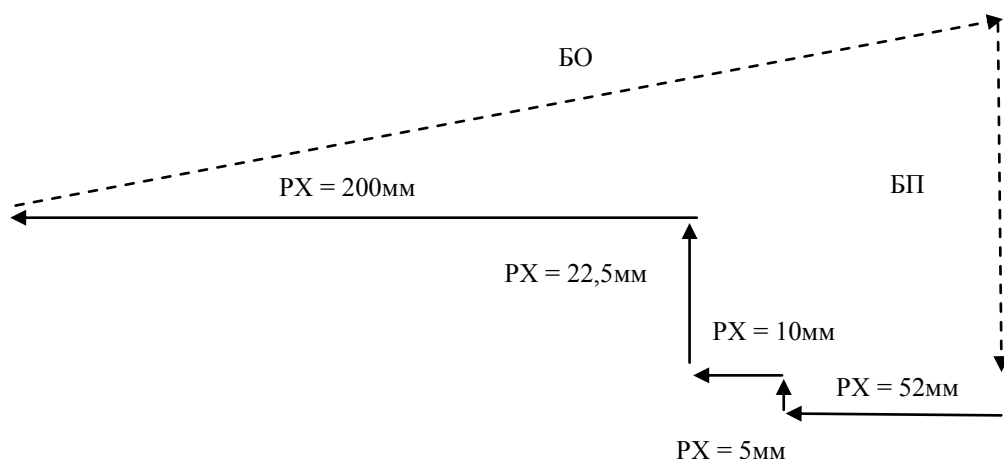


Рис. 2.2 Схема движения инструмента

Подача суппорта на оборот шпинделя.

$$S_0 = 0,8 \text{ мм/об}$$

Стойкость инструмента, мин.

$$T = 30 \text{ мин}$$

Скорость резания, м/мин.

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где $V_{\text{табл}}$ - скорость табличная, принимаем $V=125 \text{ м/мин}$;

K_1, K_2, K_3 - зависящие от твердости заготовки, а также материала режущей части и стойкости режущего инструмента коэффициенты.

$$K_1 = 0,9, K_2 = 1, K_3 = 1,2$$

$$V = 125 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,2 = 130 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000v}{\pi d}$$

где d - обрабатываемый диаметр (из нескольких принимаем средний);

$$n = \frac{1000 \cdot 130}{3,14 \cdot 70} = 542 \text{ об/мин}$$

Минутная подача, мм/мин.

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 542 = 434 \text{ мм/мин}$$

Основное время обработки T_0 , мин.

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_M} = \frac{297}{434} = 0,62 \text{ мин}$$

Проверочный расчет по мощности резания.

Сила резания

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot t$$

где $P_{Z\text{табл}}$ - главная составляющая силы резания, к Н;

$$P_{Z\text{табл}} = 0,87 \text{ кН}$$

$$P_Z = 0,87 \cdot 1,5 = 1,3 \text{ кН}$$

Мощность резания определим по следующей формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60}$$

где P_z - сила резания;

V_ϕ - фактическая скорость резания $V_\phi = 162,7 \text{ м/мин.}$

$$N_p = \frac{1,3 \cdot 162,7}{60} = 3,5 \text{ кВт}$$

Мощность станка 1740РФ3 22кВт, что значительно больше N_p .

Определение режимов резания на сверлильную операцию

С учетом технологических факторов выбираем I группу подач. Для $D = 6,8 \text{ мм}$ подача на оборот $S_0 = 0,1 \text{ мм/об.}$ Глубина сверления составляет $4D$, поэтому с учетом поправочного коэффициента $K_S = 0,9$ подача:

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,9 = 0,09 \text{ мм/об.}$$

Выбираем скорость резания, $v = 20 \text{ м/мин.}$

Частота вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 6,7} = 1241 \text{ об/мин.}$$

По техническим характеристикам станка принимаем $n = 1000 \text{ об/мин}$

Определение режимов резания на фрезерование

Рассчитаем режимы резания для первого перехода операции 010.

Для фрезы $D_\phi = 125 \text{ мм}$, $z = 24$ при ширине фрезерования $B = 50$ и глубине фрезерования $t = 3,8 \text{ мм}$, определяем подачу на зуб $S_z = 0,25$.

Полученное значение корректируем с учетом поправочных коэффициентов на подачу для измененных условий работы: $K_S = 1,0$.

Определяем скорость резания $v = 112 \text{ м/мин.}$

Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 112}{3,14 \cdot 125} = 704 \text{ об/мин.}$$

Корректируем по паспорту станка $n = 700 \text{ об/мин.}$

Расчет режимов резания на шлифование

Обработка проводится периферией круга методом врезания с поперечной подачей $v_D = 28 \text{ м/мин}$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 28}{3.14 \cdot 100} = 222 \text{ об/мин.}$$

Выбираем радиальную подачу шлифовального круга S_t для выбранных условий, $S_{tr} = 0,007 \text{ мм/об.}$ Для обработки кругом диаметром 350 мм со скоростью 30 м/с до 8-го квалитета поправочный коэффициент K_s составит: 0,17.

$$S_t = 0,007 \cdot 0,17 = 0,001 \text{ мм/об.}$$

Определяем радиальную подачу:

$$S_{tm} = S_t \cdot n_D = 0,001 \cdot 222 = 0,22 \text{ мм/мин.}$$

По указанным выше формулам рассчитаем режимы резания на оставшиеся операции технологического процесса изготовления вала строгального фуговального станка. Рассчитанные значения сведем в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Режимы резания на технологические операции

№ операции	Переход	Глубина резания	Скорость резания	Частота вращения	Подача на оборот	Минутная подача
1	2	3	4	5	6	7
010	1. Обработать 2 торца в размер $345 \pm 0,15 \text{ мм}$	1,5	112	700	0,8	560
	2. Центровать	3,15	20	1000	0,09	90
	3. сверлить $\varnothing 7,2 \pm 0,175 \text{ мм}$	3,15	20	1000	0,09	90

