

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления вала ступицы

Студент(ка)	<u>Якунинских Евгений Николаевич</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>Бобровский Александр Викторович</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>Горина Лариса Николаевна</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Зубкова Наталья Викторовна</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Виткалов Виталий Григорьевич</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение ма-
шиностроительных производств»**
профиль «Технология машиностроения»

Студент Якунинских Евгений Николаевич гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления вала ступицы
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и режущего инструмента

4) Безопасность и экологичность технического объекта

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 – 1
3) План обработки	1 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
5) Приспособление	1 – 1,5
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания «_____» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<u>А.В. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<u>Е.Н. Якунинских</u> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления вала ступицы. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления вала ступицы.

В работе рассмотрены вопросы:

- анализа исходных данных;
- экономического обоснования выбора метода получения заготовки;
- проектирования заготовки с учетом определенных припусков;
- разработки технологического маршрута изготовления детали;
- проектирования технологических операций;
- проектирования технологической оснастки;
- безопасности и технологичности объекта;
- экономической эффективности работы

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 65 страниц, содержащей 20 таблиц, 8 рисунков, и графической части, содержащей 8,5 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса	12
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	13
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства	14
2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	14
2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей	22
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	23
2.5 Разработка технологического маршрута.....	25
2.6 Выбор средств технологического оснащения	27
2.7 Проектирование технологических операций.....	27
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	38
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	38
3.2 Проектирование режущего инструмента	45
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	49
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	49
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	50
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	51
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	55

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	57
5 Экономическая эффективность работы	58
Заключение	62
Список используемой литературы.....	63
Приложения.....	65

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Машиностроение в последнее время привлекает все больше внимания со стороны правительства и бизнеса. Это связано с возможностью развития и получения значительной прибыли. Но без внедрения в производственный процесс современных наукоемких технологий это не возможно.

В чем могут заключаться современные технологии? В первую очередь это снижение затрат на производство, повышение точности и качества изделий, и как следствие повышение производительности.

Применение только высокопроизводительного оборудования не позволит добиться перечисленного, внимание необходимо уделять и новым методам проектирования технологических процессов, и разработке современной оснастки.

Основываясь на перечисленном выше сформулируем цель выпускной квалификационной работы – разработать технологический процесс изготовления детали в условиях серийного производства с выполнением требований чертежа и минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является валом ступицы и предназначена для установки со-
прягаемых деталей и передачи вращающего момента.

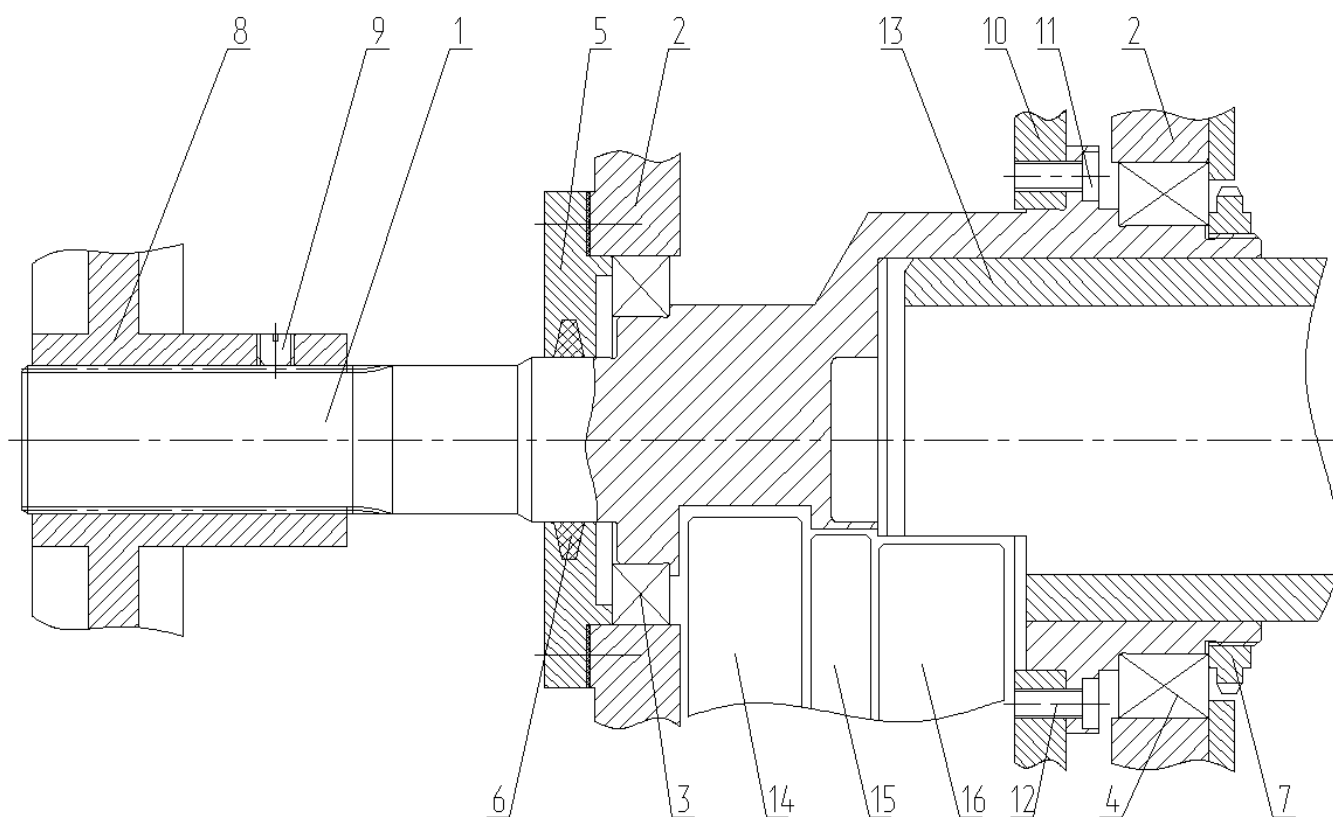


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Вала 1 (рисунок 1.1) установлен в корпусе 2 с помощью подшипников 3 и 4. В наружное кольцо подшипника 3 упирается бурт крышки 5, которая крепится к корпусу 2. Для уплотнения вала 1 в крышке 5 установлена манжета 6.

Подшипник 4 фиксируется на валу 1 с помощью гайки 7.

На выходном шлицевом конце вала 1 установлено зубчатое колесо 8, которое фиксируется с помощью стопорного винта 9. На шейке вала 1 установлено колесо 10, которое крепится винтами 11 и 12.

В центральном отверстии вала 1 установлена втулка 13. В пазы вала 1 входят головки рычагов 14, 15 и 16.

1.1.2 Анализ материала детали

Вал работает в условиях высоких скоростей и переменных нагрузок, поэтому имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Деталь изготавливают из стали 40ХЛ по ГОСТ 977-88

Сталь 40ХЛ – сталь литейная

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40ХЛ ГОСТ 977-88, в процентах

Элемент	углерод	сера	фос- фор	хром	мар- га- нец	ни- кел ь	крем- ний
		Не более					
Содержание	0.36-0.45	0.04	0.04	0,8- 1,1	0.4- 0.9	0.3	0.2-0.4

Таблица 1.2 - Механические свойства

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
500 МПа	650 МПа	12%	25%	40 Дж/см ²	200

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Присвоим всем поверхностям номера и сформулируем служебное назначения поверхностей детали.

Основные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие данную деталь в механизме – 9,11,22,24;

Вспомогательные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие другие детали по отношению к данной – 3,5,16,18,40,27,44;

Исполнительные поверхности.

Поверхности выполняющие служебное назначение детали – 37,39,42

Свободные поверхности.

Поверхности конструктивно оформляющие деталь – не перечисленные в первых трех категориях.

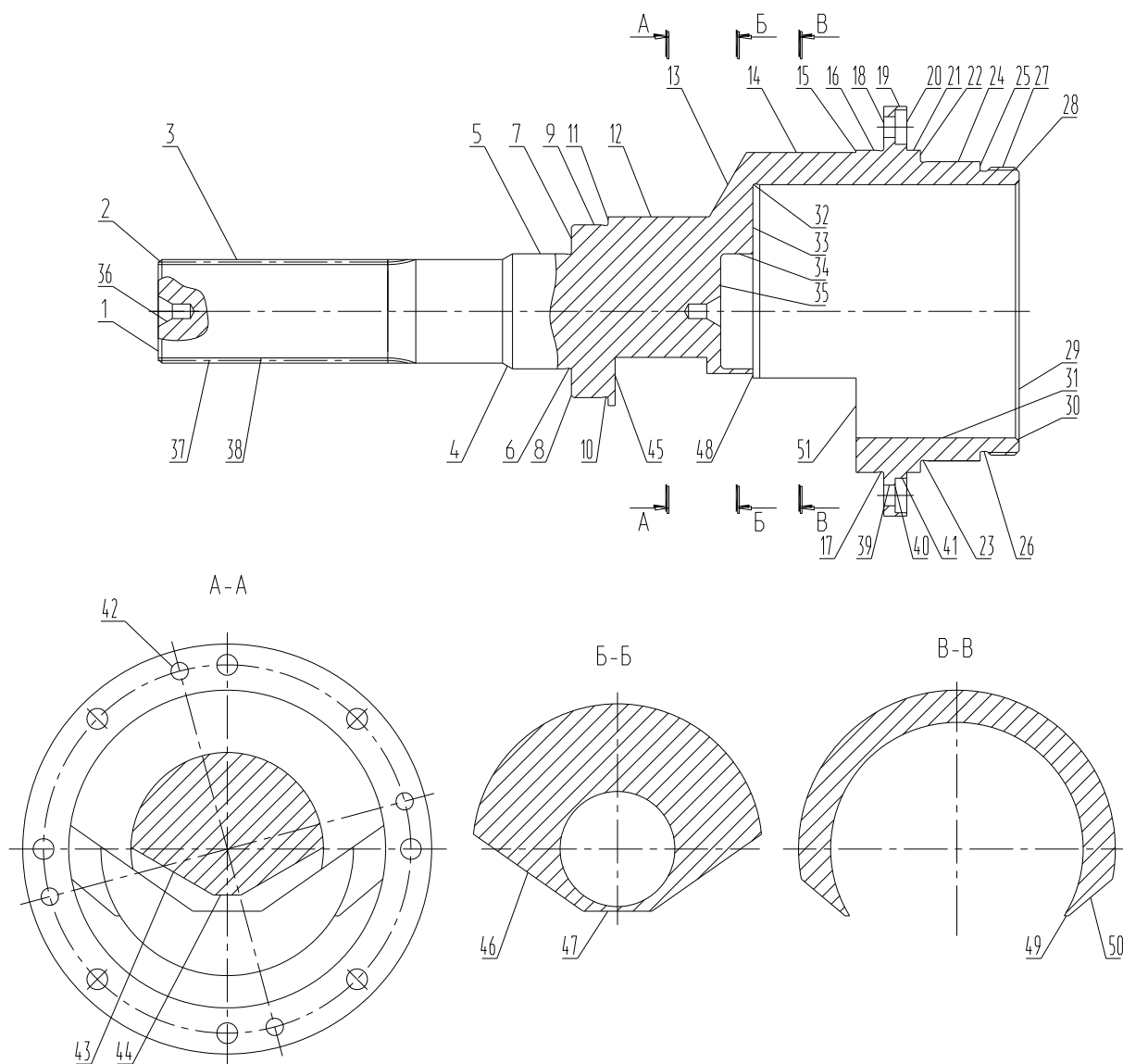


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает низкими литейными свойствами. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы большей ее части, а также возможность формирования нескольких поверхностей на заготовительной операции без последующей обработки. Недостатками данной заготовки является сложная форма вильчатого кривошипа и невозможность образования отверстий на заготовительной операции. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разъема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

В конструкции детали использованы как стандартные фаски, радиусы, уклоны, так и нестандартные элементы: диаметры валов, посадочные размеры, что не позволяет в наибольшей степени использовать унифицированный инструмент и приспособления.

