

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 машино-
строительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления вала привода мотор-редуктора

Студент(ка)	<u>Сабиров С. Р.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>Расторгуев Д.А.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Горина Л.Н.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Зубкова Н.В.</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 150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Сабиров Саджит Равильевич гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления вала привода мотор-редуктора.

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 станочного и контрольного приспособлений

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 станочное	1 – 1,5
6)Приспособление контрольное	0,5 – 1
7)Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

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

Руководитель выпускной квалификационной работы		
	(подпись)	(И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению		
	(подпись)	(И.О. Фамилия)

Аннотация

УДК 621.11.01

Технологический процесс изготовления вала привода мотор-редуктора

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления вала привода мотор-редуктора в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- вариант технологического процесса изготовления детали в условиях серийного производства, который обеспечивает производство детали с минимальными затратами;
- получение заготовки методом горячей объемной штамповки;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение высокопроизводительного инструмента;
- спроектирован патрон поводковый с центром для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального и торцевого биения.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 60 страниц, содержащей 23 таблицы, 5 рисунков, и графической части, содержащей 7 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	11
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	12
2 Технологическая часть работы.....	13
2.1 Выбор типа производства	13
2.2 Выбор и проектирование заготовки.....	13
2.3 Экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей	18
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	20
2.5 Разработка технологического маршрута	22
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	25
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений	36
3.1 Проектирование станочного приспособления	36
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	41
4 Безопасность и экологичность технического объекта	44
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	44
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	45
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	46
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	47
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	50

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	52
5 Экономическая эффективность работы.....	53
Заключение.....	57
Список используемой литературы.....	58
Приложения.....	60

Введение, цель работы

Основным направлением развития машиностроения является задача повышение производительности выпуска продукции, а добиться этого возможно применением металлорежущих станков с ЧПУ, особенно с автоматической загрузкой заготовок и сменой инструмента. При этом технический уровень и качество выпускаемых машин, их надежность и долговечность должны быть значительно повышены.

При проведении подготовки производства необходимо повышать не только применение компьютерных технологий, а качество и уровень технической работы применяемых технических решений.

Развитие машиностроения неразрывно связано с большинством отраслей и не только промышленности.

В данной работе мы проводим разработку технологического процесса оправки. Эта деталь является базирующим элементом приспособления и отвечает за точность обработки детали, поэтому цель работы сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса изготовления детали в условиях выбранного производства с минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей.

Данная деталь является валом выходным мотор-редуктора и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента.

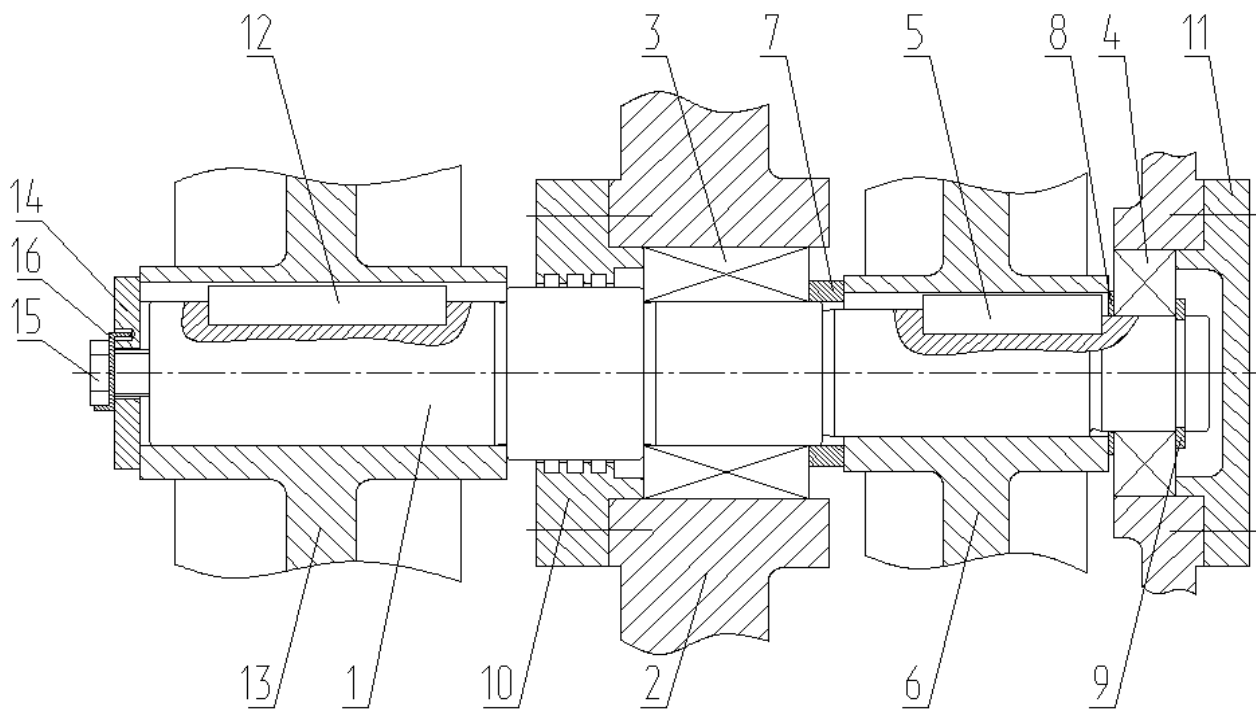


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла мотор-редуктора

Вал 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе 2 с помощью подшипников 3 и 4.

На шейке вала 1 на шпонке 5 установлено зубчатое колесо 6. Между подшипником 3 и зубчатым колесом 6 установлена распорная втулка 7. Между подшипником 4 и зубчатым колесом 6 установлена втулка 8. Подшипник 4 с правого

торца фиксируется кольцом стопорным 9.

В наружное кольцо подшипника 3 упирается бурт крышки 10, которая крепится к корпусу 2. В наружное кольцо подшипника 4 упирается бурт крышки 11, которая крепится к корпусу 2.

На левом выходном конце вала 1 на шпонке 12 установлен шкив 13, который фиксируется с помощью концевой шайбы 14, болта 15 и стопорной шайбы 16.

1.1.2 Анализ материала детали

Вал привода мотор-редуктора имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал вала привода мотор-редуктора: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х

Элемент	углерод	сера	фосфор	медь	никель	марганец	хром	кремний
		<						
Содержание	0. 36 - 0, 44	0. 035	0. 035	0, 3	0. 25	0. 5 -0. 8	0. 8 - 1. 2	0. 17-0. 37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_{02}	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	
360	785	16	40	50	200

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним классификацию поверхностей определив служебное назначение детали.

К основным конструкторским базам относятся поверхности 9, 11, 18, вспомогательные конструкторские базы - 3, 5, 7, 15, 19, 20, 28, 30, 31; исполнительные поверхности – 29, 31, остальные поверхности свободные.