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7
020	1. обработать Ø81	1,5	120	1240	0,25	450
	2. обработать Ø35,9.	1,5	120	2450	0,25	607
	3. обработать Ø26	1,5	120	1850	0,25	407
	4. обработать Ø21	1,5	120	1850	0,25	407
	5. обработать Ø80,3	0,5	180	1210	0,25	380
	6. обработать Ø35	0,5	180	1810	0,25	520
	7. обработать Ø25,3	0,5	180	2050	0,25	570
	8.Точить поверхность Ø20,3	0,5	180	2450	0,25	607
030	1.Обработать Ø35,9	1,5	120	1240	0,25	450
	2. Обработать Ø26-0,3мм	1,5	120	2450	0,25	607
	3. Обработать Ø21-0,3мм	1,5	120	1850	0,25	407
	4. Обработать Ø35-0,15мм	0,5	180	1810	0,25	520
	5. Обработать Ø25,3-0,15мм	0,5	180	2050	0,25	570

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7
	6. Обработать Ø20,3-0,15мм	0,5	180	2450	0,25	607
	7.Нарезать резьбу М20х1 в размер 22±0,15мм.	1,25	60	1000	1,25	1250
40	1. Фрезеровать пазы 22 мм	20	80	315	0,8	240
	2. Фрезеровать пазы 5мм	5	80	315	0,8	240
	3. Сверлить Ø 4,2	1,1	211	498	0,2	97
	4. Нарезать 6 резьб М5 в размер 10+0,3мм.	0,75	5	280	0,75	210
50	Нарезать резьбу М10 в размер 25+0,3мм	1,0	5	140	1	140
80	1. Обработать Ø25	1,5	211	1680	0,2	336
	2. Обработать Ø20	1,0	26	309	0,94	291
090	1. Обработать Ø25	0,1	441	1151	0,06	69
	2. Обработать Ø20	0,23	441	1614	0,06	97

2.11 Определение технических норм времени

Норму штучного времени на токарную операцию 010 найдем по формуле,
 $T_{шт.} = T_0 + T_B + T_{т.об.} + T_{е.н.},$

.Основное время на операцию 010

$$T_o^{10} = \frac{28}{560} + \frac{10}{90} = 1,15 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места и отдых:

$$T_{шт.} = (T_0 + T_B) * (1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}),$$

$$T_{шт}^{10} = (1,15 + 0,13) * (1 + \frac{2 + 1 + 5}{100}) = 1,34 \text{ мин.}$$

Подобным методом рассчитаем время на оставшиеся операции технологического процесса изготовления вала строгального фуговального станка операции:

$$T_o^{20} = \frac{13}{82} + \frac{18}{82} + \frac{31}{97} + \frac{11}{97} + \frac{10}{240} + \frac{37}{336} + \frac{12}{336} + \frac{53}{291} = 2,91 \text{ мин.}$$

$$T_{шт}^{20} = (1,18 + 0,13) * (1 + \frac{2 + 1 + 5}{100}) = 3,04 \text{ мин.}$$

$$T_o^{30} = \frac{30}{60} + \frac{12}{106} + \frac{14}{175} = 2,57 \text{ мин.}$$

$$T_{шт}^{30} = (2,57 + 0,13) * (1 + \frac{2 + 1 + 5}{100}) = 3,28 \text{ мин.}$$

$$T_o^{40} = \frac{120}{24} + \frac{10}{210} = 1,01 \text{ мин.}$$

$$T_{шт}^{40} = (1,01 + 0,13) * (1 + \frac{2 + 1 + 5}{100}) = 1,23 \text{ мин.}$$

Рассчитаем нормы времени на шлифовальную операцию 070

$$T_o^{70} = \frac{0,2}{0,17} = 1,14 \text{ мин}$$

t правки на 1 деталь равно 0,09 мин.

t потерь равно 0,002 мин.

$$T_{шт} = t_{цикл} + t_{пот.} ,$$

$$T_{шт}^{70} = 1,14 + 0,09 + 0,002 = 1,23 \text{ мин.}$$

Операция 080

$$T_o^{80} = \frac{0,25}{0,22} = 1,14 \text{ мин.}$$

t правки на 1 деталь равно 0,09 мин

t потерь равно 0,002 мин.

$$T_{шт}^{80} = 1,14 + 0,1 + 0,003 = 1,24 \text{ мин.}$$

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Расчет сил резания

Сила резания при фрезеровании.

Сила резания определяется по следующей формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{M_{pz}},$$

где $B=10$ мм - ширина фрезерования;

C_p, X, Y, U, q, W –коэффициенты зависящие от условий резания. Для стали с $\sigma_B=600$ МПа: $C_p=825, X=1,0; Y=0,75; U=1,1; q=1,3; W=0,2$;

$K_{M_{pz}}$ –коэффициент, зависящий от прочностных характеристик обрабатываемого материала,

$$K_{M_{pz}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,7$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 10^{1,1} \cdot 10}{80^{1,3} \cdot 650^{0,2}} \cdot 0,7 = 1278 \text{ Н}$$

Радиальная составляющая P_y и составляющие P_h, P_v определяются по формулам:

$$P_y = (0,85 \dots 0,95) P_z = 0,9 \cdot 1278 = 1080 \text{ Н}$$

$$P_h = 0,4 P_z = 0,4 \cdot 1278 = 512 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,9 P_z = 0,9 \cdot 1278 = 1158 \text{ Н}$$

По следующим формулам найдем осевую силу и крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 0,7 = 1,874 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^{1,0} \cdot 0,13^{0,7} \cdot 0,7 = 719 \text{ Н}$$

$$P_z = \frac{2 M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 1,874}{6,3 \cdot 10^{-3}} = 595 \text{ Н}$$