Вместе с тем конструкция детали позволяет проводить одновременную обработку нескольких поверхностей, с обеспечением свободного доступа к местам обработки, что позволяет говорить о технологичной конструкции детали.

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивается свободный вход и выход осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо обеспечить совпадение технологической и измерительной баз. В базовом техпроцессе, на определенных его этапах, не обеспечивается данное требование, что приводит к возникновению погрешности базирования.

Базовые поверхности обладают достаточной протяженностью для устойчивого положения заготовки при обработке, достаточной точностью и шероховатостью для обеспечения выполнения требуемой точности обработки.

Максимальные требования по точности и шероховатости: 6 квалитет, 0,63 Ra. Это не требует применения специальных методов обработки и может быть достигнуто на станках нормальной точности. Поверхности различного назначения разделены по точности и шероховатости. Обеспечивается возможность обработки осевым инструментом на проход.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№ оп	операция	оборудование	приспособление	инструмент	Тшт мин
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец подрезной Т5К10 Сверло центровочное Р6М5	3
015	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон самоцентрирующий.	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Резец проходной Т15К6	42
			Центр вращающийся	Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	
020	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло спиральное Р6М5 Резец расточной Т5К10 Резец расточной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	28
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	9
030	Слесарная (разметочная)				4
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Приспособление специальное	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Цековка Р6М5	9
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р83Ш	Приспособление специальное	Фреза дисковая Р6М5	36

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
045	Шлицефрезерная	Зубофрезерный станок 53A10	Приспособление специальное	Фреза шлицевая Р6М5	18
050	Слесарная				1,5
055	Моечная	КММ			0,5
060	Контрольная	Стол контрольный			
065	Термическая				
070	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное Р6М5 Зенковка Р6М5	4
075	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	10
080	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный станок 3К227В	Патрон мембранный	Шлифовальный круг	6
085	Моечная	КММ			1
090	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

После проведенного анализа базового техпроцесса, сформулируем задачи работы:

1. спроектировать заготовку и рассчитать припуски,
2. разработать технологический процесс изготовления детали,
3. спроектировать операции, рассчитать режимы резания, определить нормы времени на операции,
4. спроектировать станочное и контрольное приспособление,
5. разработать мероприятия по безопасности труда при изготовлении деталей,
6. определить экономический эффект от предложенных изменений в технологический процесс.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

В машиностроении различают типы производства - единичный, серийный и массовый, которые характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций. Для расчета этого коэффициента необходимо знать трудоемкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков, что неизвестно в начале проектирования. Поэтому тип производства определим по табличным данным с учетом годовой программы, массы детали и качественной оценки трудоемкости ее изготовления.

При массе детали 8,8 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт тип производства определяем как среднесерийное [10, с. 17]

Т.к. производство среднесерийное, то в зависимости от программы и номенклатуры выпускаемых деталей форма организации техпроцесса – будет поточная или переменнo- поточная.

В соответствии с этим необходимо использовать как универсальное так и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Технико-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вида и методов получения заготовки

Произведем технико-экономическое сравнение двух методов получения заготовки:

Базовый вариант: штамповка на КГШП

Проектный вариант: отливка в песчаные формы.

2.2.1.1 Конструирование и расчет заготовки, полученной методом

литья в керамические формы

Основные параметры заготовки:

По таблице А.1 [8, с. 27] выбираем метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных высокопрочных смесей, с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем класс размерной точности отливки [8, с. 26].

Принимаем: класс размерной точности – 8.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29].

Принимаем: степень коробления – 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32].

Принимаем: степень точности поверхности отливки – 14 (шероховатость Ra40 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8, с. 33].

Принимаем при массе заготовки св. 10 до 20 кг: класс точности массы отливки - 9.

Таким образом – точность отливки - 8-6-14-9 по ГОСТ Р 53464-2009

По таблице 1 [8, с. 8] для 8 класса точности определяем допуски размеров, и в зависимости от допусков по таблице 6 [8, с. 11] определяем припуски.

Литейный уклон:

на наружной и внутренней поверхности – не более $1^{\circ}30'$

Радиусы закругления наружных углов – 2 мм

Сдвиг полуформ – не более 0,6 мм [8, с. 8]

Эксцентricность отверстий - не более 0,7 мм [8, с. 8]

Шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.1

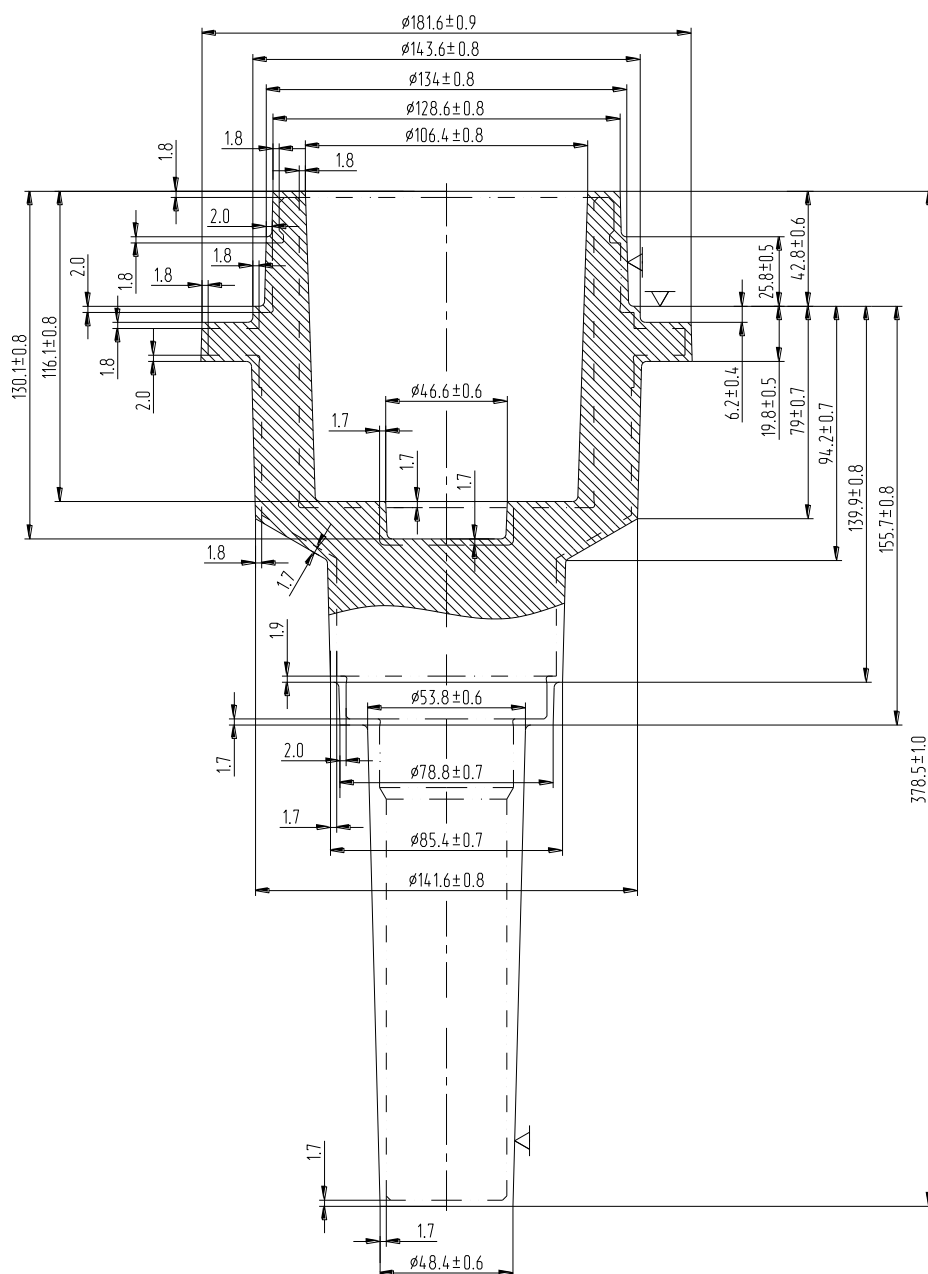


Рисунок 2.1- Эскиз заготовки, полученной литьем

Объем:

$$V_{\Pi} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.1)$$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.2)$$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (51,1^2 \cdot 180 + 53,8^2 \cdot 15,8 + 85,4^2 \cdot 45,7 + 113,5^2 \cdot 15,2 + 141,6^2 \cdot 59,2 + 181,6^2 \cdot 13,6 + 143,6^2 \cdot 6,2 + 134^2 \cdot 25,8 + 128,6^2 \cdot 17 - 104^2 \cdot 116,1 -$$

$$46,6^2 \cdot 14) = 1779186 \text{ мм}^3.$$

Масса отливки m_3 , кг

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.3)$$

где V – произведение площади фигуры на высоту, мм^3 ;

γ - отношение массы к занимаемому объему, кг/мм^3 .

$$m_3 = 1779186 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 14,0 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 8,8/14 = 0,63 \quad (2.4)$$

2.2.1.2 Конструирование и расчет заготовки, полученной методом штамповки на КГШП

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность штамповки оценивается классом – Т3 [9, с.28, табл. 19].