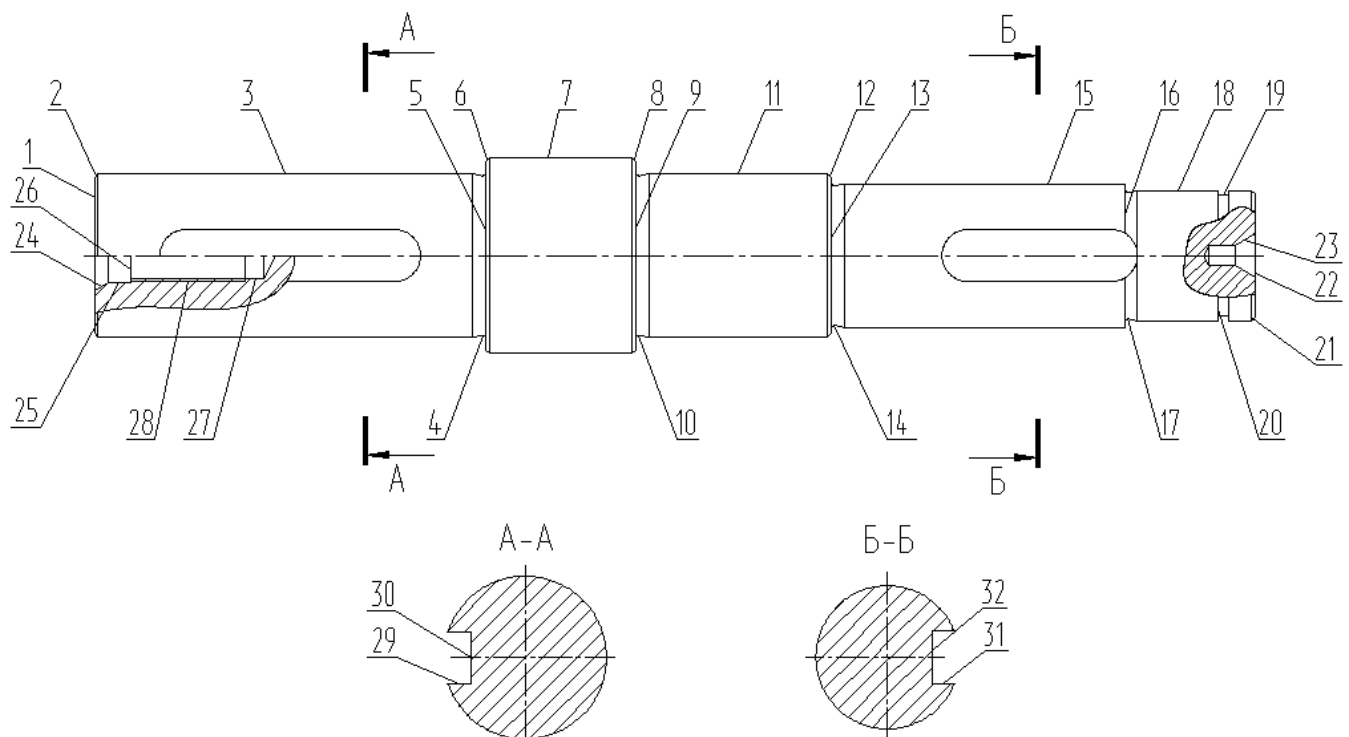


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали
«Вал привода мотор-редуктора»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Все поверхности детали имеют требуемую точность, шероховатость, которая указана на чертеже детали в графической части работы. Заготовка может быть получена производительными методами. Проведена унификация и стандартизация, после чего можно видеть все поверхности на детали можно получить стандартным инструментом. Сложности с выбором оборудования нет – все поверхности имеют свободный доступ для обработки и контролю. Чистовые технологические базы, как с точки зрения использования, так и с точки зрения реализации сложности не вызывает.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод – деталь технологична.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№оп	Наименование операции	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Тшт, мин
000	Заготовительная				
005	Отрезная				
010	Токарная черновая	Универсальный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной Т5К10	36
				Резец подрезной Т5К10	
				Сверло центровочное Р6М5	
015	Токарная чистовая	Универсальный 16К20	Патрон поводковый с центром	Резец проходной Т15К6	11
				Резец подрезной Т15К6	
				Резец канавочный Т15К6	
020	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	16
			Центр упорный		
025	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6Р11	Тиски	Фреза шпоночная Р6М5	18
030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5 Зенковка Р6М5	18
035	Слесарная			Метчик машинный Р6М5, шлифшкурка, напильник	4
040	Моечная	КММ			0,5
045	Контрольная				
050	термическая				
055	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное	2
060	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	10
			Центр упорный		
065	Моечная	КММ			0,5
070	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Проведя анализ базового ТП можно сформулировать следующие задачи:

- 1) спроектировать заготовку и рассчитать припуски;
- 2) разработать технологический маршрут и план обработки;
- 3) выбрать оборудование, приспособления, инструмент и средства контроля;
- 4) разработать технологические операции, рассчитать режимы резания на одну операцию, остальные назначить табличным способом;
- 5) провести нормирование техпроцесса;
- 6) спроектировать станочное и контрольное приспособление;
- 7) провести анализ опасных и вредных факторов;
- 8) провести экономические расчеты.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

При массе детали 0,68 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт тип производства определяем как среднесерийное [9, 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 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 40Х, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки может быть использована:

- поковка или штамповка;
- прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле [8, с. 23]

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 23]. Для данной детали примем $K_p = 1.35$

$$M_{ш} = 0.68 \cdot 1.35 = 0.92 \text{ кг}$$

По ГОСТ 7505-89 [8] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- группа стали – М2 [8, с.8];
- степень сложности – С1 [8, с. 29].

Определим массу проката $M_{пр}$, кг по формуле [11, с. 23]

$$M_{пр} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V – объем проката, мм^3 ;

γ - плотность стали, кг/мм^3 .

Определим конструктивные размеры заготовки из проката [11, с. 23]

$$d_{пр} = d_d^{\max} \cdot 1.05 = 30 \cdot 1.05 = 31.5 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где $d_d^{\max}$ – наибольший диаметр детали, мм

Принимаем стандартное большее значение $d_{пр} = 32 \text{ мм}$

$$l_{пр} = l_d^{\max} \cdot 1.05 = 178 \cdot 1.05 = 186.9 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где $l_d^{\max}$ – наибольшая длина детали, мм

Принимаем $l_{пр} = 187 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок V , мм^3 , определяется по формуле [11, с. 24]

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 32^2 \cdot 187 / 4 = 150318 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$M_{\text{пр}} = 150318 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1.18 \text{ кг}$$

Прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{32 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Окончательное решение по выбору способа изготовления заготовки принимается на основании экономического расчета.

Критерием оптимальности должна быть минимальная величина стоимости изготовления детали $C_{\text{д}}$, руб, которая определяется по формуле [11, с. 24]

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где стоимости:

$C_{\text{з}}$ – заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$ – механической обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$ – стружки, руб.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Стоимость заготовки определяется по формуле [11, с. 24]

$$C_{\text{з}} = C_{\text{б}} \cdot M_{\text{ш}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{сл}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{б}}$ – цена 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{\text{ш}}$ – рассчитанная масса заготовки, кг;

Коэффициенты:

$K_{\text{т}}$ – точности;

$K_{\text{сл}}$ – сложности;

$K_{\text{в}}$ – учитывающий массу заготовки;

K_M – зависящий от материала;

K_{Π} – учитывающий серийность выпуска;

$$C_6 = 11,2 \text{ руб/кг [11, с. 23]}$$

$$K_T = 1.0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_{\text{сд}} = 0.8 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_B = 1.29 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_M = 1.18 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_{\Pi} = 1,0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$C_3 = 11,2 \cdot 0.92 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 1.29 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 12.05 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки штамповки $C_{\text{мо}}$, руб, определяется по формуле:

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}}, \quad (2.8)$$

$$C_{\text{уд}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (2.9)$$

где для машиностроения принимаем $E_{\text{н}} = 0,16$; $C_{\text{с}} = 14,8 \text{ руб/кг}$, $C_{\text{к}} = 32,5 \text{ руб/кг}$ [11, с. 25]

$$C_{\text{мо}} = (0.92 - 0.68) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 4.76 \text{ руб}$$

Стоимость отходов $C_{\text{отх}}$, руб, является возвратной величиной и определяется как

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot \Pi_{\text{отх}}, \quad (2.10)$$

где $\Pi_{\text{отх}}$ – цена отходов (стружки), руб/кг.