Сила P_h совпадает с направлением подачи и стремится повернуть заготовку вокруг оси О–О

$$M_p = P_h \cdot l$$

Момент закрепления равен

$$M_3 = W \cdot l_1$$

Из равенства $M_p = M_3$ и с учетом коэффициента запаса имеем

$$W = \frac{k \cdot P_h \cdot l}{l_1}$$

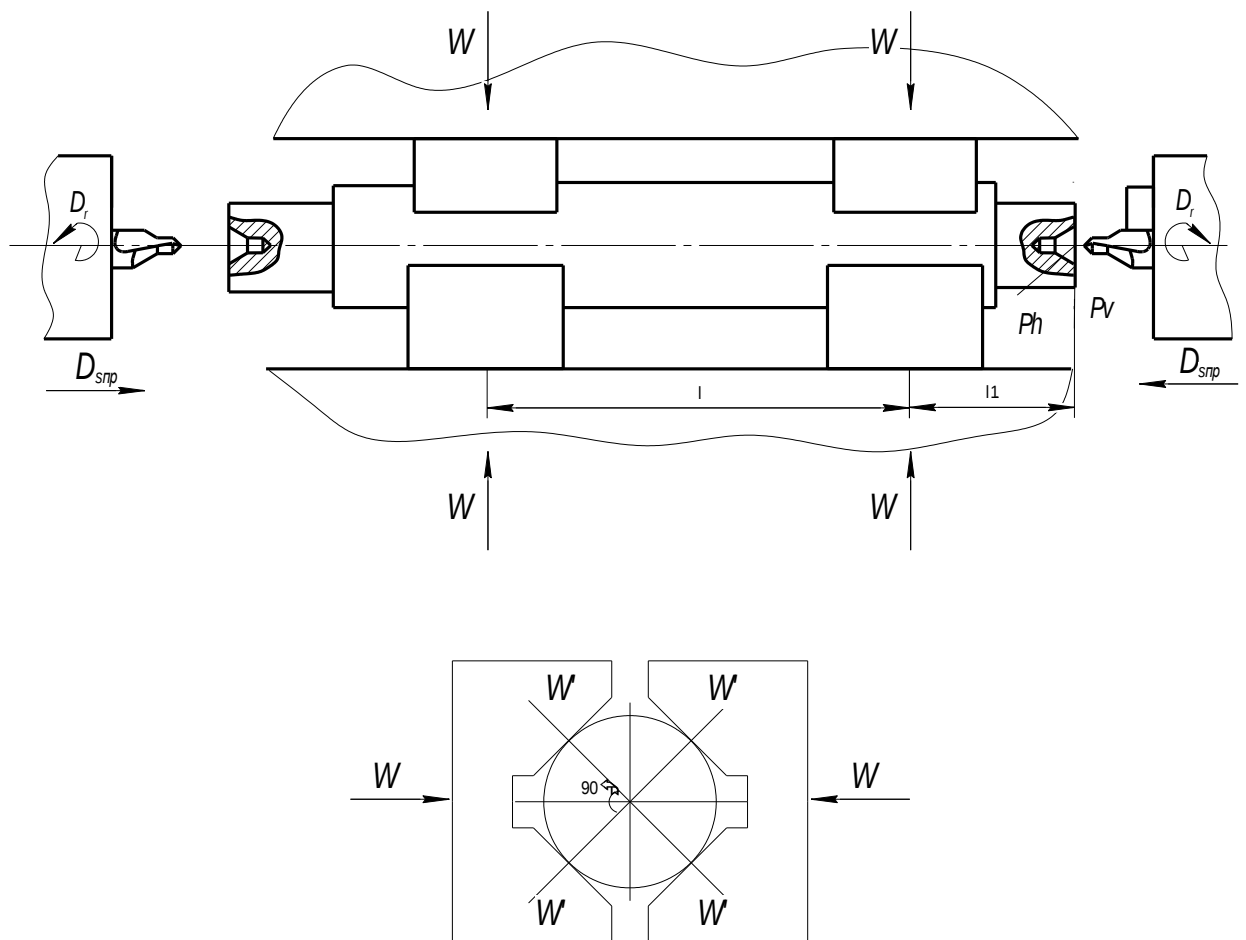


Рис. 3.1 Схема закрепления заготовки в самоцентрирующих призмах

Плечи l и l_1 определены путем прочерчивания схемы закрепления $l=15$ мм, $l_1=350$ мм

$$W' = \frac{2.2 \cdot 511 \cdot 15}{350} = 103 \text{ Н}$$

$$W = \frac{W'}{\sin \alpha / 2} = \frac{1977}{\sin 45^\circ} = 2796 \text{ Н}$$

Тогда прикладываемое усилие

$$Q = 2W = 2 \cdot 2796 = 6116 \text{ Н}$$

В качестве силового привода выбираем пневмоцилиндр с давлением рабочим равным 0,4 МПа.

Определим диаметр штока цилиндра.

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$$

где: p- рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,95$ -КПД привода

Тогда:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{6116}{0.4 \cdot 0.95}} = 48,5 \text{ мм}$$

Принимаем конструктивно $D = 165 \text{ мм}$.

Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит стальной корпус с верхними Т-образными направляющими, на которых установлены две губки 2, на которых винтами 16 закреплены призмы 4. Каждая из губок соединена с рычагами 11 через сухари 12 и оси 10. Рычаги соединены со штоком 14, на котором размещен поршень 2, размещенный внутри пневмоцилиндра, образованного гильзой 13, крышками 3 и 6, скрепленными шестью болтами 17. На корпусе расположен пневмопереключатель 1.

Приспособление работает следующим образом. При подаче воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра движение через шток передается на рычаги, затем на губки и на зажимные призмы. Происходит зажим заготовки. В осевом направлении заготовка базируется с применением подводимого упора по

торцевой поверхности. Разжим производится при подаче воздуха в нижнюю полость пневмоцилиндра. Для переключения рабочих полостей пневмоцилиндра служит переключатель 1.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Исходные данные.

Диаметры ступеней сверла $D_1 = 7$ и $D_2 = 12$ мм

Длина отверстия меньшего диаметра 25 мм.

Выбор инструментального материала

Инструментальный материал должен обладать необходимой твёрдостью для обработки ступенчатого отверстия в заготовке из конструкционной стали. Сверло изготовим из быстрорежущей части Р6М5Ф3 МП по ГОСТ 4645-82.