Материал относится к группе – М2 [9, с.8, табл. 1].

Сложность штамповки оценивается степенью – С2 [9, с. 29]

Плоскость разъема - П (плоская) [9, с.8, табл. 1].

Исходный индекс 13 [9, с.10, табл. 2].

Остальные требования в зависимости от исходного индекса и габаритов штамповки принимаем по [9, с. 17, табл. 8].

Определяем объем и массу заготовки m_3 .

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (49,6^2 \cdot 151,7 + 55^2 \cdot 25,6 + 80^2 \cdot 15,8 + 86,6^2 \cdot 45,1 + 114,7^2 \cdot 16,3 + 142,8^2 \cdot 46,7 + 145,2^2 \cdot 11,8 + 182,8^2 \cdot 15 + 144,8^2 \cdot 6,2 + 135,2^2 \cdot 25,8 + 129,8^2 \cdot 17) = 2900393 \text{ мм}^3.$$

$$m_3 = V \cdot \gamma = 2900393 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 22,8 \text{ кг}$$

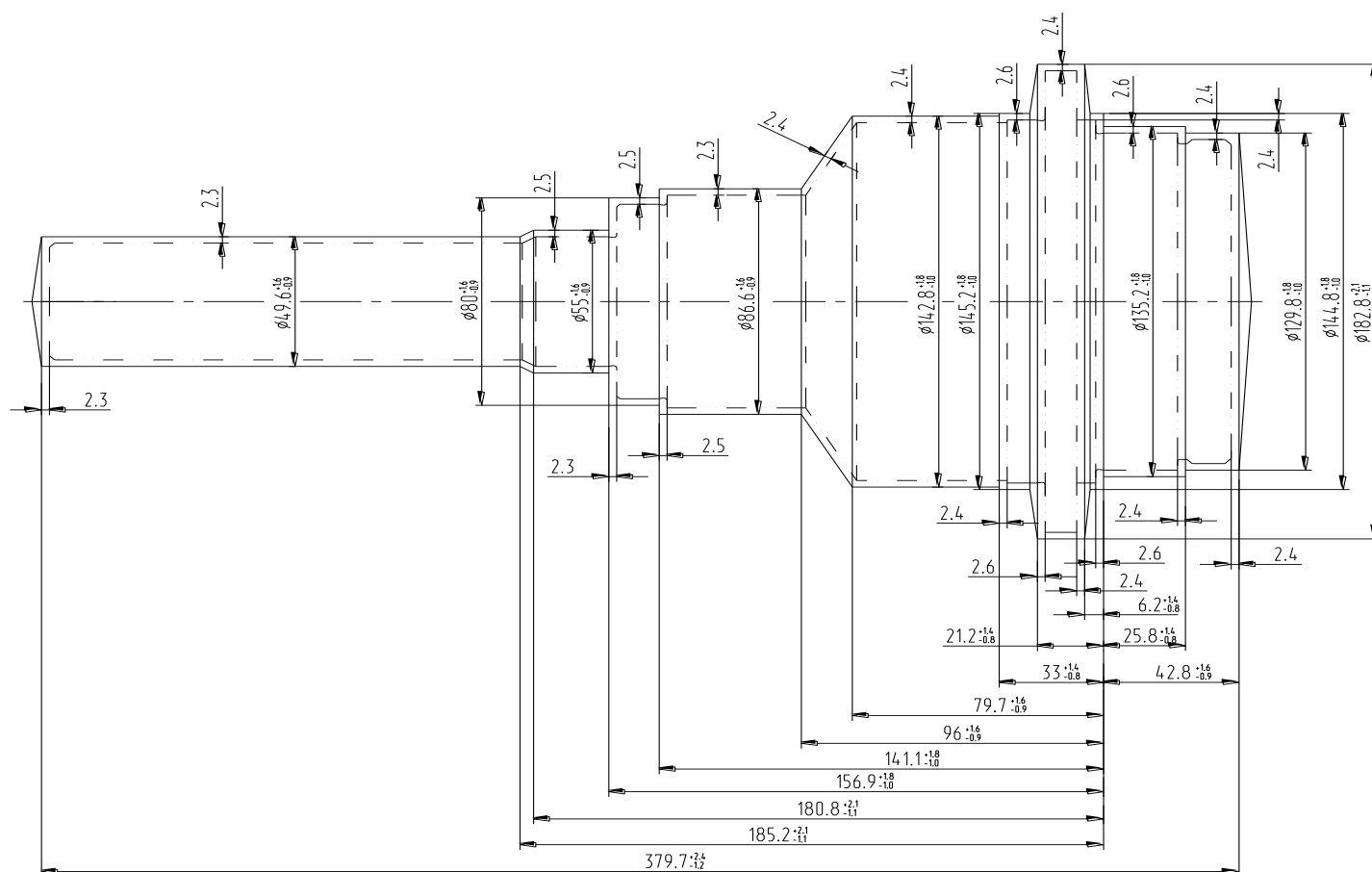


Рисунок 2.2 - Эскиз заготовки

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 8,8/22,8 = 0,39$$

2.2.2 Техничко-экономическое сравнение методов получения заготовок

В экономическом обосновании выбора метода получения заготовки сопоставляем два варианта технологического процесса изготовления вала по технологической себестоимости.

Показатели по обеим вариантам заготовок сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Данные для расчета стоимости заготовок

Наименование показателей	Способ получения	
	Отливка	штамповка
Класс точности	8	T3
Степень сложности	3	2
Масса заготовки, кг	14,0	22,8
Стоимость 1 кг заготовок, принятым за базу Сзаг, руб	0,29	0,315
Стоимость 1 кг стружки Сотх, руб	0,0298	0,0298

2.2.2.1 Определение технологической себестоимости заготовок

Определяем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработки.

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} C_{\text{к}}, \quad (2.5)$$

где $C_{\text{с}} = 0,563$ руб. - цена 1 кг стружки;

$C_{\text{к}} = 1,00$ руб. - капитальные затраты на 1 кг.

$E_{\text{н}} = 0,15$

$$C_{\text{мех}} = 0,563 + 0,15 \cdot 1,00 = 0,713 \text{ руб/кг.}$$

2.2.2.2 Определение стоимости 1 кг заготовки, полученной литьем

Определим стоимость 1 кг заготовок, полученных литьем в песчаные формы:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{отл}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{отл}}$ – базовая стоимость 1 кг отливок, $C_{\text{отл}} = 0,29$ руб

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий точность отливки,

Для отливки из черных металлов 2 класса точности $K_{\text{т}} = 1.03$

$K_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий сложность отливки,

Для стальной отливки 3 группы сложности $K_{\text{с}} = 0,83$ [4, табл. 3.6]

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий массу отливки,

При массе отливки 14 кг $K_{\text{в}} = 0,87$ [4, табл. 3.7]

K_m – коэффициент, учитывающий материал отливки,

Для стали 40ХЛ принимаем $K_m = 1,21$

K_p – коэффициент, учитывающий группу серийности,

Для стальной заготовки 2 группы серийности $K_p = 1,0$

$$C_{заг} = 0,29 \cdot 1,03 \cdot 0,83 \cdot 0,87 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,261 \text{ руб}$$

2.2.2.3 Определение стоимости 1 кг заготовок, полученных штамповкой

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_p \quad (2.7)$$

где $C_{заг}$ – стоимость 1 кг заготовок, полученных штамповкой, руб/кг

$C_{шт}$ – цена 1 кг штамповок, руб/кг

K_t – коэффициент точности штамповок;

Для штамповки класса точности ТЗ $K_t = 1,0$

K_c – коэффициент сложности штамповок;

Для штамповки 2 группы сложности $K_c = 0,87$ [4, табл. 3.4]

K_v – коэффициент массы штамповок

При массе штамповки 22,8 кг $K_v = 0,8$ [4, табл. 3.5]

K_m – коэффициент марки материала;

Для стали 40Х принимаем $K_m = 1,18$

K_p – коэффициент объема производства;

Принимаем $K_p = 1,0$

Тогда:

$$C_{заг} = 0,315 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,8 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 0,259 \text{ руб/кг}$$

2.2.2.4 Определение технологической себестоимости изготовления

детали по сравниваемым вариантам получения заготовок

$$C_t = C_{заг} \cdot M + C_{мех} \cdot (M - m) - C_{отх} \cdot (M - m), \quad (2.8)$$

где C_T - технологическая себестоимость изготовления детали, руб

$C_{заг}$ - стоимость 1 кг материала, руб/кг

M - масса заготовки, кг

$C_{мех}$ - относительная цена мех обработки, руб/кг

m - масса детали, кг

$C_{отх}$ - стоимость стружки, руб/кг

Технологическая себестоимость заготовки, полученной литьем

$$C_{T1} = 0,261 \cdot 14 + 0,713 \cdot (14 - 8,8) - 0,0298 \cdot (14 - 8,8) = 7,207 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость

$$C_{T2} = 0,259 \cdot 22,8 + 0,713 \cdot (22,8 - 8,8) - 0,0298 \cdot (22,8 - 8,8) = 15,470 \text{ руб.}$$

Принимаем литье в песчаные формы.

2.2.3 Ожидаемая годовая экономия при изготовлении детали из заготовки, полученной отливкой по сравнению со штамповкой

$$\mathcal{E}_Г = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \cdot K_{п}, \quad (2.9)$$

где $\mathcal{E}_Г$ - годовая экономия, руб

N – годовая программа выпуска, шт

$K_{п}$ – коэффициент приведения цен 1983 года к ценам 2016 года.

$$\mathcal{E}_Г = (15,470 - 7,207) \cdot 10000 \cdot 80 = 6610400 \text{ руб.}$$

Вывод: выберем первый вариант- получение заготовки литьем в керамические формы.

2.3 Технико-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки.