Принимаем $\Pi_{\text{отх}} = 0.4 \text{ руб/кг}$ [11, с. 25]

Тогда

$$C_{\text{отх}} = (0.92 - 0.68) \cdot 0.4 = 0.10 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 12.05 + 4.8 - 0.10 = 16.72 \text{ руб}$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Стоимость заготовки из сортового проката определяется по формуле [11, с. 26]

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}}, \quad (2.11)$$

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 13$ руб/кг
 $C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{\text{пз}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{\text{пз}} = 30,2$ руб/ч [11, с. 26]
 $C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Штучное время $T_{\text{шт}}$, мин, определяется по формуле [11, с. 26]

$$T_{\text{шт}} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.13)$$

где T_o – основное (машинное) время, мин;
 φ_k – коэффициент, зависящий от типа производства.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [11, с. 27]

$$T_o = 0,19 \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 32^2 \cdot 10^{-3} = 0.19 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0.19 \cdot 1,5 = 0.29 \text{ мин}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 0.29 / 60 = 0.15 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}} = 13 \cdot 1.18 + 0.15 = 15.49 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (1.18 - 0.68) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 10.00 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{отх} = (1.18 - 0.68) \cdot 0.40 = 0.20 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_d = C_{пр} + C_{мо} - C_{отх} = 15.49 + 10.00 - 0.20 = 25.29 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

Коэффициент использования материала $K_{им}$ определяется по формуле [11, с. 28]

$$K_{им} = M_d / M_z \quad (2.15)$$

Для штамповки

$$K_{им} = 0.68 / 0.92 = 0.74$$

Для проката

$$K_{им} = 0.68 / 1.18 = 0.58$$

На основании сопоставления технологической себестоимости по рассматриваемым вариантам делаем заключение о том, что оптимальным является вариант получения заготовки полученной из штамповки.

Годовой экономический эффект, $\mathcal{E}_г$, руб, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_г = (C_{д пр} - C_{д шт}) \cdot N_г, \quad (2.16)$$

где $N_г = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска

$$\mathcal{E}_г = (25.29 - 16.72) \cdot 10000 = 85710 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей

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

Определяем коэффициент трудоемкости K_t на основании [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Результаты выбора методов обработки вала приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршруты обработки	IT	Ra	Kт
1,22	Ф	14	6,3	1,2
	ТО			
23,24	Ц	7	1,25	2,4
	ТО			
	Шч			
2,4,6,6,8,10,12,13,14, 16,17,21	Т	14	6,3	2,2
	Тч			
	ТО			
7	Т	14	2,5	2,2
	Тч			
	ТО			
19,20	Тч	12	6,3	1,2
	ТО			
11,18	Т	6	0,63	4,4
	Тч			
	Ш			
	ТО			
	Шч			
3,15	Т	6	1,25	4,4
	Тч			
	Ш			
	ТО			
	Шч			
9	Т	7	1,25	4,4
	Тч			
	Ш			
	ТО			
	Шч			
29,31	Ф	9	3,2	1,2
30,32	ТО	13	6,3	1,2
27,25,26	С,ТО	14	6,3	1,0
28	Рз,ТО	10	6,3	1,0

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность-шейку $\varnothing 25k6(^{+0,015}_{+0,002})$

Таблица 2.2- Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Операц до-пуск Тd/ТТ	d ⁱ min мм	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски мм	
		a	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$				d ⁱ min	d ⁱ max	2Z max	2Z min
1	Штамповать	360	839	-	-	2000 16	28,264	28,264	30,264	-	
2	Обточить начерно	100	50	500	2673	330 13	25,591	25,591	25,921	4,673	2,343
3	Обточить начисто	50	34	30	316	130 11	25,275	25,275	25,405	0,646	0,186
4	Шлифовать начерно	30	17	20	179	33 8	25,096	25,096	25,129	0,309	0,146
5	Шлифовать начисто	20	8	0	94	13 6	25,002	25,002	25,015	0,127	0,081

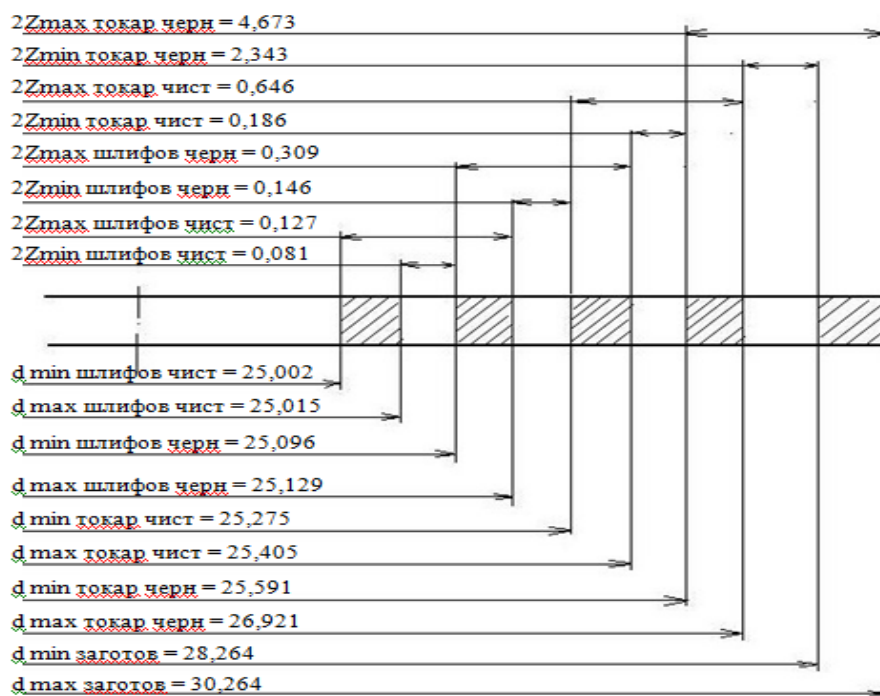


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков при обработке

$\varnothing 25k6(^{+0,015}_{+0,002})$

2.4.2 Определение промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей вала привода мотор - редуктора

№ оп	Наименование оп.	№ обрабатываемых поверхностей	Припуск на сторону, мм
005	Центровально-подрезная	1,22	1,8
010	Токарная (черновая)	9,11,13,15,16,18	1,5
015	Токарная (черновая)	3,5,7	1,5
020	Токарная (чистовая)	8-21	0,3
025	Токарная (чистовая)	2-7	0,3
030	Круглошлифовальная (черновая)	11,15,18,9	0,13
035	Круглошлифовальная (черновая)	3	0,13
070	Круглошлифовальная (чистовая)	11,18,15,9	0,07
075	Круглошлифовальная (чистовая)	3	0,07

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [8, с.28]

Группа стали – М2 [8, с.8]

Степень сложности – С1 [8, с. 29]

Остальные данные по заготовке представлены на чертеже заготовки в графической части работы.

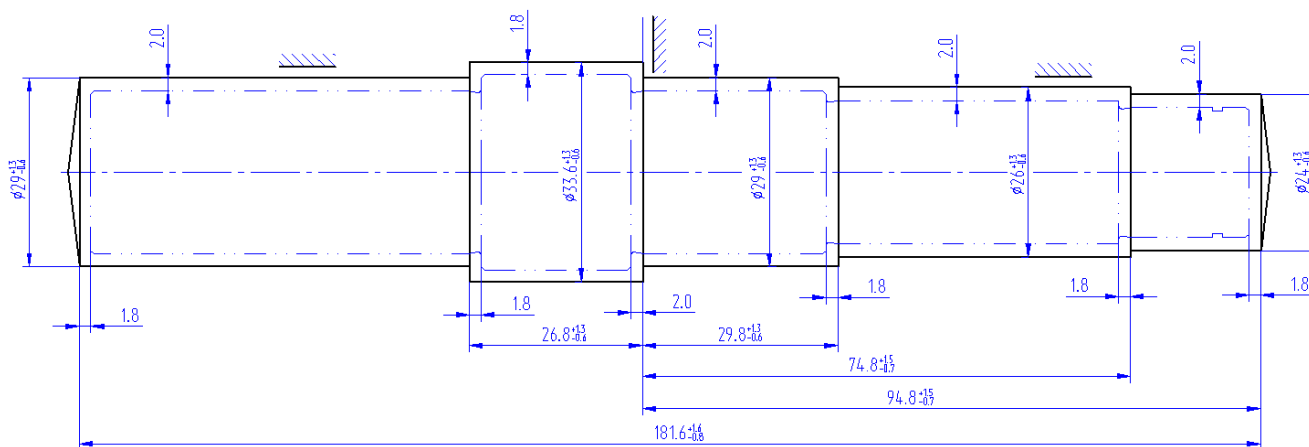


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (2.5).

$$V = 3,14/4 \cdot (29^2 \cdot 60 + 33,6^2 \cdot 26,8 + 29^2 \cdot 29,8 + 26^2 \cdot 45 + 24^2 \cdot 20) = 115958,0 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = V \cdot \gamma = 115958 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,91 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 0,68/0,91 = 0,75$$

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

Для обеспечения минимальной погрешности обработки необходимо использование принципов единства и постоянства баз. На первой операции механической обработки необходимо получить чистовые технологические базы с использованием черновых, указанных на чертеже заготовки.