Передний угол сверла

$$\gamma_{\text{ср}} = C \cdot \left(\frac{\sigma_s}{1000} \right)^{-1} = 11 \cdot \left(\frac{750}{1000} \right)^{-1} = 14,6^\circ$$

где C – постоянный коэффициент, $C = 11$ для сталей;

σ_s – предел прочности обрабатываемого материала, МПа;

Принимаем следующее среднее значение переднего угла : $\gamma_{\text{ср}} = 14^\circ$.

Угол наклона перемычки примем $\Psi = 52^\circ$.

Для обработки отверстия в заготовке из конструкционной стали наиболее оптимальными считаются углы $116 \dots 120^\circ$.

Для дальнейших расчётов угол при вершине конуса 2φ примем : $2\varphi = 118^\circ$.

Ширину перемычки определим по следующей формуле :

$$m = (0,2 \dots 0,12) \cdot D.$$

Для первой ступени сверла $m_1 = (0,2 \dots 0,12) \cdot D_1 = 0,11 \cdot 7 = 1,1$ мм.

Для второй ступени сверла $m_2 = (0,2 \dots 0,12) \cdot D_2 = 0,11 \cdot 12 = 1,6$ мм.

Определим наименьший диаметр на котором находится режущая кромка .

Наименьший диаметр определим по формуле:

$$d_0 = \frac{m}{\sin \Psi};$$

Наименьший диаметр для первой ступени:

$$d_{01} = \frac{m_1}{\sin \Psi} = \frac{1,1}{\sin 52^\circ} = 1,39 \text{ мм.}$$

Наименьший диаметр для второй ступени:

$$d_{02} = \frac{m_2}{\sin \Psi} = \frac{1,6}{\sin 52^\circ} = 2,03 \text{ мм}$$

Ширину ленточки рассчитаем по эмпирической формуле:

$$f = (0,06 \dots 0,02) \cdot D$$

Для первой ступени $f = (0,06 \dots 0,02) \cdot 7 = 0,6 \dots 0,2 \text{ мм}$

Для второй ступени $f = (0,06 \dots 0,02) \cdot 12 = 0,87 \dots 0,29 \text{ мм}$

Средний диаметр активного участка режущей кромки определяется по формуле .

$$d_{cp} = \frac{D + d_0}{2}$$

Для первой ступени: $d_{cp1} = \frac{D_1 + d_{01}}{2} = \frac{7 + 1,39}{2} = 5,965 \text{ мм.}$

Для второй ступени: $d_{cp2} = \frac{D_2 + d_{02}}{2} = \frac{12 + 2,03}{2} = 8,265 \text{ мм.}$

Угол подъёма винтовой канавки ω рассчитываем исходя из того что γ_{cp} соответствует среднему диаметру d_{cp} по следующей формуле

$$tg \omega = \frac{D \cdot \sin \varphi}{d} \cdot \left(\frac{m \cdot \cos \varphi}{\sqrt{d^2 - m^2}} + tg \gamma_d \right)$$

Для первой ступени

$$tg \omega_1 = \frac{D_1 \cdot \sin \varphi}{d_{cp1}} \cdot \left(\frac{m_1 \cdot \cos \varphi}{\sqrt{d_{cp1}^2 - m_1^2}} + tg \gamma_{cp} \right) = \frac{10 \cdot \sin 59}{5,965} \cdot \left(\frac{1,39 \cdot \cos 59}{\sqrt{5,965^2 - 1,1^2}} + tg 14^\circ \right) = 0,689975523 ;$$

$\omega_1 = 34,6^\circ$ для диаметра $D_1 = 10 \text{ мм.}$

Для второй ступени

$$\operatorname{tg} \omega_2 = \frac{D_2 \cdot \sin \varphi}{d_{cp2}} \cdot \left(\frac{m_2 \cdot \cos \varphi}{\sqrt{d_{cp2}^2 - m_2^2}} + \operatorname{tg} \gamma_{cp} \right) = \frac{12 \cdot \sin 59}{8,265} \cdot \left(\frac{1,39 \cdot \cos 59}{\sqrt{8,265^2 - 1,6^2}} + \operatorname{tg} 14^\circ \right) =$$

$$= 0,750698276 ;$$

$\omega_2 = 36,89$ для диаметра $D_2=12$ мм.

Принимаем $\omega = 35^\circ$.

Длина режущей части сверла.

$$l_p = L + (5...3)D,$$

$$l_{p1} = L + (5...3)D_1 = 18 + 3 \cdot 10 = 48 \text{ мм},$$

Поскольку отверстие глухое принимаем конструктивно $l_{p1} = 20,2$ мм

$$l_p = L + (5...3)D_2 = 2 + 5 \cdot 12 = 72,25 \text{ мм}.$$

Принимаем конструктивно общую длину режущей части сверла 90 мм.

Определяем допуски на точность сверла .

Точность меняется на пять единиц по сравнению с точностью отверстия. Поэтому точность первой ступени сверла : $D_1 = 7 \text{ h}9 = 10_{-0,058} \text{ мм}$.

Точность второй ступени сверла : $D_2 = 12 \text{ h}10 = 14,5_{-0,07} \text{ мм}$.

Шероховатость поверхности :

а) на режущей кромке $R_a = 0,32...0,63$;

примем $R_a = 0,63$;

б) на поверхности хвостовика $R_a = 1,25$;

в) на всех остальных поверхностях $R_a = 5$.