Таблица 2.2- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
1	2	3	4	5	6
1,29	12	Ra 6,3	35	Ф	1,5
36	7	Ra 1,25	35	Ц, ТО, Шч	4,0
3	10	Ra 2,5	35	Т, Тч, ТО	2,2
4	11	Ra 3,2	35	Т, Тч, ТО	2,2
2,6,7,8,10,12,13,14,15,17,19, 20,21,23,25,26,28	13	Ra 6,3	35	Т, Тч, ТО	2,2
9,24	6	Ra 1,25	35	Т, Тч, Ш, ТО, Шч	4,3
16	7	Ra 2,5	35	Т, Тч, Ш, ТО, Шч	4,3
11,18,22	9	Ra 2,5	35	Т, Тч, ТО, Шч	3,4
5	10	Ra 1,25	35	Т, Тч, ТО, Шч	3,4
27	10	Ra 6,3	35	Т, Тч, Рз, ТО	3,4
30,32,33,34,35	13	Ra 6,3	35	Р, Рч, ТО	2,4
31	7	Ra 2,5	35	Р, Рч, ТО, Шч	5,6
39,40,41,42	13	Ra 6,3	35	С, ТО	1,2
37	7h	Ra 2,5	35	Шф, ТО	1,5
38	13	Ra 6,3	35	Шф, ТО	1,5
43,44,45,46,47,48,49,50,51	13	Ra 6,3	35	Ф, ТО	1,5

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.4.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 75k6(^{+0,021}_{+0,002})$, пользуясь [5], результаты – в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Расчет припуска

№ пер	переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Операц допуск Td/JT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски, мм	
		a	ρ^{i-1}	$\epsilon_{\text{уст}}^{i-1}$			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z max	2Z min
1	Отлить	320	834	-	-	1400 JT 16	78,024	79,424	-	
2	Обтачивание предварительное	100	50	350	2449	330 JT 13	75,575	75,905	3,849	2,119
3	Обтачивание чистовое	50	33	21	308	120 JT 10	75,267	75,387	0,638	0,353
4	Шлифование предварительное	30	17	14	171	46 JT 8	75,096	75,142	0,291	0,125
5	Шлифование чистовое	20	8	0	94	19 JT 6	75,002	75,021	0,140	0,075

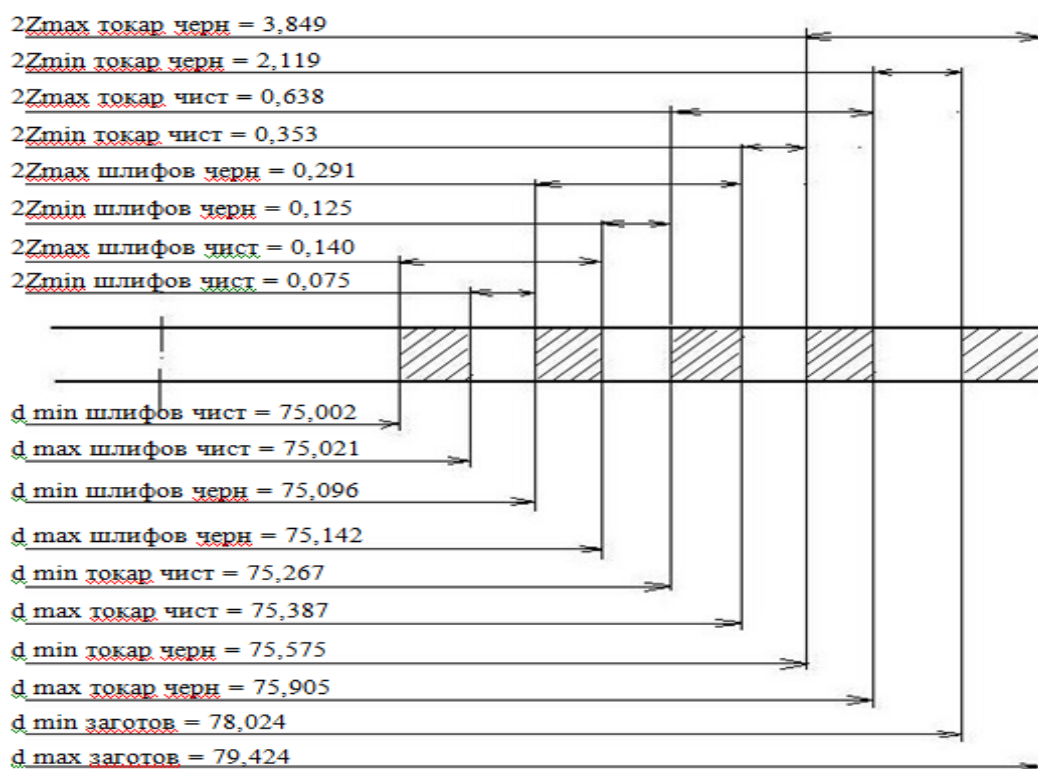


Рисунок 2.3- Схема припусков.

2.4.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Произведем определение промежуточных припусков табличным методом [17, 191]. Все данные оформлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Припуски на обработку поверхностей вала.

№	операция	Обрабатываемые поверхности	Припуск на сторону, мм
010	Обтачивание (черновая)	3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,15,16,18	Z=1,5
015	Обтачивание (черновая)	19,20,21,22,24,15,27,35,34,33,31	Z=1,5
020	Обтачивание (чистовая)	2-18	Z=0,3
025	Обтачивание (чистовая)	19-35	Z=0,3
030	Шлифовальная предварительная	9,24,16	Z=0,12
070	Шлифовальная чистовая	9,24,16	Z=0,08
		11,18,22	Z=0,10
		5	Z=0,15
075	Торцевнутришлифовальная	31	Z=0,15

2.4.2 Проектирование и расчет заготовки

На основании расчетов промежуточных припусков и операционных размеров скорректируем размеры заготовки и выполним ее чертеж.

Основные характеристики заготовки представлены выше

Окончательно принимаем:

Метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые формы.

Класс размерной точности – 8.

Степень коробления – 6.

Степень точности поверхности отливки – 14 (шероховатость Ra40 мкм).

Класс точности массы отливки - 9.

Таким образом – точность отливки - 8-6-14-9 по ГОСТ Р 53464-2009

Литейный уклон на наружной и внутренней поверхности – не более $1^{\circ}30'$

Радиусы закругления наружных углов – 2 мм

Сдвиг полуформ – не более 0,6 мм

Эксцентricность отверстий - не более 0,7 мм

Шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм

Объем отливки V , мм³

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (51,1^2 \cdot 180 + 53,8^2 \cdot 15,8 + 85,4^2 \cdot 45,7 + 113,5^2 \cdot 15,2 + 141,6^2 \cdot 59,2 + 181,6^2 \cdot 13,6 + 143,6^2 \cdot 6,2 + 134^2 \cdot 25,8 + 128,6^2 \cdot 17 - 104^2 \cdot 116,1 - 46,6^2 \cdot 14) = 1779186 \text{ мм}^3 .$$

Масса отливки m_3 , кг

$$m_3 = V \cdot \gamma = 1779186 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 14,0 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 8,8/14 = 0,63$$

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

Закрепление должно обеспечить во время технологических операций неподвижность заготовки относительно приспособлений, гарантирующую сохранение базирования и нормальное протекание процесса обработки. Поэтому при назначении технологических баз следует предусматривать выполнения принципа единства баз, то есть совмещать измерительную и технологическую базы, используемые для отсчета размера и базирования заготовки.

Анализируя конструкцию детали с точки зрения этих критериев, выясняем, что в качестве черновых баз, используемых при первой установке заготовки, выбираем пов. 3,24 и торец пов. 22.

Теоретическая схема базирования при первом установе приведена в плане обработки для операции 05. Двойной направляющей базой (опорные точки 1, 2, 3, 4) является ось цилиндрических поверхностей 3,24, опорной (точка 5) –

торец 22, опорной (точка 6) – точка на поверхности 3.

2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.5 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхности	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	-	-	16	40
005	Фрезерно- центровальная	3,24,22	1,29 35 36	13 14 10	6,3 12,5 6,3
010	Токарная (черновая)	36,1	3,4,5,6,7,9,11,12,13, 14,15,16,18	13	12,5
015	Токарная (черновая)	36,35	19,20,21,22,24,15,27 35,34,33,31	13 13	12,5 12,5
020	Токарная (чистовая)	36,1	2,5,-18 3 4	10 10 10	6,3 2,5 3,2
025	Токарная (чистовая)	36,35	19-35	10	6,3
030	Круглошлифовальная (черновая)	1,36	9,24 16	8 8	2,5 3,2
035	Шлицефрезерная	35,36	37 38	7h 13	2.5 6.3
040	Фрезерная	36,1	39-42,43-51	13	6,3
045	Слесарная			-	
050	Моечная				
055	Контрольная				
060	Термическая			-	
065	Центрошлифовальная	9,24,22	36	7	1,6
070	Круглошлифовальная (чистовая)	1,36	5 9,24 11,18,22 16	9 6 9 7	1,25 1,25 3,2 2,5
075	Внутришлифовальная	36,16,18	31	7	2,5
080	Моечная				
085	Контрольная				

2.5.3 План обработки детали

План обработки детали "Вал" представлен в графической части данной работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

2.6.1 Выбор оборудования и станочных приспособлений

Таблица 2.6 - Выбор оборудования.

№ оп.	Наименование операции	Станок	Приспособления
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-71М	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ RAIS T500	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
015			Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ RAIS T500	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
025			Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
030	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
			Центр упорный ГОСТ 18259-72
035	Шлицефрезерная	Шлицефрезерный п/а 5Б352П	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
			Центр упорный ГОСТ 18259-72
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Приспособление специальное с центрами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
045	Слесарная	Электроэрозионный станок 4407	
050	Моечная	Камерная моечная машина	
090			
065	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный с ЧПУ ZS 2000	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
070	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
			Центр упорный ГОСТ 18259-72
075	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный ОСТ 3-3843-77

2.6.3 Выбор режущего инструмента и средств контроля

Таблица 2.7 - Выбор инструмента

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная	Фреза торцевая Ø160 Z=16 ГОСТ 22085-76 Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
		Сверло центровочное Ø6,3 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Пластина подрезная Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN	
010	Токарная (черновая)	Резец проходной с механическим креплением.	Шаблон ГОСТ 2534-73
015		Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N φ=97°, φ ₁ =8°, λ=0, α=11° h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4
020	Токарная (чистовая)	Резец проходной с механическим креплением.	Шаблон ГОСТ 2534-73
025		Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN φ=97°, φ ₁ =27°, λ= -2°, α=11° h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
		Резец резьбовой с механическим креплением.	
		Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN φ=60°, h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	
070	Круглошлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 1 450х15х203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Шаблон ГОСТ 2534-79
040	Шлицефрезерная	Фреза червячная шлицевая Ø 70 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.	Шаблон ГОСТ 2534-73
			Приспособление мерительное с индикатором
045	Фрезерная	Фреза дисковая трехсторонняя Ø250х40 Z= 18 ГОСТ 5348-69 Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N	Шаблон ГОСТ 2534-73
		Фреза дисковая трехсторонняя Ø250х50 Z= 18 ГОСТ 5348-69 Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N	
		Свело спиральное комбинированное Ø9/Ø15 ОСТ 2И21-1-76 Р6М5К5 , покрытие (Ti, Cr)С.	
		Свело спиральное комбинированное Ø7,5 ОСТ 2И21-1-76Р6М5К5 , покрытие (Ti, Cr)С.	
065	Центрошлифовальная	Шлифовальная головка EW10х1 91А F60 L 9 V А ГОСТ 8027-86	Шаблон ГОСТ 2534-73
			Приспособление мерительное с индикатором
070	Круглошлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 1 450х15х203 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Шаблон ГОСТ 2534-73
			Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61
075	Внутришлифовальная	Круг шлифовальный 5 80х50х20 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
			Приспособление мерительное с индикатором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 020.