Помимо численного не мало важно и минимизировать погрешность базирования это реализуется через совпадение измерительной и технологической баз.

2.5.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

На основе анализа базового технологического процесса, представленного в

таблице 1.4, спроектируем новый технологический маршрут обработки с учетом условий среднесерийного производства.

Обработку центровых отверстий и торцев производим на центровально-подрезном станке 2A923. Альтернативным вариантом является фрезерно-центровальная операция на станке МР-71М, но для данной детали штучное время получится выше.

Токарная черновая и чистовая обработка будет производиться на токарно-винторезных станках с ЧПУ RAIS T500.

Далее предварительное шлифование базовых шеек по 8 квалитету, производится на станке с ЧПУ 3М151Ф2. Альтернативным вариантом является тонкое точение, но оно менее эффективно из-за гораздо большего штучного времени и сложности получения стабильных размеров по 8 квалитету.

Далее на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ при установке заготовки в самоцентрирующем приспособлении производится фрезерование шпоночного паза и резьбового отверстия. Альтернативный вариант – шпоночно-фрезерная операция и сверлильная – менее эффективна из-за гораздо большего штучного времени и себестоимости.

Далее на слесарной операции производится удаление заусенцев электрохимическим методом. Альтернативным вариантом является удаление заусенцев вручную, но этот метод менее эффективен из-за гораздо большего штучного времени и меньшего качества.

Далее окончательные шлифовальные операции – шлифование центровых отверстий – подготовка баз.

Далее чистовое круглое шлифование наружных поверхностей.

Таблица 2.4- Технологический маршрут обработки вала привода мотор-редуктора

№ оп.	Наименование операции	№ базовых поверхностей	№ обраб. поверх.	Точность, квалитет	Ra, мкм	Оборудование
1	2	3	4	5	6	7
005	Центровально-подрезная	3,9,15	1,22 23,24	14 10	6,3 6,3	2A923

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7
010	Токарная (черновая)	1,23	9,11,13,15,16,18	13	12,5	RAIS T500
015	Токарная (черновая)	22,23	3,5,7	13	12,5	RAIS T500
020	Токарная (чистовая)	1,23	8-21	10	6,3	RAIS T500
025	Токарная (чистовая)	22,23	2-6 7	10 10	6,3 2,5	RAIS T500
030	Кругло- шлифовальная (черновая)	1,23	11,15,18 9	8 9	1,6 1,6	3М151Ф2
035	Кругло- шлифовальная (черновая)	22,23	3	8	1,6	3М151Ф2
040	Фрезерная	3,9,15	25,26,27 28 29,31 30,31	13 10 13 9	6,3 6,3 6,3 3,2	6904ВМФ2
045	Слесарная					4407
050	Моечная					КММ
055	Контрольная					
060	Термическая					
065	Центрошлифо- вальная	3,9,15	23,24	7	1,25	3922
070	Кругло- шлифовальная (чистовая)	1,23	11,18 15 9	6 6 7	0,63 1,25 1,25	3М151Ф2
075	Кругло- шлифовальная (чистовая)	22,23	3	6	1,25	3М151Ф2
080	Моечная					КММ
085	Контрольная					

2.5.3 Разработка плана обработки

Разработаем план обработки детали "Вал привода мотор-редуктора".

План обработки детали "Вал привода мотор-редуктора" представлен в графической части данной работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Задача раздела - выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление и инструмент, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальными затратами.

2.6.1 Обоснование выбора оборудования

Таблица 2.5 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок	Модель
1	2	3	4
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а	2A923
010 015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ	RAIS T500
020 025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ	RAIS T500
030 035	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный с ЧПУ	3M151Ф2
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ	6904ВМФ2
045	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев	4407
050 080	Моечная	Камерная моечная машина	-
065	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок	3922
070 075	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный с ЧПУ	3M151Ф2

2.6.2 Обоснования выбора приспособлений

Таблица 2.6 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособления	ГОСТ
005	Центровально-подрезная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом	12195-66
010 015	Токарная (черновая)	Патрон поводковый с центром Центр вращающийся тип А	2571-71
025 030	Токарная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71	8742-75
		Центр вращающийся тип А	8742-75
030 035	Круглошлифовальная (черновая)	Патрон поводковый с центром Центр упорный	2571-71 18259-72
040	Фрезерная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом	12195-66
065	Центрошлифовальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом	12195-66
070 075	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром Центр упорный	2571-71 18259-72

2.6.3 Обоснование выбора режущего инструмента

Таблица 2.7 - Выбор инструмента

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент
1	2	3
005	Центровально-подрезная	Пластина для подрезки ГОСТ 19052-80 Т5К10 Сверло центровочное Ø3,15, Ø 4 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
010 015	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3-х гранная, Т5К10 $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83
020 025	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина Т15К6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83
		Резец токарный канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная Т15К6 В = 1,6, h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83
030 035	Круглошлифо- вальная (черновая)	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
045	Фрезерная	Фреза шпоночная $\varnothing$ 8 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5
		Сверло спиральное комбинированное $\varnothing$ 7 Р6М5К5
		Метчик машинный М8 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81
065	Центрошлифо- вальная	Шлиф. головка EW10x15 91А F60 М 7 V А 20 м/с ГОСТ 2447-82.
070 075	Круглошлифо- вальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.6.4 Выбор контрольно-измерительных средств

Таблица 2.8 - Выбор инструмента

№ оп	Наименование операции	Мерительный инструмент
1	2	3
005	Центровально- подрезная	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
		Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3
010	Токарная (черновая)	Шаблон ГОСТ 2534-73,
015		Калибр-скоба ГОСТ18355-73
020	Токарная (чистовая)	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
025		Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Круглошлифовальная (черновая)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
035		Шаблон ГОСТ 2534-79
		Приспособление мерительное с индикатором
045	Фрезерная	Шаблон ГОСТ 2534-73
065	Центрошлифовальная	Шаблон ГОСТ 2534-73
		Приспособление мерительное с индикатором
070	Круглошлифовальная (чистовая)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
075		Шаблон ГОСТ 2534-79
		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 025.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь - вал привода мотор-редуктора

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_b = 785$ МПа

Заготовка- штамповка

Обработка производится в поводковом патроне с центром, центр вращающийся, люнет

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Обточить, выдерживая размеры $\varnothing 25,4_{-0,084}$;

$\varnothing 30_{-0,1}$; $112,2 \pm 0,07$; 2; 0,25; $0,5 \times 45^\circ$.

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Инструмент представлен в таблице выбор инструментов.

2.7.1.4 Данные оборудования

Модель-16K20Ф3

2.7.1.5 Расчет режимов резания

Толщина срезаемого слоя (припуск) $t = 0,3$ мм

Определяем подачу:

точение $\varnothing 25,4$ $S = 0.25$ мм/об [17 ,с.268].

точение $\varnothing 30$ $S = 0.15$ мм/об [17 ,с.268].

Определим скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.17)$$

где $C_U = 420$ [17, с.270]

$T = 60$ мин;

$m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.20$ [17, с.270]

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.18)$$

Коэффициенты:

K_{MU} – определяет состояние обрабатываемого материала [17, с.261]

$K_{ПУ}$ – определяет вид поверхности, $K_{ПУ} = 1.0$ [17, с.263]

$K_{ИУ} = 1,0$ [17, с.263]

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.19)$$

где $K_{\Gamma} = 1.0$ [17, с.262]

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$.