Назначим термообработку - закалку до $64 \pm 1 \text{ HRC}_3$;

4. Безопасность и экологичность работы

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ оп.	Операция	вид работ	Должность	Оборудование, приспособление, устройство	вещества
1	2	3	4	5	6
1	Фрезерно - центровая	Сверление, фрезерование,	Токарь	Полуавтомат МР-73. Приспособление специальное Фреза торцовая Ø125 Т5К10 ГОСТ 9473-80, Сверло центровочное Р6М5 Ø8 ГОСТ 14953-75, Сверло комбинированное	Заготовка - сталь 40ХГНМ
2	Токарная	Точение	Токарь	Станок с ЧПУ 1740РФЗ Патрон центровой с плавающими кулачками, центр задний вращающийся Токарный проходной резец с пластиной из Т15К6	Заготовка - сталь 40ХГНМ
3	Токарная	Точение	Токарь	Станок с ЧПУ 1740РФЗ Патрон центровой с плавающими кулачками, центр задний вращающийся Токарный проходной резец с пластиной из Т15К6	Заготовка - сталь 40ХГНМ

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
4	Фрезерная	Фрезерование	Фрезеровщик	Фрезерный станок с ЧПУ 6Т82ШФ3 Головка делительная, центр задний. Фреза пазовая Р6М5 Ø125 b=22мм, фреза пазовая Фреза пазовая Р6М5 Ø125 b=5мм, сверло Ø4,2 Р6М5, Метчик М5 Р6М5, Фреза концевая Ø 35 Р6М5, Фреза концевая шпоночная Ø5Р9.	Заготовка - сталь 40ХГНМ
5	Токарная	Точение	Токарь	Станок с ЧПУ 1740РФ3 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый Метчик М8,	Заготовка - сталь 40ХГНМ
6	Круглошлифовальная	Шлифование	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок 3М151 Патрон поводковый, задний центр Круг шлифовальный УП 600х55х305 91А25НСМ1К5	Заготовка - сталь 40ХГНМ
7	Круглошлифовальная	Шлифование	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок 3М151 Патрон поводковый, задний центр Круг шлифовальный УП 600х55х305 91А25НСМ1К5	Заготовка - сталь 40ХГНМ

Таблица 4.2 - Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Операция	ОВПФ	Источник ОВПФ
1	Фрезерно- центровальная	Повышенные запылённость воздуха, уровень шума, выделение в воздух рабочей зоны паров СОЖ	Станок, СОТС
2	Токарная		
3	Токарная		
4	Фрезерная		
5	Токарная		
6	Круглошлифовальная		
7	Круглошлифовальная		

Таблица 4.3 - Средства снижения профессиональных рисков

№ п/п	ОВПФ	средства защиты	СИЗ
1	Повышенная запылённость воздуха	применять вентиляцию;	
2	высокий уровень шума и вибраций	использовать виброизолирующие опоры у станков	наушники
3	выделение в воздух, паров СОЖ	применение уловителей с вытяжной вентиляцией	защитные очки

Таблица 4.4 – Идентификация опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	факторы пожара сопутствующие
1	Участок мехобработки вала строгального фуговального станка	Фрезерно- центровальный полуавтомат MP-73	D	Искры и пламя , тепловой поток; повышенная температура окружающей среды;	вынос высокого электрического напряжения Части разрушившихся технологических установок вынос
2		Станок с ЧПУ 1740PФ3	D		
4		Фрезерный станок с ЧПУ 6T82ШФ3	D		
6		Круглошлифов альный станок 3M151	D		

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичны е СП	Мобильные СП	установки	Автомат ика	оборудование	СИЗ и спасения людей	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация,
вода	Пожарные автомобили	Спринкерные водяные системы пожаротушения в автоматическо м и ручном режиме	Извещат ели	огнетушители	Средства защиты органов дыхания	топор	датчики

Таблица 4.6 - Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Технологический процесс	Мероприятия	требования
ТП изготовления вала строгального фуговального станка	Проведение инструктажей по пожарной безопасности.	Производство должно быть укомплектовано средствами пожаротушения

Таблица 4.7 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Технологический процесс	составляющие ТП	воздействие на атмосферу	воздействие на гидросферу	воздействие на литосферу
ТП изготовления вала строгального фуговального станка	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-73	испарения СОЖ	Производство и стоки СОЖ	ветошь
	Токарный патронный станок с ЧПУ 1740РФ3	испарения СОЖ	Производство и стоки СОЖ	ветошь
	Фрезерный станок с ЧПУ 6Т82ШФ3	испарения СОЖ	Производство и стоки СОЖ	ветошь
	Круглошлифовальный станок 3М151	испарения СОЖ	Производство и стоки СОЖ	ветошь

Таблица 4.8 - Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Действия по уменьшению отрицательного влияния на атмосферу	Очистка выбросов
Действия по уменьшению отрицательного влияния на гидросферу	Очистка СОЖ
Действия по уменьшению отрицательного влияния на литосферу	вывоз отходов на захоронение

5. Экономическая эффективность работы

Таблица 5.1 - Сравнимые варианты

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Техпроцесс изготовления вала ножевого содержит 010 фрезерно-центровальную операцию по подрезке торцев и сверлению центровочных отверстий. На операции используются центровочные и спиральные сверла из стали Р6М5. Сверление производится за два перехода сверлами двух диаметров. Оборудование: фрезерно-центровальный станок МР-73. Материал детали сталь 40ХГНМ.	Техпроцесс изготовления вала ножевого содержит 010 фрезерно-центровальную операцию по подрезке торцев и сверлению центровочных отверстий. На операции используются комбинированные сверла из стали Р6М5Ф3, что позволяет вести обработку за один проход. Оборудование: фрезерно-центровальный станок МР-73. Материал детали сталь 40ХГНМ.
Тип производства – серийное. Условия труда – нормальные. Форма оплаты труда – повременная.	

Таблица 5.2 - Трудоемкость сравниваемых вариантов

Показатель	Базовый вариант	Проектный вариант
Штучное время, мин	3,42	1,34
Машинное время, мин	1,86	1,15

Рассчитаем количества оборудования, коэффициенты загрузки размер капитальных вложений, технологическую себестоимость.