2.7.1.1 Исходные данные.

Деталь - вал

Материал - сталь 40ХЛ $\sigma_B = 650$ МПа

Заготовка - отливка

Обработка - обтачивание чистовое

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 020 Токарная (чистовая)

Обточить, выдержав размеры $\varnothing 45_{-0,08}$; $\varnothing 50,3_{-0,1}$; $\varnothing 75,4_{-0,12}$; $\varnothing 82_{-0,14}$; $\varnothing 138_{-0,16}$; $\varnothing 140,4_{-0,16}$; $1,8 \times 45^\circ$; $1,2 \times 45^\circ$; 3; R1; 0,45; $6,43 \pm 0,04$; $37,72 \pm 0,05$; $53,57 \pm 0,06$; $78,98 \pm 0,06$; $83,57 \pm 0,07$; $22,59 \pm 0,04$; $70,43 \pm 0,06$; $82,43 \pm 0,07$

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец проходной с механическим креплением ($h=25$ $b=25$ $L=125$).

Пластина 3х-гранная, Т15К6, $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$

2.7.1.4 Выбор оборудования

Принимаем станок: RAIS T500

2.7.1.5 Расчет режимов резания

Срезаемый слой (припуск) t , мм

$t = 0,3$ мм

Величина перемещения инструмента за один оборот заготовки S , мм/об

1 переход: при точении $\varnothing 45$ и конуса, пов. 4

$$S = 0.15 \text{ мм/об [18, с.268].}$$

2 переход: при точении остальных размеров

$$S = 0.25 \text{ мм/об [18, с.268].}$$

Определяем скорость перемещения режущей кромки по заготовке V , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.10)$$

где C_U - базовая величина для данных условий обработки; $C_U = 420$ [18, с.270];

T - время работы одной пластины, мин; $T = 60$ мин

t - припуск, мм;

m, x, y - табличные величины степеней; $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [18, с.270];

K_U - коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке [18, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.11)$$

где коэффициенты учитывающие:

K_{MU} - состояние материала заготовки [18, с.261];

$K_{ПУ}$ - резание по корке или без; $K_{ПУ} = 1.0$ [18, с.263];

$K_{ИУ}$ - свойства режущей пластины; $K_{ИУ} = 1.0$ [18, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_U}, \quad (2.12)$$

где $K_{\Gamma} = 1.0$ [18, с.262];

σ_B - механическое напряжение;

$n_U = 1.0$ [18, с.262];,

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^{1.0} = 1.15.$$

$$K_U = 1.15 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.15.$$

1 переход: при точении $\varnothing 45$ и конуса, пов. 4

$$V_1 = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 0.3^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} \cdot 1.15 = 372.8 \text{ м/мин}$$

2 переход: при точении остальных размеров

$$V_2 = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.3^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 1.15 = 336.6 \text{ м/мин}$$

Определим частоту вращения шпинделя, мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.13)$$

$$\text{При точении } \varnothing 45: n_1 = \frac{1000 \cdot 372.8}{3.14 \cdot 45} = 2638 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точении } \varnothing 50.3: n_2 = \frac{1000 \cdot 336.6}{3.14 \cdot 50.3} = 2131 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точении } \varnothing 75.4: n_3 = \frac{1000 \cdot 336.6}{3.14 \cdot 75} = 1429 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точении } \varnothing 82: n_4 = \frac{1000 \cdot 336.6}{3.14 \cdot 82} = 1307 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точении } \varnothing 140.4: n_5 = \frac{1000 \cdot 336.6}{3.14 \cdot 140.4} = 763 \text{ мин}^{-1}.$$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n_1 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = 1250 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = 1250 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_5 = 630 \text{ мин}^{-1};$$

Тогда фактическая скорость резания V , м/мин:

$$\text{При точении } \varnothing 45: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 45 \cdot 2000}{1000} = 282,6 \text{ м/мин};$$

$$\text{При точении } \varnothing 50,3: V_2 = \frac{3.14 \cdot 50,3 \cdot 2000}{1000} = 315,9 \text{ м/мин.}$$

$$\text{При точении } \varnothing 75,4: V_3 = \frac{3.14 \cdot 75,4 \cdot 1250}{1000} = 295,9 \text{ м/мин};$$

$$\text{При точении } \varnothing 82: V_4 = \frac{3.14 \cdot 82 \cdot 1250}{1000} = 321,9 \text{ м/мин};$$

$$\text{При точении } \varnothing 140,4: V_5 = \frac{3.14 \cdot 140,4 \cdot 630}{1000} = 277,7 \text{ м/мин}$$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (2.14)$$

где C_P - величина учитывающая условия обработки; $C_P = 300$ [18, с.273];

x, y, n - табличные значения степеней; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [18, с.273];

K_P - корректирующий коэффициент

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P}, \quad (2.15)$$

K_{MP} - коэффициент учитывающий качество материала заготовки [18, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.16)$$

где σ_B - механическое напряжение;

$n = 0.75$ [18, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0.75} = 0,9;$$

$K_{\varphi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}, K_{\Gamma P}$ - показатели учитывают геометрию режущих пластин

$K_{\varphi P} = 0,89 \quad K_{\gamma P} = 1,0 \quad K_{\lambda P} = 1,0 \quad K_{\Gamma P} = 1,0$ [18, с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 321,9^{-0,15} \cdot 0,9 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 107 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность N, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{107 \cdot 321,9}{1020 \cdot 60} = 0,56 \text{ кВт} \quad (2.17)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка RAIS T500
 $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; 0,56 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица режимов резания.

№ оп	операция	переход	t, мм	S, мм/об	V _т , м/мин	n _т , об/мин	n _{пр} об/мин	V _{пр} м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Фрезерно-центровальная	Фрезеровать Ø 128,6	1,8	1,6	165	328	354	177,8
		Центровать Ø 6,3	3,15	0,08	16	808	815	16,1
		Подрезать Ø 30	1,5	0,08	75	796	815	76,8
10	Токарная (черновая)	Обточить Ø 45,6	2,0	0,5	133	928	800	114,5
		Обточить Ø 50,9	1,45	0,5	139	869	800	127,9
		Обточить Ø 76,0	1,4	0,5	140	586	500	119,3
		Обточить Ø 82,6	1,4	0,5	140	539	500	129,7
		Обточить Ø 141,0	2,0	0,5	133	300	315	139,5
15	Токарная (черновая)	Обточить Ø125,6	1,5	0,5	139	352	315	124,2
		Обточить Ø131	1,5	0,5	139	337	315	129,6
		Обточить Ø 140,6	1,5	0,5	139	315	315	139,1
		Обточить Ø 178,6	1,5	0,5	139	247	250	140,2
		Расточить Ø 109,1	2,0	0,5	120	350	315	107,9
		Расточить Ø 49,4	1,4	0,5	126	812	800	124,1

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Токарная (чистовая)	Обточить Ø 45	0,3	0,15	372,8	2638	2000	282,6
		Обточить Ø 50,3	0,3	0,25	336,6	2131	2000	315,9
		Обточить Ø 75,4	0,3	0,25	336,6	1429	1250	295,9
		Обточить Ø 82	0,3	0,25	336,6	1307	1250	321,9
		Обточить Ø 140,4	0,3	0,25	336,6	763	630	277,7
25	Токарная (чистовая)	Обточить Ø125	0,3	0,25	336,6	857	800	314,0
		Обточить Ø130,4	0,3	0,25	336,6	822	800	327,5
		Обточить Ø 140	0,3	0,25	336,6	765	630	277,0
		Обточить Ø 178	0,3	0,25	336,6	602	630	352,1
		Расточить Ø 109,7	0,3	0,25	303	879	800	275,5
		Расточить Ø 50	0,3	0,10	303	1929	2000	314,0
		Точить резьбу М125х2	2	2,0	210	535	500	196,2
30	Шлифов. (черновая)	Шлифовать Ø 130,16	0,12	0,008*	45	110	110	45
		Ø 140,16	0,12	5	45	102	102	45
		Ø 75,16	0,12		45	190	190	45
35	Шлицефре- зерная	Фрезеровать шлицы фре- зой Ø70	3,0	1,5	75	341	315	69,2
40	Фрезерная	Сверлить Ø7,5	19,5	0,20	29	1231	1250	29,4
		Сверлить Ø9/15	2,5	0,25	30	636	630	29,6
		Фрезеровать паз В=40	8max	1,8	120	152	160	125,6
		Фрезеровать паз В=20	8max	1,8	120	152	160	125,6
		Фрезеровать паз В=45	8max	1,8	120	152	160	125,6
70	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать Ø130	0,08	0,005*	45	110	110	45
		Ø 140	0,08	5	45	102	102	45
		Ø 75	0,08		45	191	191	45
75	Внутри- шлиф.	Шлифовать Ø110	0,15	3000** 0,007*	45	130	130	45

* - подача поперечная в мм/дв. ход

** - подача в мм/мин

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления вала.

Время на выполнение технологической операции [5, с.101]

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.18)$$

где $T_{п-з}$ - время на ознакомление с чертежом, мин;

n - объем заготовок в партии, шт

$$n = N \cdot a / D, \quad (2.19)$$

где N - объем выпуска изделий за год;

a - периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня). Принимаем $a=6$;

D - количество рабочих дней.

$$n = 10000 \cdot 6 / 254 = 236$$

Определим время на выполнение технологической операции:[5, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.20)$$

Для абразивной операции $T_{шт}$, мин [5, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.21)$$

где T_o - машинное время, мин;

T_v - время на управление станком, мин.

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.22)$$

где время: $T_{у.с}$ - на базирование и снятие заготовки, мин

$T_{з.о}$ - на зажим и разжим заготовки, мин;

$T_{уп}$ - на режимы управления станком, мин;

$T_{из}$ - на контроль заготовки, мин;

$K=1,8$

$T_{об.от}$ - на удаление стружки и замену инструмента, мин.