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{785}\right)^{1,0} = 0,95.$$

$$K_U = 0,95 \cdot 1.0 \cdot 1,0 = 0,95.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,95 = 278,1 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.20)$$

$$\text{обтачивание } \varnothing 25,4: \quad n_1 = \frac{1000 \cdot 278,1}{3,14 \cdot 25,4} = 3486 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{обтачивание } \varnothing 30: \quad n_2 = \frac{1000 \cdot 278,1}{3,14 \cdot 30} = 2952 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n_1 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

Фактическая скорость резания V , м/мин:

$$\text{обтачивание } \varnothing 25,4: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,5 \text{ м/мин};$$

$$\text{обтачивание } \varnothing 30: V_2 = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 2000}{1000} = 188,4 \text{ м/мин}$$

Определим силу резания P_z , Н

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (2.21)$$

где $C_p = 300$ [17, с.273]

$x=1.0, y=0.75, n= -0.15;$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.22)$$

K_{MP} – учитывает обрабатываемый материал[17, с.264]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.23)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03;$$

$$K_{\phi p}=0,89 \quad K_{\gamma p}=1,0 \quad K_{\lambda p}=1,0 \quad K_{rp} = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 188,4^{-0,15} \cdot 1,03 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 133 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{133 \cdot 188,4}{1020 \cdot 60} = 0,41 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Станок 16K20Ф3 имеет мощность главного движения $N_{шп} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт; $0,41 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на круглошлифовальную операцию 030

2.7.2.1 Исходные данные

Деталь- вал привода мотор-редуктора

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 785$ МПа

Заготовка- штамповка

Обработка- круглошлифовальная

Тип производства- среднесерийное

Приспособление- патрон поводковый с центром, центр упорный, люнет

Смена детали- ручная

Жесткость станка – средняя

2.7.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 030 Круглошлифовальная (черновая).

Содержание операции: шлифовать поверхн., выдерж. разм. $\varnothing 20,14_{-0,033}$; $\varnothing 22,14_{-0,033}$; $\varnothing 25,14_{-0,033}$; $73,71 \pm 0,05$

2.7.2.3 Выбор оборудования

Принимаем круглошлифовальный станок с ЧПУ модели 3М151Ф2 [10, с. 44]

Частота вращения шпинделя заготовки: $50-600 \text{ мин}^{-1}$

Частота вращения шпинделя шлифовального круга: 1590 мин^{-1}

Число скоростей шпинделя заготовки: бесступенчатое регулирование

Скорость врезной подачи шлифовальной бабки: $0,02-1,2 \text{ мм/мин}$

Скорость автоматического перемещения стола: $0,05-5 \text{ м/мин}$

Мощность: 15,2 КВт

Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки: 0,001 мм (0,1 стола)

Наибольший размер шлифовального круга:

- наружный диаметр 600 мм;
- высота 80 мм.

2.7.2.4 Выбор режущих инструментов

Круг шлифовальный 1 450x20x203 91A F46 P 4 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.7.2.5 Расчет режимов резания

Величина срезаемого слоя (припуск):

$t = 0,13$ мм.

Подача инструмента при черновом проходе $S_{\text{дв.ход}} = 0,005-0,010$ мм/дв.ход

Принимаем $S_{\text{дв.ход}} = 0,008$ мм/дв.ход

Подача минутная продольная S , мм/об, определяется по формуле

$$S = S_{\text{д}} \cdot V_{\text{к}}, \quad (2.25)$$

где $S_{\text{д}} = 0,3-0,4$

Принимаем $S_{\text{д}} = 0,4$

$S = 0,4 \cdot 20 = 8$ мм/об.

Скорость круга $V_{\text{к}}$, м/с

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 450 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 37 \text{ м/с}$$

Скорость вращения детали $V_{\text{д}}$, м/мин

$V_{\text{д}} = 35$ м/мин

Частота вращения шпинделя, n , мин⁻¹:

Переход 1: $n_{31} = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 35 / 3,14 \cdot 20,14 = 553$ мин⁻¹

Переход 2: $n_{32} = 1000 \cdot 35 / 3,14 \cdot 22,14 = 503$ мин⁻¹

Переход 3: $n_{33} = 1000 \cdot 35 / 3,14 \cdot 25,14 = 443$ мин⁻¹

На шлифовальном станке применяется бесступенчатое регулирование, принимается фактическая частота вращения шпинделя

$n_{31} = 553$ мин⁻¹

$n_{32} = 503$ мин⁻¹

$n_{33} = 443$ мин⁻¹

Режимы резания на остальные операции оформим в виде таблицы, пользуясь [1].

Таблица 2.9 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n_r , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость резания $V_{пр}$, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Центроваль-но-подрезная	Центровать $\varnothing 3,15$	1,57	0,1	10	1011	745	7,4
		Центровать $\varnothing 4$	2,0	0,1	11	875	745	9,3
		Подрезать торец 29	1,8	0,1	70	768	745	67,8
10	Токарная (черновая)	Обточить $\varnothing 21$	1,5	0,5	115	1744	1600	105,5
		Обточить $\varnothing 23$	1,5	0,5	115	1592	1600	115,5
		Обточить $\varnothing 26$	1,5	0,5	115	1408	1600	130,6
15	Токарная (черновая)	Обточить $\varnothing 26$	1,5	0,5	115	1408	1250	102,0
		Обточить $\varnothing 30,6$	1,5	0,5	115	1196	1250	120,1
20	Токарная (чистовая)	Обточить $\varnothing 20,4$	0,3	0,25	278	4339	2000	128,1
		Обточить $\varnothing 22,4$	0,3	0,25	278	3952	2000	140,6
		Обточить $\varnothing 25,4$	0,3	0,25	278	2485	2000	159,5
		Точить канавку $\varnothing 18,7 \times 1,6$	0,85	0,10	130	2213	2000	117,4
25	Токарная (чистовая)	Обточить $\varnothing 25,4$	0,3	0,25	278	2486	2000	159,5
		Обточить $\varnothing 30$	0,3	0,15	278	2952	2000	188,4
30	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать $\varnothing 20,12$	0,13	0,008*	35	553	553	35
		Шлифовать $\varnothing 22,12$	0,13	8	35	503	503	35
		Шлифовать $\varnothing 25,12$	0,13	0,008*	35	443	443	35
35	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать $\varnothing 25,12$	0,13	8	35	443	443	35
40	Фрезерная	фрезеровать паз $B=8$	4,2	0,08	26	1035	1000	25,1
		сверлить $\varnothing 7$	3,5	0,20	22	1000	1000	22,0
		Нарезать резьбу М8	1,0	1,0	8	318	315	7,9
70	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать $\varnothing 20$	0,07	0,005*	35	557	557	35
		Шлифовать $\varnothing 22$	0,07	8	35	506	506	35
		Шлифовать $\varnothing 25$	0,07	0,005*	35	446	446	35
75	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать $\varnothing 25$	0,07	8	35	446	446	35

*- подача поперечная в мм/дв. ход

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Рассчитаем нормы времени на все операции по [5]. Результаты расчетов

оформим в таблице 2.10

Таблица 2.10- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T _о	T _в	T _{оп}	T _{об.о т}	T _{п-з}	T _{шт}	п	T _{шт-к}
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
05	Центровально- подрезная	0,127	0,292	0,419	0,025	26	0,444	236	0,469
10	Токарная (черновая)	0,132	0,270	0,402	0,024	17	0,426	236	0,498
15	Токарная (черновая)	0,144	0,236	0,380	0,023	17	0,403	236	0,475
20	Токарная (чистовая)	0,223	0,388	0,611	0,037	20	0,648	236	0,732
25	Токарная (чистовая)	0,211	0,277	0,488	0,029	17	0,517	236	0,589
30	Круглошлифовальная (черновая)	0,296	0,336	0,632	0,075	7	0,707	236	0,736
35	Круглошлифовальная (черновая)	0,252	0,236	0,488	0,060	7	0,548	236	0,578
45	Фрезерная	1,048	0,425	1,473	0,088	28	1,561	236	1,671
75	Центрошлифовальная	0,210	0,462	0,672	0,076	7	0,748	236	0,777
80	Круглошлифовальная (чистовая)	0,242	0,536	0,778	0,081	7	0,859	236	0,889
85	Круглошлифовальная (чистовая)	0,236	0,286	0,522	0,061	7	0,583	236	0,612

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На токарной операции 025 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый поводковый рычажный патрон.