Результаты расчета внесем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3- Калькуляция себестоимости

№ п/п	себестоимость	Затраты, руб.		Изменения +/-
1	Технологическая	179,05	166,46	-12,59
2	Цеховая	222,71	200,09	-22,62
3	Полная	290,65	253,84	-36,81

Таблица 5.4 - Основные экономические показатели вариантов

№	Показатели	обозначение	Значение	
			Базовый вариант	Проектный вариант
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г,шт}$	2000	2000
2	Себестоимость одной детали	$C_{полн}, руб$	290,65	253,84
3	Кап. вложения	$K_{общ}, руб$	17030	17820
4	Приведенные затраты на изготовление одной детали	$З_{пр.ед}, руб$	293,46	256,78
5	Чистая ожидаемая прибыль	$П_{р.чист}, руб$	55951,2	
6	Расчетный срок окупаемости	$T_{ок.расч}, год$	0,32	
7	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{инт} = ЧДД$	30857,5	
8	Индекс доходности	$ИД, руб/ руб$	2,7	

Рассматривая технико-экономические показатели, можно сделать следующий вывод: возможная чистая прибыль в размере 55951,2 руб, полученная за счет

повышения производительности, достаточна для окупаемости. По расчетам чистого дисконтированного дохода предлагаемые изменения являются эффективными, т.к. ЧДД > 0.

Заключение

В выпускной квалификационной работе был проведен выбор заготовки, технологических баз, методов обработки, рассчитаны припуска, разработан технологический маршрут и операционная технология.

Рассмотрены пути повышения производительности фрезерно-центровальной операции. Предложено ступенчатое сверло. Выполнен расчет и чертеж сверла оптимизированной конструкции. Спроектировано станочное приспособление с самоцентрирующими призмами. Что позволило повысить точность базирования на операции.

Рассчитан экономический эффект от предложенных мероприятий и рассмотрены вредные факторы на производстве и методы их устранения.

Список используемой литературы.

1. Расторгуев, Д.А. Разработка плана изготовления деталей машин / Д.А.Расторгуев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013 – 53 с.
2. Технологии машиностроения : выпуск. квалификацион. работа для бакалавров : учеб. пособие 15.03.01 "Машиностроение", 151900 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / Н. М. Султан-заде [и др.]. - Москва : ФОРУМ : [ИНФРА-М], 2016. - 287 с.
3. Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 487 с.
4. Суслов А. Г. Основы технологии машиностроения : учеб. для студентов направления подготовки бакалавров "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А. г. Суслов. - Гриф УМО. - Москва : КНОРУС, 2016.
5. Самойлова Л. Н. Технологические процессы в машиностроении : лаб. практикум : учеб. пособие / Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирн. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 154 с.
6. Shaping materials with laser/ S.Copley, M.Bass, B.Jan, R.J.Wallance // Laser svjterials processing. North-Holland company: Amsterdam, 1983. P. 299 - 336.
7. Моисеев В. Б. Технологические процессы машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник / В. Б. Моисеев, К. Р. Таранцева, А. Г. Схиртладзе. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 218 с.
8. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.
9. Клепиков В. В. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : технологические системы на ЭВМ : учеб. / В. В. Клепиков, О. В. Таратынов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 269 с.

10. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
11. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
12. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2011 г., 912 с.
13. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2011 г., 944 с
14. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Скрыбин [и др.]. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 320 с.
15. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
16. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015.
17. Третьяков А. Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 150700 "Машиностроение", 151000 "Технолог. машины и оборудование", специальности 151701 "Проектирование технолог. машин и комплексов" / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. - Гриф УМО. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 543 с.
18. Инструменты из сверхтвердых материалов [Электронный ресурс] / Г. П. Богатырева [и др.] ; под ред. Н. В. Новикова, С. А. Клименко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2014. - 608 с.
19. Набоков В. А. Технология машиностроения : учебник / В. А. Набоков. - Москва : Лань-М, 2017. - 184 с.

20. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов : учеб. пособие / Ю. М. Панкратов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 335 с.

Приложения

[illegible]

α						α						Листов-3α				2α
Аα	Цехα	Уч.α	РМα	Оперα	Код, наименование операцииα	Обозначение документаα										
Бα	Код, наименование оборудованияα					СМα	Проф.α	Рα	УТα	КРα	КОИДα	ЕНα	ОПα	Кит.α	Тлз.α	Тшт.α
К/Мα	Наименование детали, сб. единицы или материалаα					Обозначение, кодα						ОППα	ЕВα	ЕНα	КИα	Н. расх.α
A01α	XXα	XXα	XXα	030α	4110-Токарная с ЧПУα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
B02α	Токарный станок с ЧПУ-1740РФ3α					2α	18217α		22α	1Рα	1α	1α	1α	30α	1α	α
O03α	Точить предварительно выдерживая размеры 283,3±0,15; 293,3±0,15; Ø35,0,3; Ø26-0,3, Ø21-0,3. Точить окончательно выдерживая размеры 283±0,15; 293±0,15;α															
O04α	328±0,15; Ø80,3-0,15; Ø35-0,15; Ø25,3-0,15; Ø20,3-0,15α															
T05α	396110-Патрон центровой трехкулачковый ГОСТ-2675-80. 392190-Токарный проходной резец Т15К6 ГОСТ-20872-80. 393311-Штангенциркуль ШЦ—П ГОСТ-166—80α															
T06α	ГОСТ-166--80.α															
O7α	α															
A08α	XXα	XXα	XXα	040α	4221-Фрезернаяα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
B09α	Универсально-фрезерный с ЧПУ-6Т82ШФ3α					2α	18217α		22α	1Рα	1α	1α	1α	40α	1α	α
O10α	Фрезеровать 3 паз в размер 22±0,15. Фрезеровать 3 паз в размер 5±0,15. Сверлить 6 отверстий Ø4,3-0,1 в размер 10±0,15. Нарезать резьбу М5 в размер 10±0,25. Фрезеровать 4 пазы в размер 22-0,2, Фрезеровать шпоночный паз 5Р9 в размер 15±0,15α															
T11α	Приспособление специальное. Сверло Ø4,3-Р6М5. Метчик М5-Р6М5. Фреза пазовая 22мм; Фреза пазовая 5мм; Фреза концевая 90°. Штангенциркуль ШЦ—П.α															
T12α	ГОСТ-166--80.α															
13α	α															
A14α	XXα	XXα	XXα	090α	4130-Шлифовальнаяα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
B15α	Крупношлифовальный станок 3В130α					2α	18873α		22α	1Рα	1α	1α	1α	30α	1α	α
O16α	Шлифовать выдерживая размеры 57±0,2; 73±0,2; Ø60f9, Ø45f9,α															
T17α	396110-Патрон поводковый 398110-Шлифовальный круг-ПП-600х20х305 ГОСТ-2424-73-24А25СМ1К5, 393311-Штангенциркуль ШЦ-П ГОСТ-166--80,α															
18α	α															
A19α	XXα	XXα	XXα	050α	4110-Токарнаяα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
B20α	Токарный станок с ЧПУ-1740РФ3α					2α	18217α		22α	1Рα	1α	1α	1α	30α	1α	α
O21α	Нарезать резьбу в отверстия М8 в размер 25±0,15.α															
T22α	Приспособление специальное. Метчик М8-Р6М5. Штангенциркуль ШЦ—П.α															
23α	α															
A24α	XXα	XXα	XXα	060α	Термообработкаα	α	α	α			α	α	α	α	α	α
25α	α															
A26α	XXα	XXα	XXα	070α	Зачистка центровых отверстийα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
27α	α															
A28α	XXα	XXα	XXα	080α	4130-Шлифовальнаяα	α	α	ИОТ-1456-82α			α	α	α	α	α	α
B29α	Крупношлифовальный станок 3В130α					2α	18873α		22α	1Рα	1α	1α	1α	30α	1α	α
O30α	Шлифовать выдерживая размеры 60±0,2; 105±0,2; 170-0,145-0,245-Ø50k6, Ø60f9, Ø100-0,05α															
T31α	396110-Патрон поводковый 398110-Шлифовальный круг-ПП-600х20х305 ГОСТ-2424-73-24А25СМ1К5, 393311-Штангенциркуль ШЦ-П ГОСТ-166--80,α															
МКα	α															