$T_{тех}$ - на смазку и ремонт

$T_{от}$ - на отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T, \quad (2.23)$$

где t_n - время на восстановление профиля инструмента, мин

T - время между правками инструмента, мин

Проведем расчет норм времени на все операции. Результаты расчетов норм времени заносим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T_o мин	T_v мин	$T_{оп}$ мин	$T_{об.от}$ мин	$T_{п-з}$ мин	$T_{шт}$ мин	n	$T_{шт-к}$ мин
05	Фрезерно-центровальная	0,504	0,851	1,355	0,081	32	1,436	236	1,571
10	Обтачивание черновое	1,482	0,999	2,481	0,149	17	2,630	236	2,702
15	Обтачивание черновое	1,700	0,943	2,643	0,158	21	2,801	236	2,890
20	Обтачивание чистовое	1,539	1,140	2,679	0,160	17	2,839	236	2,911
25	Обтачивание чистовое	1,453	1,073	2,526	0,151	25	2,677	236	2,783
30	Шлифовальная (черновая)	0,873	0,892	1,765	0,178	21	1,943	236	2,032
35	Шлицефрезерная	5,111	0,707	5,818	0,349	26	6,167	236	6,277
40	Фрезерная	5,465	1,227	6,692	0,401	36	7,093	236	7,245
65	Центрошлифовальная	0,240	0,670	0,910	0,080	19	0,990	236	1,070
70	Шлифовальная (чистовая)	1,015	2,072	3,087	0,288	21	3,375	236	3,464
75	Внутришлифовальная	1,445	0,758	2,203	0,246	20	2,488	236	2,533

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На токарной операции 020 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый поводковый рычажный патрон с подпружиненным центром.

Основным недостатком данного патрона является: низкая точность установки заготовки из-за зазоров между центром и втулкой, большое время закрепления ручным винтовым зажимом.

Поэтому основной задачей является проектирование нового токарного рычажного патрона с упорным центром с большей точностью и надежностью закрепления. Вместо ручного зажима примем пневмопривод.

3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания P_z . Главная составляющая силы резания определена в п. разделе 2.7: $P_z = 107 \text{ Н}$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

При взаимодействии технологической системы между ее звеньями возникает система сил: это сила от внедрения инструмента в заготовку и сила удержания заготовки установочными элементами приспособления. Для надежного удержания заготовки необходимо обеспечить равенство моментов создаваемых этими силами.

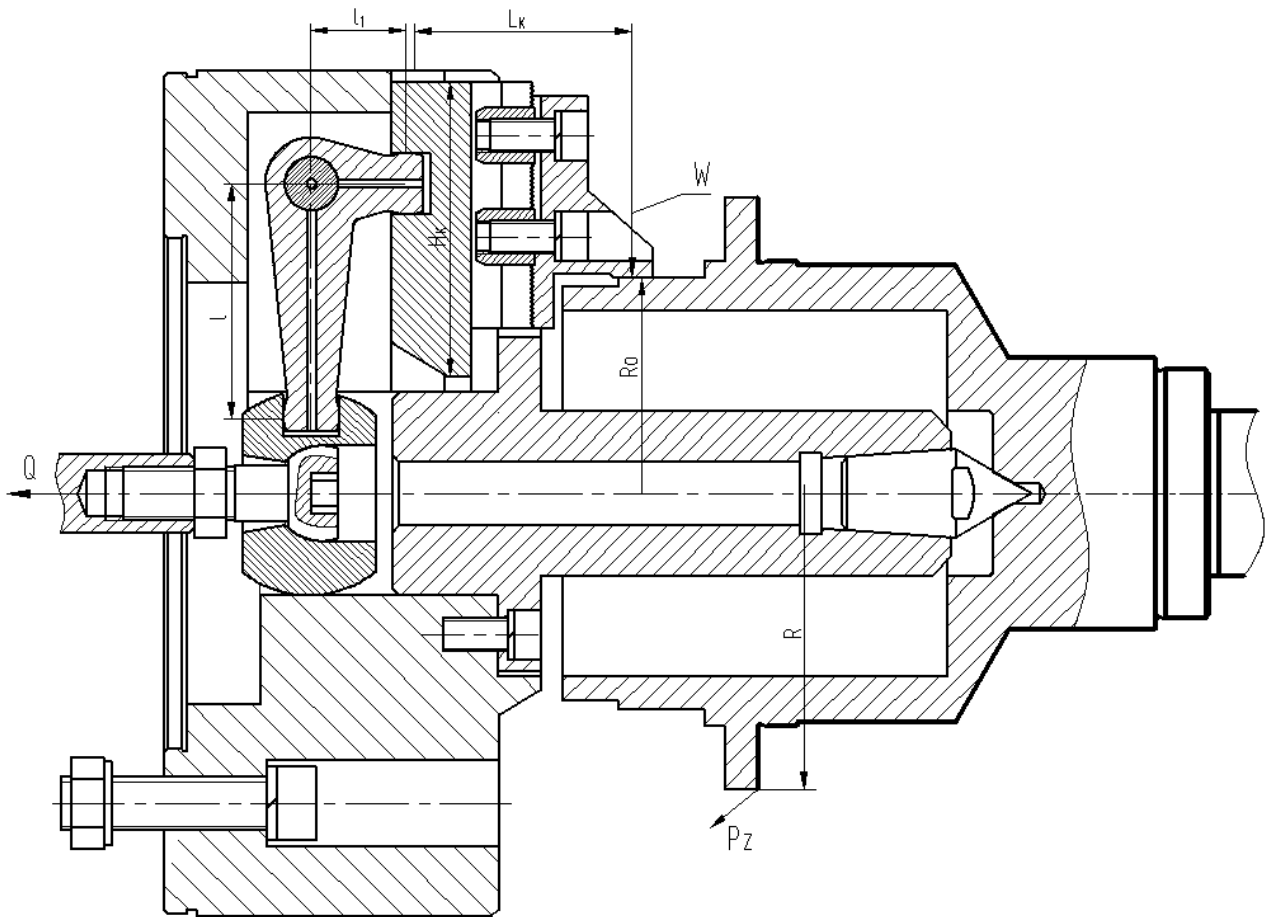


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

Тогда условие равновесия имеет вид:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{рез}}, \quad (3.1)$$

$$M_{\text{рез}} = P_Z \cdot R, \quad (3.2)$$

где R - $\frac{1}{2}$ диаметра обработки, мм;

$$M_{\text{тр}} = T \cdot R_0 = W_Z \cdot f \cdot R_0, \quad (3.3)$$

где T – суммарная сила трения в местах между установочной поверхностью цанг и обрабатываемой заготовки, Н;

W_Z – суммарная сила зажима, Н;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачков. При гладкой

поверхности кулачков $f = 0,16$ [2, с. 153];

R_0 - радиус зажимаемой поверхности, мм;

Из равенства моментов $M_{рез}$ и $M_{тр}$ определим необходимое усилие зажима с учетом коэффициента запаса K по формуле :

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса

Коэффициент запаса K определяется по формуле [19, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где коэффициенты:

K_0 - гарантированный запаса надежности. $K_0 = 1,5$ [19, с.382];

K_1 - изменение силы вследствие изменения глубины резания. $K_1 = 1,2$ [19, с.382];

K_2 - изменение силы при изменении состояния режущих кромок инструмента.

$K_2 = 1,0$ [19, с.383];

K_3 - изменение силы при случайном или резком ее увеличении. $K_3 = 1,2$ [19, с.383];

K_4 - стабильность силы обеспечиваемой кулачками. $K_4 = 1,0$ [19, с.383];

K_5 - удобство использования приспособления; $K_5 = 1,0$ [19, с.383].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 107 \cdot 178,6 / 2}{0,16 \cdot 131 / 2} = 2279 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Сила возникающая на постоянных кулачках W_1 , не постоянна и может увеличиваться в большую сторону по сравнению с силой на сменных кулачках W : [2, с.153]:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot L_K / H_K}, \quad (3.6)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне. Принимаем $K_1 = 1,05$ [2, с.153]

f_1 – коэффициент трения направляющей постоянного кулачка и корпуса патрона; $f_1 = 0,1$ [2, с.153];

L_K – вылет кулачка, мм; $L_K = 65$ мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_K = 88$ мм.

$$W_1 = 1,05 \cdot \frac{2279}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot 65 / 88} = 3074 \text{ Н.}$$

Определяем усилие Q , создаваемое силовым приводом, и передаваемое через зажимной механизм на постоянный кулачок по формуле (3.7):

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (3.7)$$

где l_1, l – плечи рычага, мм

$$Q = 3074 \cdot \frac{28}{70} = 1230 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле [19, с. 449].

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

где Q – тянущая сила на штоке, Н

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

p – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв по [19, с. 379] приближенно $d = 0.25D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.9)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.10)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1230}{0,4 \cdot 0,9}} = 68.4 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка RAIS T500 $D = 200$ мм.

Определим ход рычага в месте закрепления (ход кулачков) по формуле

$$S_{p(w)} = T + \Delta_{\text{ГАР}} + \frac{W}{J_p} + \Delta S_p + \Delta_{\text{ш}}, \quad (3.11)$$

где T – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм; для $\varnothing 131h13$ $T = 0.63$ мм

$\Delta_{\text{ГАР}}$ – гарантированный зазор между поверхностью заготовки и зажимным

элементом ($\Delta_{\text{ГАР}} = 0.2 \dots 0.4$ мм), мм;

J_p – жесткость РЗМ

ΔS_p - запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления рычага
($\Delta S_p = 0.2 \dots 0.4$ мм), мм;

Δ_{\emptyset} - технологический зазор между гайкой и качающейся втулкой, для обеспечения самоустановки кулачков ($\Delta_{\emptyset} = 0.5 \dots 0.8$ мм), мм;

$$S_{p(w)} = 0.63 + 0.3 + \frac{3074}{2.0 \cdot 10^4} + 0.3 + 0.8 = 2.18 \text{ мм}$$

Ход рычага в месте соединения с приводом (ход штока пневмоцилиндра) определим по формуле

$$S_{p(Q)} = S_{p(w)} \cdot i_{\Pi}, \quad (3.12)$$

где i_{Π} - передаточное отношение перемещений рычага, мм.

$$i_{\Pi} = \frac{L_2}{L_1}, \quad (3.13)$$

где L_1 и L_2 – расстояния от опоры до мест приложения усилий Q и W соответственно, мм.

$$S_{p(Q)} = 2.18 \cdot \frac{70}{28} = 5.45 \text{ мм}$$

Примем $S_{p(Q)} = 6$ мм

3.1.6 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования при установке заготовки в поводковом патроне в центрах (передний центр жесткий) для линейных размеров от обрабатывае-

мого торца определяется по формуле

$$\varepsilon_B = 0,5 IT_{D_{\text{ц}}} \cdot \text{ctg} \alpha_{\text{ц}} , \quad (3.14)$$

где $IT_{D_{\text{ц}}}$ – допуск на диаметр центрального отверстия, мм;

$\alpha_{\text{ц}}$ – половина угла при вершине рабочего конуса.