Основным недостатком данного патрона является: низкая точность установки заготовки из-за износа ползуна и втулки в местах контакта со сферическими концами рычага, невозможность регулировки кулачков.

Поэтому основной задачей является проектирование нового токарного рычажного патрона с большей надежностью закрепления и большей точностью установки. Вместо рычага со сферическими концами применим сборный рычаг с плунжерами, где контакт производится по плоскости, а не линии. Предусмотрим возможность регулировки кулачков в радиальном направлении.

3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания P_z .

Главная составляющая силы резания определена п. 2.8: $P_z = 133 \text{ Н}$

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.

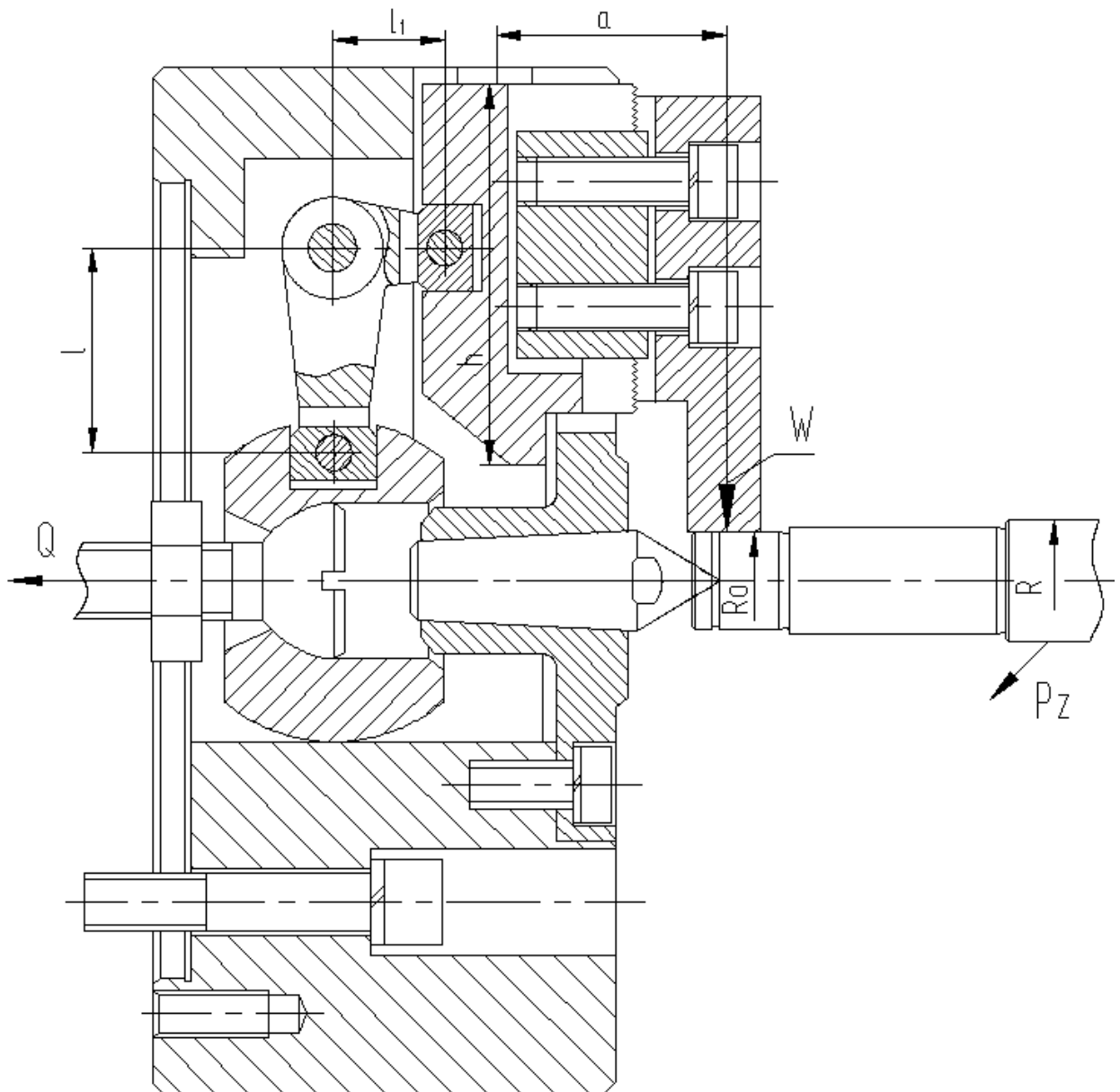


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Тогда условие равновесия имеет вид:

$$M_{тр} = M_{рез}, \quad (3.1)$$

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

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 цанг; При гладкой поверхности кулачков $f = 0,2$ [2, с. 153];

R_0 – радиус зажимаемой поверхности, мм;

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

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса

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

где коэффициенты:

K_0 – гарантированный запаса надежности. $K_0 = 1,5$ [18, с.382];

K_1 – изменение силы вследствие изменения глубины резания. $K_1 = 1,2$ [18, с.382];

K_2 – изменение силы при изменении состояния режущих кромок инструмента. $K_2 = 1,0$ [18, с.383];

K_3 – изменение силы при случайном или резком ее увеличении. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 – стабильность силы обеспечиваемой кулачками. $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 – удобство использования приспособления; $K_5 = 1,0$ [18, 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 $K = 2,5$.

Тогда:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 133 \cdot 30 / 2}{0,2 \cdot 20,5 / 2} = 2432 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема расположения сил 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]:

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

где $K_1 = 1,05$ [2, с.153]

$f_1 = 0,1$ [2, с.153];

a – вылет кулачка, мм; $a = 48$ мм;

h – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $h = 80$ мм.

$$W_1 = 1,05 \cdot \frac{2432}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot 48/80} = 3114 \text{ Н.}$$

Определяем исходное усилие Q :

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

где l_1, l – плечи рычага, мм

$$Q = 3114 \cdot \frac{21}{42} = 1557 \text{ Н.}$$

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 [18, 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 [18, 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:

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1557}{0,4 \cdot 0,9}} = 76.9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение пневмоцилиндра

$D = 80$ мм.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам проведенного проектирования выполним конструирование приспособления, чертеж представлен в графической части работы.

На переднем конце шпинделя базируется патрон и крепится с помощью пальцев 31 и гаек 28. На задний конец монтируется силовой привод в корпусе.

В корпусе 6 патрона установлены постоянные кулачки 12, к ним крепятся сменные кулачки 8. На осях 9 располагаются рычаги 14 зажимного механизма.

К корпусу 6 винтами 23 с шайбами 38 крепится фланец 18 с установленным в нем центром 19.

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

Пневмоцилиндр с помощью крышки 7 устанавливается на заднем резьбовом конце шпинделя. Шпиндель фиксируется на крышке 7 с помощью винта 27.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 21 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 13 через шток 22, тягу 19, винт 1 тянет втулку 3 влево, рычаг 16 поворачивается на оси 10, сдвигает сухарями 18 подкулачники 12 с закрепленными на них сменными кулачками 9, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 13 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

После шлифовальных операций 030,035 происходит промежуточный контроль биения базовых поверхностей относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для анало-

гичных деталей.

В базовом варианте контроль производится механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм.

3.2.2 Описание сущности усовершенствований

В отличие от базового варианта с индикаторами с ценой деления 0,005 мм и индикаторными блоками для контроля радиального биения и торцевого биения применим:

Электронный индикатор Mitutoyo 532A с ценой деления индикатора 0,001 мм, диапазоном хода головки 15 мм – для контроля радиального биения.