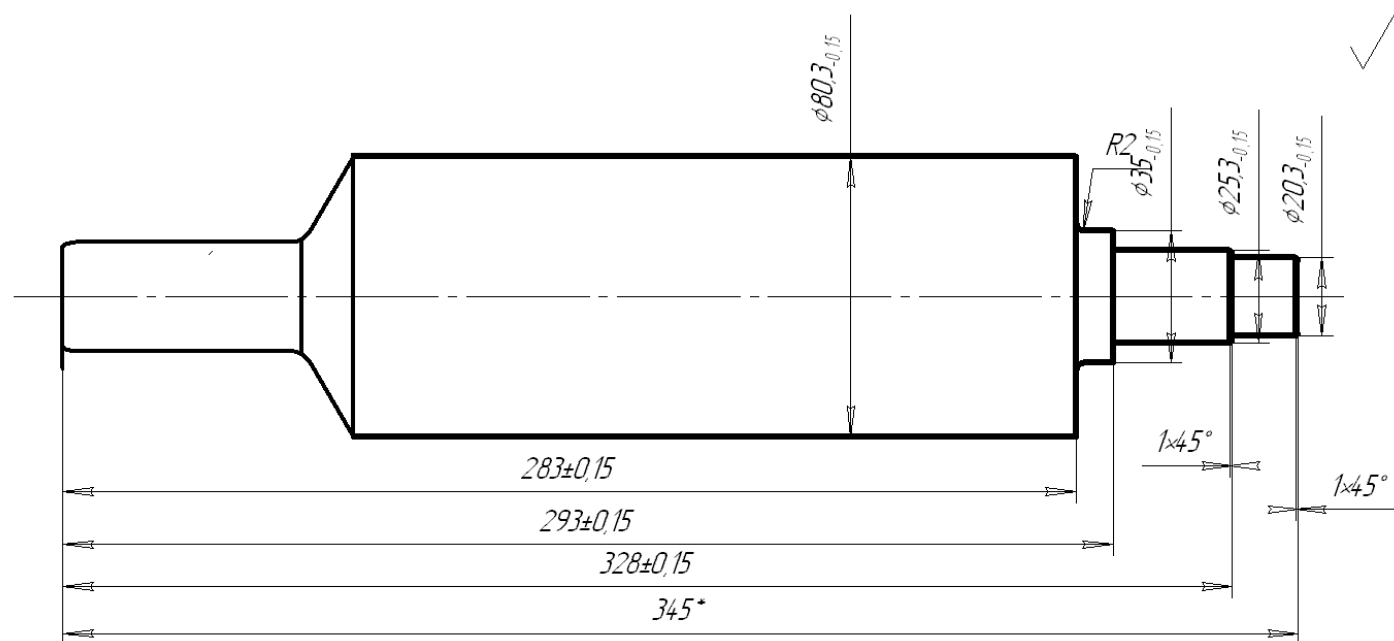
[illegible]

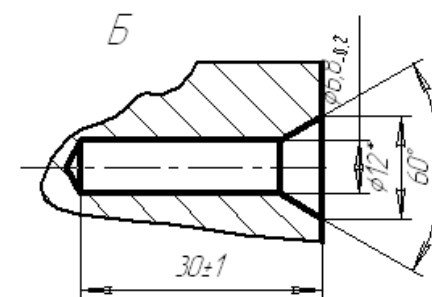
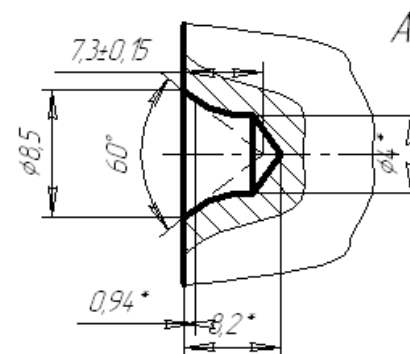
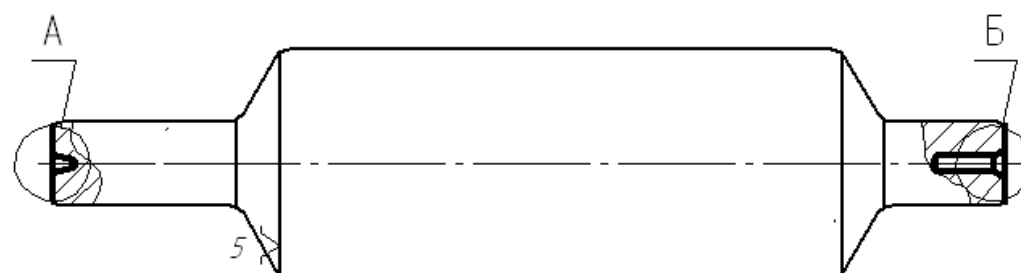
ГОСТ 3.1404-86 форма 3 СЛР