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 0,06 \cdot \text{ctg} 30 = 0,05 \text{ мм}$$

Максимальный допуск на линейные размеры на токарной операции $Tl = 0,10 \text{ мм} < 0,05 \text{ мм}$, следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность.

В радиальном направлении $\varepsilon_B = 0$ (установка в центрах по оси), следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность в радиальном направлении.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами 25 с шайбами 38 и 40. Патрон состоит из корпуса 8, в направляющие которого установлены подкулачники 13. К подкулачникам винтами 23 с шайбами 39 через сухари 16 крепятся сменные кулачки 11. В центральном отверстии корпуса патрона на винте 2 установлена втулка 3. В паз подкулачника 13 и в выточку втулки 3 входят плечи рычага 15. Рычаг 15 установлен в корпусе патрона на оси 12, которая фиксируется винтами 26, 27. Для смазки рычага в оси выполнены отверстия, закрытые масленкой 35. К корпусу 8 винтами 21 крепится фланец 17 с установленным в нем центром 18.

Винт 2 с помощью гайки 29 соединен с тягой 17, которая, в свою очередь соединена со штоком 20 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 9, в котором с помощью винтов 24 с шайбами 39 установлена крышка 10. В пневмоцилиндре установлен поршень 14, который с помощью гайки 28 с шайбой 37 крепится к штоку 20. В штоке установлена втулка 4 с кольцом 7. В отверстие втулки 4 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 30,31,32,33,34,35.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 9 и крышки 10 на поршне 14 установлены демпферы 5.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя на фланце, который крепится болтами 21 с шайбами 39.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 19 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 14 через шток 20, тягу 17, винт 2 тянет втулку 3 влево, рычаг 15 поворачивается на оси 12, сдвигая подкулачники 13 с закрепленными на них сменными кулачками 11, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 14 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели проектирования

На токарных операциях применяются резцы с механическим креплением режущей пластины по ГОСТ 20872-73. Недостатками таких резцов являются недостаточная производительность вследствие низкой надежности крепления режущей пластины, большое время замены пластины.

Поэтому, основная задача проектирования- усовершенствование конструкции токарного резца с целью устранения указанных выше недостатков.

3.1.2 Проектирование и расчет резца

Для усовершенствования конструкции резца предложим новый способ крепления пластины, применение которого позволит повысить надежность крепления пластины и снизить время замены пластины.

Схема зажима пластины показана на рисунке 3.2.

$$W_{\text{зж}} = Q / \tan \alpha = Q / \tan 5^\circ = 11.4Q, \quad (3.15)$$

Таким образом, коэффициент усиления зажима при данном способе крепления пластины 11,4.

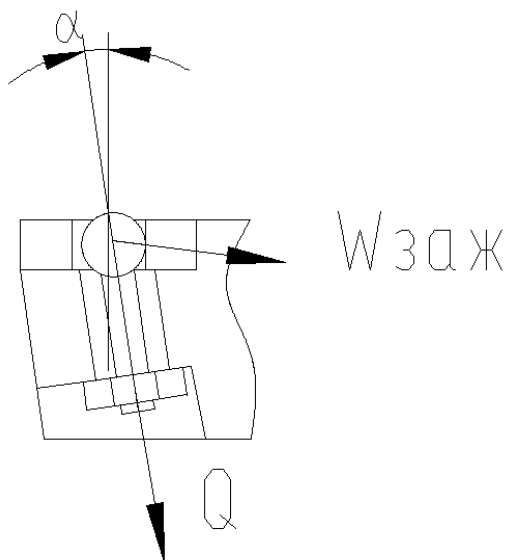


Рисунок 3.2- Схема зажима пластины

3.2.2.1 Принимаем резец токарный проходной для контурного точения. Для обеспечения главного угла в плане $\phi = 97^\circ$ принимаем трехгранную пластину. Для данной пластины передний угол $\gamma = 10^\circ$, задний угол $\alpha = 5^\circ$ - определяются конструкцией пластины

3.2.2.2 Основные размеры резца принимаем, как в базовом варианте:

рабочая высота резца $h = 25$ мм;

ширина корпуса резца $b = 25$ мм;

высота корпуса резца $h_1=25$ мм;

длина резца $L=115$ мм

3.2.2.3 Выбираем материал резца: для корпуса – сталь 40Х (твердость 40...45 HRCэ, оксидировать), для пластины- твердый сплав Т5К10, для винта и гайки, ролика - сталь 45 (головку винта, ролик термообработать до 32...37 HRCэ)

3.2.2.4 Технические требования на резец принимаем по ГОСТ 266613-85.

3.2.2.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 2 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой завинчены винты 7 и 8, которые служат для регулировки положения резца. Для закрепления пластины служит винт 2 с гайкой 6 и сферической шайбой 3. В отверстии державки 1 установлен ролик 5, который давит на скос винта 2. При закручивании винта 2 гайкой 6 винт своим скосом скользит по ролику 5, отходит назад и головкой поджимает режущую пластину 2 к основанию и боковой стороне державки.

3.2.2.6 Выполняем сборочный чертеж резца с указанием всех предельных отклонений и технических требований.

3.2.3 Проверочный расчет на прочность

3.2.3.1 Определяем изгибающий момент:

3.2.3.1.1 Вылет резца принимаем равным

$$l = 1,25 H = 1,25 \times 25 = 31 \text{ мм.} \quad (3.16)$$

3.2.3.1.2 Рассчитываем силу P_z :

По предыдущим расчетам $P_z = 107 \text{ Н}$

3.2.3.1.3 Определяем изгибающий момент

$$M_{\text{и}} = P_z \cdot l = 107 \cdot 31 = 3317 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.17)$$

3.2.3.2 Определяем момент сопротивления изгибу

$$W_{\text{и}} = B^3/6 = 25^3/6 = 2604 \text{ мм}^3. \quad (3.18)$$

3.2.3.3 Напряжения изгиба, возникающие в державке резца:

$$\sigma_{\text{и}} = M_{\text{и}} / W_{\text{и}} = 3317/2604 = 1,3 \text{ МПа}. \quad (3.19)$$

3.2.2.4 Для изготовления корпуса принимаем сталь марки 40Х с механическими свойствами $\sigma_{\text{в}} = 900 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{т}} = 700 \text{ МПа}$.

3.2.2.5 Допускаемое напряжение на изгиб:

$$[\sigma_{\text{и}}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{\text{и}} = 1,3 \text{ МПа}$$

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Фрезерование и центрование	Фрезерно-центровальная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный с ЧПУ RAIS T500	Металл, СОЖ
4	Шлицефрезерование	Шлицефрезерная операция	Зуборезчик	Шлицефрезерный п/а 5Б352П	Металл, СОЖ
5	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Металл, СОЖ
6	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Металл, СОЖ
7	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ
8	Центрошлифование	Центрошлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГПП
2	Фрезерно-центровальная операция Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2
3	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный с ЧПУ RAIS T500
3	Шлицефрезерование	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Шлицефрезерный п/а 5Б352П
4	Круглошлифовальная операция Внутришлифовальная операция Центрошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2 Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразде- ление	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие про- явления факторов по- жара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнеч- ный уча- сток	Пресс КГШП	Пожары, свя- занные с вос- пламенением и горением ме- таллов (D)	Пламя и искры; теп- ловой по- ток	Вынос (замыкание) высокого электриче- ского напряжения на токопроводящие части технологических уста- новок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
2	Участок лезвийной обработки	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М Токарный с ЧПУ RAIS T500 Шлицефрезерный п/а 5Б352П Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов,

результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодически вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления вала ступицы, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления вала ступицы, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

В данном разделе осуществим расчеты, которые позволят экономически обоснованность внесенные изменений в ТП изготовления детали «Вал ступицы». Детальная информация, касающаяся этого технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому для выполнения поставленной цели представим только краткую характеристику сравниваемых вариантов.

Базовый вариант. Операция 005 – Токарная.

Последовательно в два этапа осуществляется подрезка торцов, растачивание внутреннего торца и сверление центровочных отверстий на токарно-винторезный станок 16К20. Закрепление обеспечивает патрон 3-хкулачковый. В качестве инструмента используются: – резец-вставка токарный подрезной сборный. Пластина Т5К10, $T_o=0,822$ мин; резец-вставка токарный расточной сборный. Пластина Т5К10, $T_o=0,215$ мин; сверло центровочное Ø6,3 тип А Р6М5, $T_o=0,9$ мин.

Проектный вариант. Операция 005 – Фрезерно-центровальная.

Параллельно на двух позициях осуществляется подрезка торцов, растачивание внутреннего торца и сверление центровочных отверстий на фрезерно-центровальном п/а МР-71. Закрепление обеспечивает приспособление самоцентрирующее с пневмоприводом. В качестве инструмента применяется: – фреза торцевая Ø160, Т5К10 (2 шт.), $T_o=0,243$ мин; сверло центровочное Ø6,3 тип А Р6М5 (2 шт.), $T_o=0,261$ мин; пластина подрезная Т5К10 (1 шт.), $T_o=0,018$ мин.

Указанные изменения позволяют сократить трудоемкость выполнения операции 005, а именно:

- штучное время с 2,928 мин. до 1,571 мин.;
- основное время с 1,937 мин. до 0,504 мин.

Кроме перечисленных параметров, для проведения экономического обоснования, необходима следующая информация: масса детали $M_d = 8,8$ кг; масса заготовки (отливка) $M_z = 14$ кг; материал – сталь 40ХЛ ГОСТ 977,88; годовая программа $P_r = 10000$ шт./год.

Экономическое обоснование целесообразности предложенных изменений проводят в несколько этапов.

Этап I. Расчет капитальных вложений в проектируемый вариант.

Этап II. Определение технологической себестоимости выполнения операции по сравниваемым вариантам.

Этап III. Определение полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам.

Этап IV. Расчет экономической эффективности предложенных совершенствований.

Для выполнения первого этапа необходимо применить методику расчета капитальных вложений, подробное описание которой представлено в методических указаниях экономическому обоснованию инженерных решений [10]. Согласно этой методике величина капитальных вложений составит $K_{ВВ.ПР} = 184607,29$ руб., включающая затраты по замене оборудования, приспособления, инструмента, затраты на проектирования, затраты на доставку и монтаж и другие виды затрат.