Электронный индикатор Mitutoyo 584A с ценой деления индикатора 0,001 мм, диапазоном хода головки 1 мм, возможностью измерения в двух направлениях – то есть торцевого биения левых и правых торцов одним индикаторным блоком.

3.2.3 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 9, к которому винтами 20 с шайбами 22 с помощью шпонок 15 крепятся стойки 11 и 12 с центрами 3 и 14. Центр 14 неподвижный, центр 3 подпружиненный. Центры крепятся с помощью винтов 18,19 с шайбами 21,22.

К основанию 9 винтами 17 с шайбами 21 крепится плита 10. На плиту 10 устанавливаются индикаторные блоки для контроля биения.

Индикаторный блок для контроля радиального биения содержит корпус 6, к которому винтом 5 крепится индикатор 1, установленный по отверстию.

Индикаторный блок для контроля торцевого биения содержит корпус 7, к которому винтом 4 крепится индикатор 1, установленный с помощью крепления типа «ласточкин хвост».

Винтами 16 к основанию 9 крепится табличка 13 с маркировкой обозначения чертежа приспособления, детали, даты.

Приспособление работает следующим образом.

Заготовку устанавливают в центрах. Индикаторный блок с индикатором 1 придвигают по плите 10 вперед до тех пор, пока он вставкой не упрется в контролируемую шейку заготовки. Блок с индикатором 2 двигают к валу до тех пор, пока он не упрется вставкой в торец заготовки. Заготовку проворачивают на 360° и по показаниям индикатора определяют величину биения шеек и торца относительно оси центров.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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	Центрование и подрезка	Центровально-подрезная операция	Сверловщик	Центровально-подрезной п/а 2А923	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ RAIS T500	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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	Пресс КГШП
2	Центровально-подрезная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Центровально-подрезной п/а 2A923
3	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Токарно-винторезный с ЧПУ RAIS T500
4	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904BMФ2
5	Круглошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся 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 3M151Ф2

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, защитный экран	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 нефте-газо-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, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
2	Участок лезвийной обработки	Центровально- подрезной п/а 2A923 Токарно-винторезный с ЧПУ RAIS T500 Горизонтально- фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пожары, свя- занные с вос- пламенением и горением жид- костей или плавящихся твердых ве- ществ и мате- риалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электриче- ского напряжения на токопроводящие части технологических уста- новок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества Воздействие огнету- шащих веществ
3	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Пожары, свя- занные с вос- пламенением и горением жид- костей или плавящихся твердых ве- ществ и мате- риалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электриче- ского напряжения на токопроводящие части технологических уста- новок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Воздействие огнету- шащих веществ

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

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первич- ные сред- ства по- жароту- шения	Мобиль- ные сред- ства пожа- ротушения	Стацио- нарные установки системы пожаро- тушения	Средства по- жарной автома- тики	Пожарное оборудова- ние	Средства индивиду- альной за- щиты и спа- сения людей при пожаре	Пожарный ин- струмент (меха- низированный и немеханизиро- ванный)	Пожарные сигнализа- ция, связь и оповеще- ние
Огнету- шители, внутрен- ние по- жарные краны, ящики с песком	Пожарные автомоби- ли, пожарные лестницы	Оборудо- вание для пенного пожаро- тушения	Приборы при- емно- контрольные пожарные, тех- нические сред- ства оповеще- ния и управле- ния эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, ру- кавные раз- ветвления	Веревки по- жарные, ка- рабины по- жарные, ре- спираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект ди- электрический	Автомати- ческие из- вещатели

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 – 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 6904ВМФ2	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 недозволенных 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 - необ-

ходимо 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.)
Фрезерование	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты	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 (ВКР) согласно нормативных документов.

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, периодичности 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 привода мотор-редуктора, 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 привода мотор-редуктора, 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 проекте технических решений.

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Вал привода мотор-редуктор». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
Операция 040 – Фрезерная Фрезерование шпоночных пазов. <u>Оборудование</u> – шпоночно-фрезерный п/а, модель 692Д. <u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие. <u>Инструмент</u> – фреза шпоночная Ø8 мм, Р6М5, ГОСТ 9140-78.	Операция 040 – Фрезерная Производится фрезерование шпоночного паза ($T_o=0,825$ мин.), сверление отверстий ($T_o=0,104$ мин) и нарезание резьбы ($T_o=0,119$ мин.). <u>Оборудование</u> – горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ, модель 6904ВМФ2. <u>Оснастка</u> – приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом. <u>Инструмент</u> – фреза шпоночная Ø8 мм, Р6М5К5, ГОСТ 9140-78; сверло спиральное комбинированное Ø7 мм, Р6М5К5; метчик машинный М7 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81.
Операция 041 – Сверлильная Производится сверление отверстий ($T_o=0,156$ мин) и нарезание резьбы ($T_o=0,178$ мин). <u>Оборудование</u> – горизонтально-расточной станок, модель 2М615. <u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие. <u>Инструмент</u> – сверло спиральное комбинированное Ø11 мм, Р6М5; метчик машинный М12 Р6М5 ГОСТ 3266-81.	

Продолжение таблицы 5.1

1	2
Масса детали $M = 0,68$ кг. Масса заготовки (штамповка) $M_z = 0,91$ кг Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71	
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_r, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$	2,151	1,671
		$T_{маш}, мин.$	1,32	1,048
			1,691 0,334	

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 509224,68$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 48,43$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 23,69$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (C_{ПОЛН(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \cdot \Pi_{Г} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (48,43 - 23,69) \cdot 10000 = 247400 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 247400 \cdot 0,2 = 49480 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = 247400 - 49480 = 197920 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{509224,68}{197920} + 1 = 3,57 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 197920 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 565259,52 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 565259,52 - 509224,68 = 56034,84 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{565259,52}{509224,68} = 1,11 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по фрезерным операциям технологического процесса изготовления детали «Вал привода мотор-редуктор». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 197920 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 56034,84 руб.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы предложены следующие пути совершенствования техпроцесса:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон поводковый с центром для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального и торцевого биения.

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 от внедрения данных мероприятий составит 56034,84 рубля.

Список используемой литературы

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.]; под ред. А.Д. Корчемкина. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с., 5000 экз.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст]: Учебное 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 [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 10 с.
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 16 с.
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с., 1000 экз. – ISBN 978-5-903034-08-6.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания [Текст] / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст] / Л.Н. Горина, - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7505-74; введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыднев. – М: Машиностроение, 1985. - 184 с., ил., 75000 экз.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100)

[Текст]/ Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..

11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК, 2008. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках [Текст]: Учеб. пособие для техникумов. / Н.А. Нефедов. 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Высш. Школа, 1986. – 239 с., ил., 10000 экз.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент". / Н.А.. Нефедов. 5-е изд. перераб. и доп - М.: Машиностроение, 1990.- 448 с. ил., - ISBN 5-217-01018-5.

14 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

15 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

16 Станочные приспособления: Справочник [Текст] В 2-х т. Т. 1./ Б.Н. Вардашкин [и др.]; под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова; - М.: Машиностроение, 1984, - 592 с., ил.

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

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

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу контрольного приспособления.