[illegible]

ГОСТ 1.1404-86 форма 1 (АФР)										
Дубл.										
Взам.										
Подп.										
								1	1	
Разраб.	Юсупов			ТГУ						
Проверил	Васькин									
Н.контр.	Виткалов								070	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
4131 ,Торцекруглошлифовальная Оборудование, устройство ЧПУ		Сталь 40ХГНМ ГОСТ 4543-71		229...331 НВ	кг	1,28	Ø80х345		2,83	1
		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ		
Круглошлифовальный 3В130				1,14	0,09		1,23	Велл 1М		
P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
O01	Установить и закрепить заготовку									
T02	Патрон поводковый, центр задний.									
03										
O04	1. Шлифовать выдерживая размеры 35±0,15; 17±0,15; Ø25±0,0045; Ø20±0,0065									
I05	Шлифовальный круг УП 600х55х305 91A25НСМ1К5									
M06	Устройство активного контроля Марпос									
P 07	1	35	5	0,11	1	0,001	222	30		
08										
09										
I010										
M11										
P12										
13										
OK	Операционная карта									

										ГОСТ 11404-86 форма 1а ГАПР						
Дубль.																
Взвеш.																
Подп.																
														030		
Р									ПМ	В или В	l	f	s	S	n	V
001	3. Точить окончательно выдерживая размеры 283±0,15; 293±0,15; 328±0,15; Ø80,3-0,15; Ø35-0,15; Ø25,3-0,15; Ø20,3-0,15; 1x45°															
002	Державка правая отогнутая 95°, Пластина T15K6															
M03	393311 Штангенциркуль ШЦ-I-1000-01 ГОСТ 166-80															
P04									1	81	345	0,5	1	0,25	750	180
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																



$\sqrt{Ra5}$ 

K3

Дубль			
Взам			
Подл			

Листов

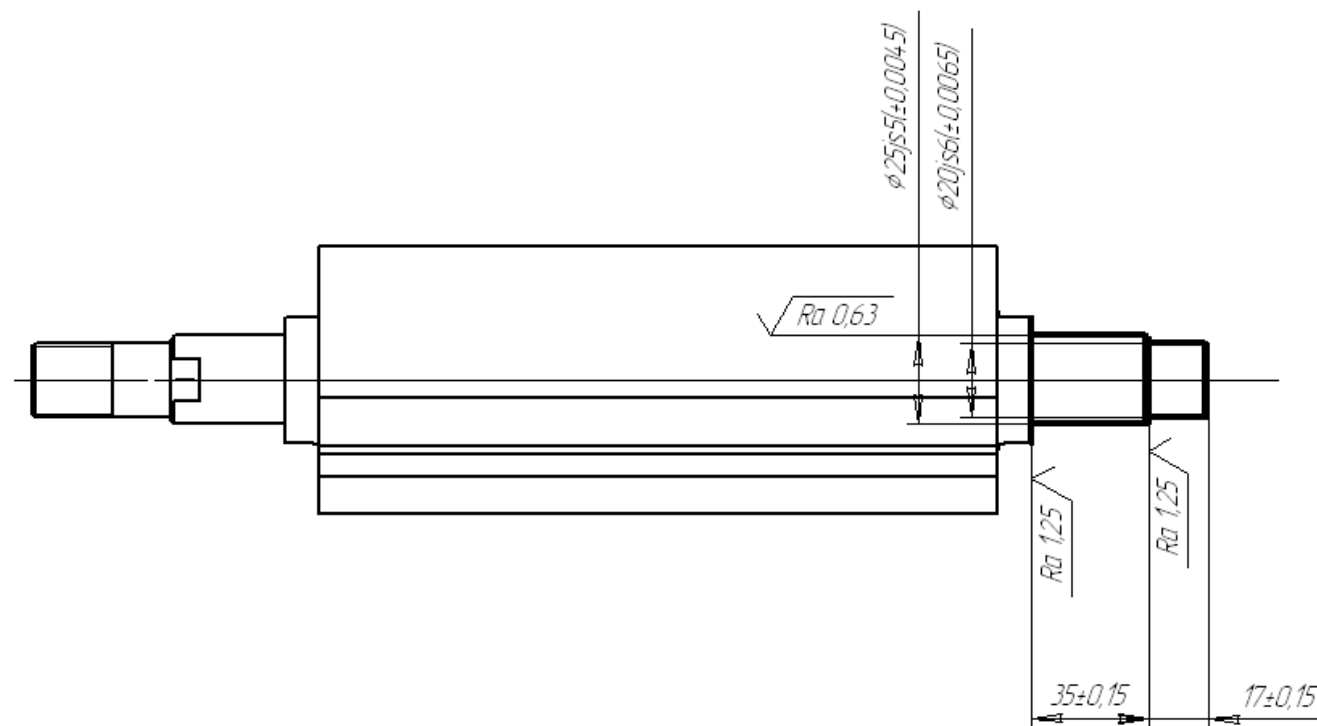
Лист 1

Разработ.	Юсупов		
Пров.	Васькин.		

ТГУ

Утв.	Логинав		
Н. контр.	Виткалов		

Цех Уч. Р.М. 080



КЭ