Выполнение второго этапа обусловлено определением величины технологической себестоимости, которая учитывает расходы, связанные с выполнением самого технологического процесса и зависит от таких величин как: материал и метод получения заготовки, заработной платы основных рабочих, начисления на заработную плату и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. В связи с тем, что метод получения заготовки и ее материал по сравниваемым вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем выполнять без этих затрат, т.к. они влияния на конечный ре-

зультат расчетов не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

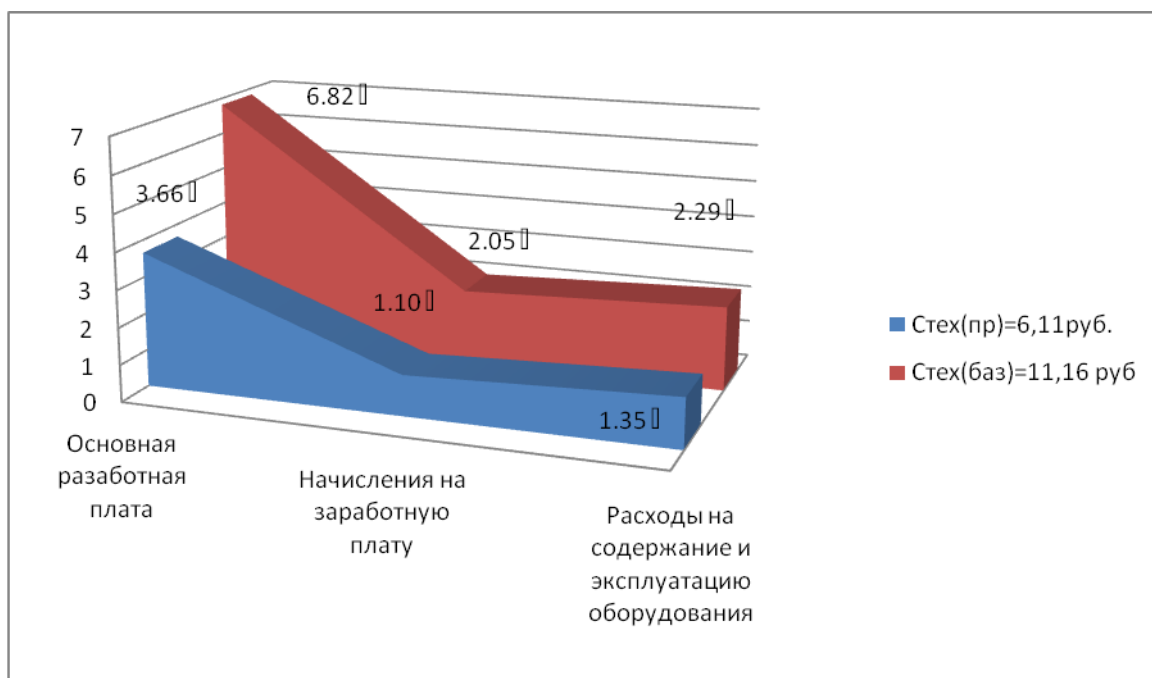


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения 005 операции по двум вариантам

На основе представленных значений рассчитываем величину полной себестоимости выполнения операции 005, которая выполняется на третьем этапе. Согласно расчетам по представленной методике составления калькуляции себестоимости [10] по базовому варианту полная себестоимость имеет величину 36,1 руб.; а по проектному варианту – 19,6 руб.

Последним этапом является проведение экономического обоснование предложенных изменений. Для этого используем методику расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$\Pi_{\text{р.ож}} = \Delta_{\text{уг}} = (C_{\text{пол(баз)}} - C_{\text{пол(пр)}}) \cdot \Pi_{\text{г}} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{р.ож}} = \Delta_{\text{уг}} = (6,1 - 19,5) \cdot 10000 = 166000 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{приб}} = \Pi_{\text{р.ож}} \cdot K_{\text{нал}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 166000 \cdot 0,2 = 33200 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 166000 - 33200 = 132800 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{184607,29}{132800} + 1 = 2,39 = 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$\begin{aligned} D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) &= 132800 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = \\ &= 210886,4 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 210886,4 - 184607,29 = 26279,11 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{210886,4}{184607,29} = 1,14 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменений по операции 005 технологического процесса изготовления детали «Вал ступицы», можно считать экономически обоснованными, что доказывает полученная в ходе расчетов положительная величина интегрального экономического эффекта, в размере 26279,11 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом литья в песчано-глинистые формы с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование и оснастка;
- применен режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
- спроектирован патрон поводковый для токарной операции с пневмоприводом;
- спроектирован режущий инструмент – резец токарный сборный с механическим креплением твердосплавной пластины.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей работы, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект составит 26279,11 рубля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачев, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
- 10 Добрыдnev, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыдnev, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 11 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2008, 46 с..
- 12 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти,

ТГУ, 2005. - 75 с.

13 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

14 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

15 Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.

16 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.], под общ. ред. И.А. Ординарцева –Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 846 с.

17 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, 2001 г., 912 с.

18 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, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1/ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

20 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

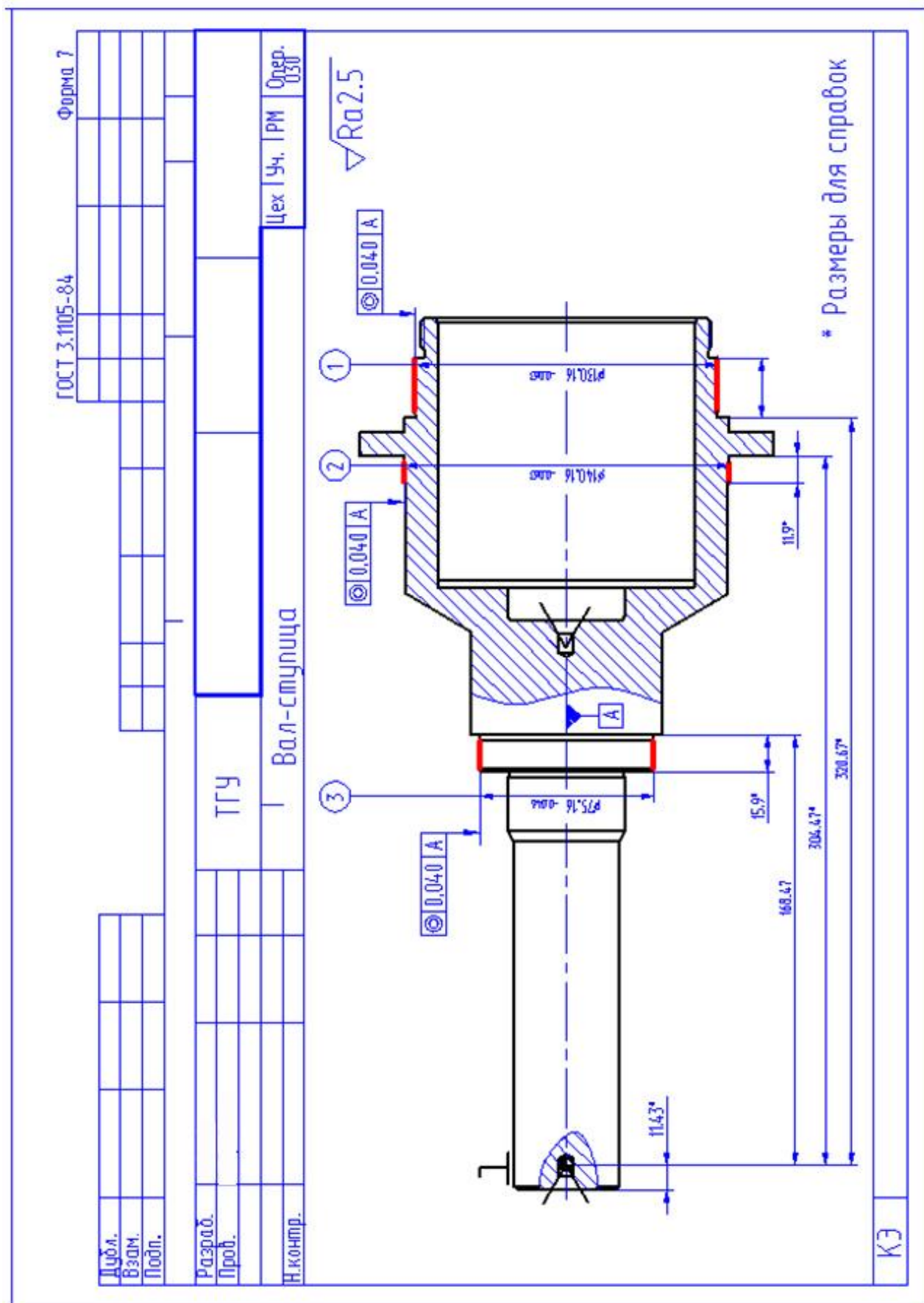
21 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционные карты



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.TM.587.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.TM.587.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.TM.587.60.002	Винт	1	
		3	16.07.TM.587.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.TM.587.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.TM.587.60.005	Демпфер	2	
		6	16.07.TM.587.60.006	Кольцо	1	
		7	16.07.TM.587.60.007	Кольцо	1	
		8	16.07.TM.587.60.008	Корпус патрона	1	
		9	16.07.TM.587.60.009	Корпус	1	
		10	16.07.TM.587.60.010	Крышка	1	
		11	16.07.TM.587.60.011	Кулачок	3	
		12	16.07.TM.587.60.012	Ось	3	
		13	16.07.TM.587.60.013	Подкулачник	3	
		14	16.07.TM.587.60.014	Поршень	1	
		15	16.07.TM.587.60.015	Рычаг	3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	16.07.TM.587.60.000	
Разраб.	Якунинских				Патрон поводковый	Лит.
Пров.	Бобровский					Лист
						Листов
						1
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1131	
Утв.	Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.587.60.016	Сухарь	3	
		17	16.07.ТМ.587.60.017	Тяга	1	
		18	16.07.ТМ.587.60.018	Фланец	1	
		19	16.07.ТМ.587.60.019	Центр	1	
		20	16.07.ТМ.587.60.020	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		21		Болт М10-6гх35.66.029		
				ГОСТ 7805-70	6	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		22		М8х18.88	3	
		23		М10х20.88	6	
		24		М10х28.88	6	
		25		М16х60.88	3	
		26		Винт М10х23.48		
				ГОСТ 1477-75	3	
		27		Винт М10х16.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		28		Гайка М38.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		29		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		30		120-180-46-2-4	1	
		31		180-230-46-2-4	1	
		32		300-400-56-2-4	1	
		33		320-420-56-2-4	2	
		34		2000-1950-46-2-4	1	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу режущего инструмента

[illegible]