[illegible]

[illegible]

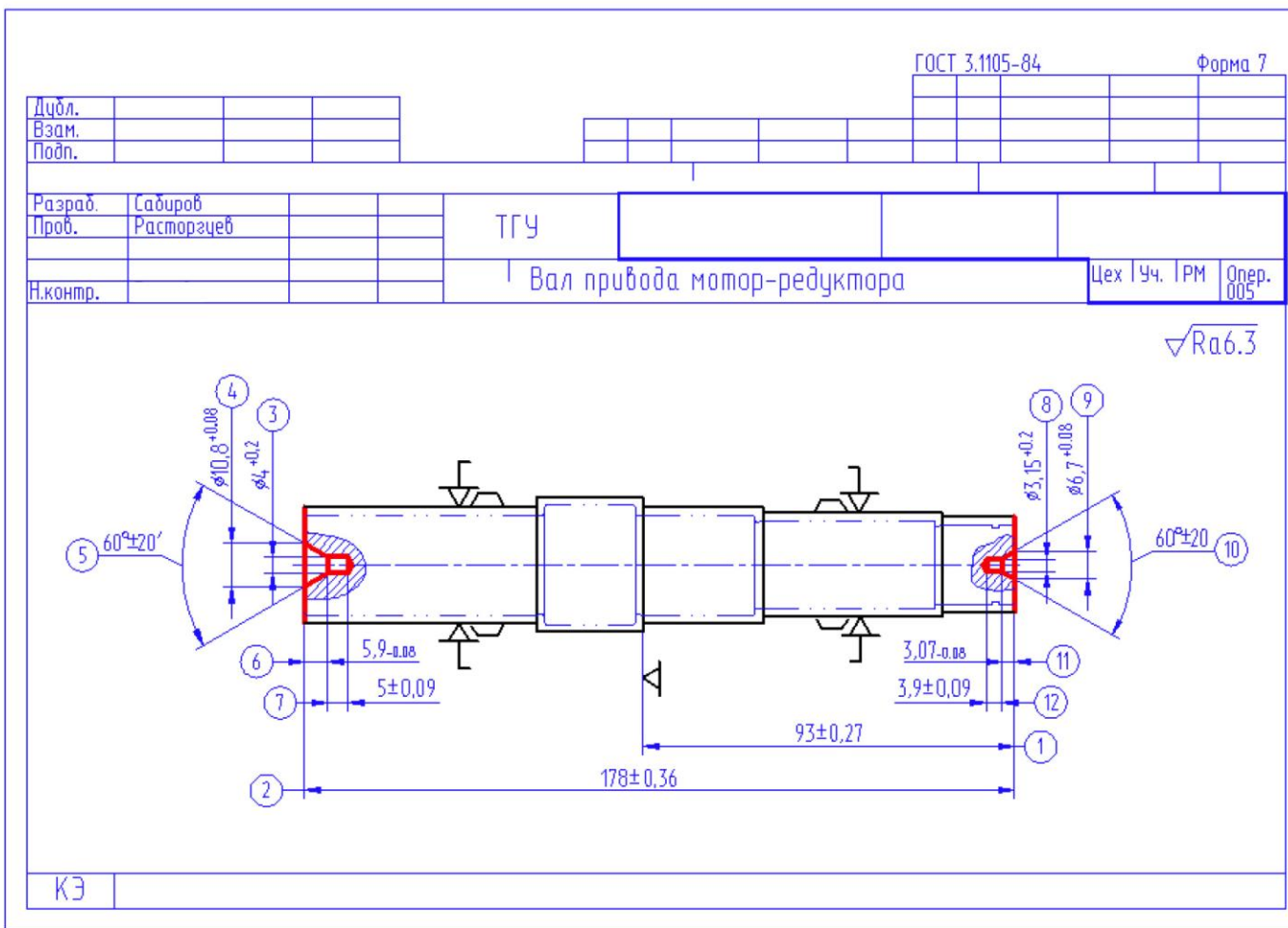
[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Т	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
02																			
03А	XXXXXX 040 4260 Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89																		
04Б	3816XXX 6906ВМФ2 2 18632 411 1Р 1 1 1 236 1 28 1,048																		
05О	Фрезеровать пазы, выдерж. разм. 1-8																		
06О	Сверлить отв., выдерж. разм. 9-12																		
07О	Нарезать резьбу, выдерж. разм. 13-14																		
08О	Контроль исполнителем																		
09Т	391810XXX- фреза шпоночная Ø8 Р6М5К5 ГОСТ 9140-78; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
10Т	391267XXX- сверло Ø7 комбинированное Р6М5К5; 391310XXX- метчик М8 ГОСТ 3266-81 Р6М5К5																		
11Т	393120XXX- калибр резьбовой ГОСТ 9039-83																		
12																			
13А	XXXXXX 045 0190 Слесарная																		
14Б	XXXXXX 4407																		
15О	Снять заусенцы электрохимическим методом																		
16																			
17А	XXXXXX 050 0130 Моечная																		
18Б	375698XXX КММ																		
МК																			

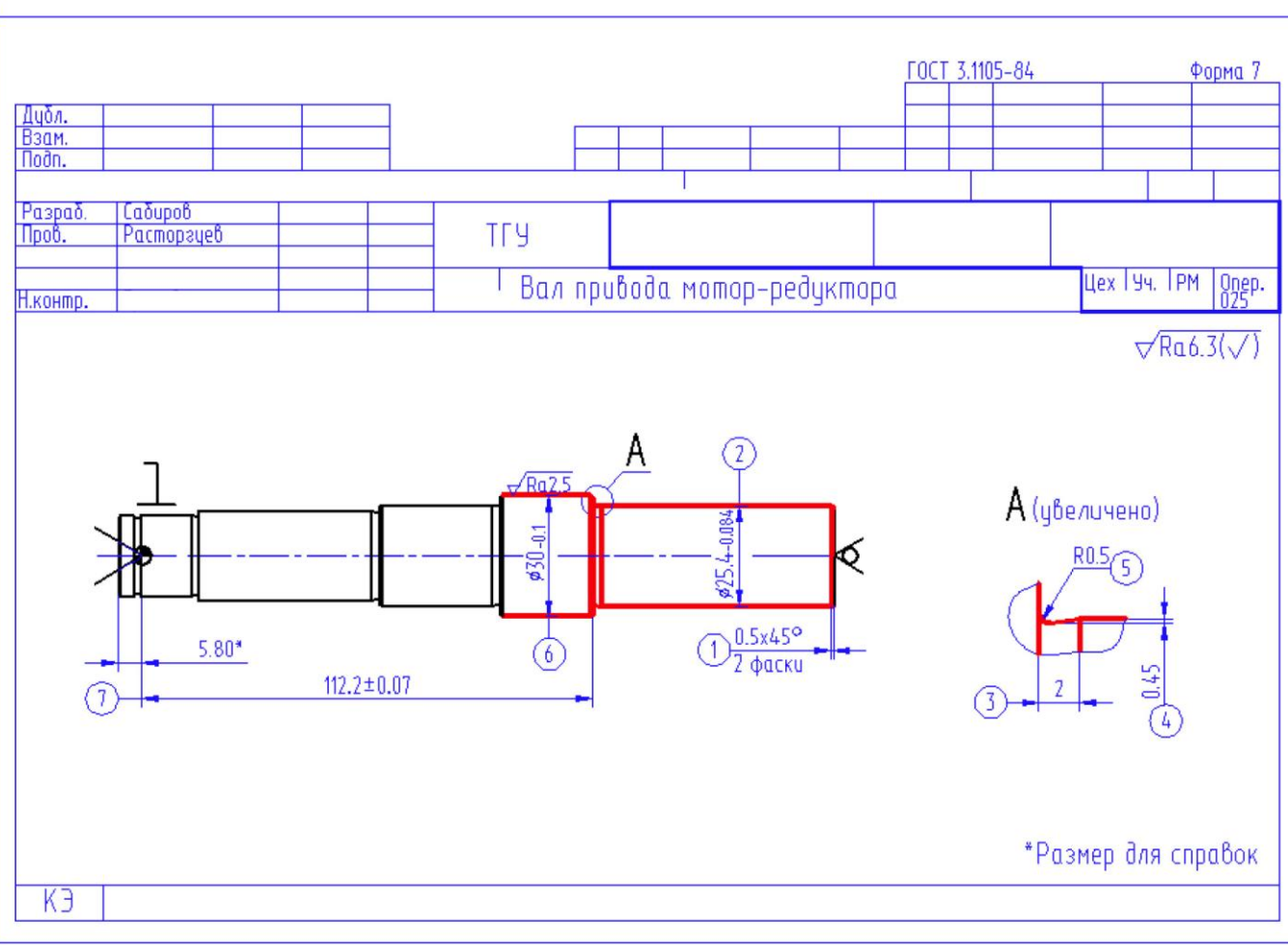
ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

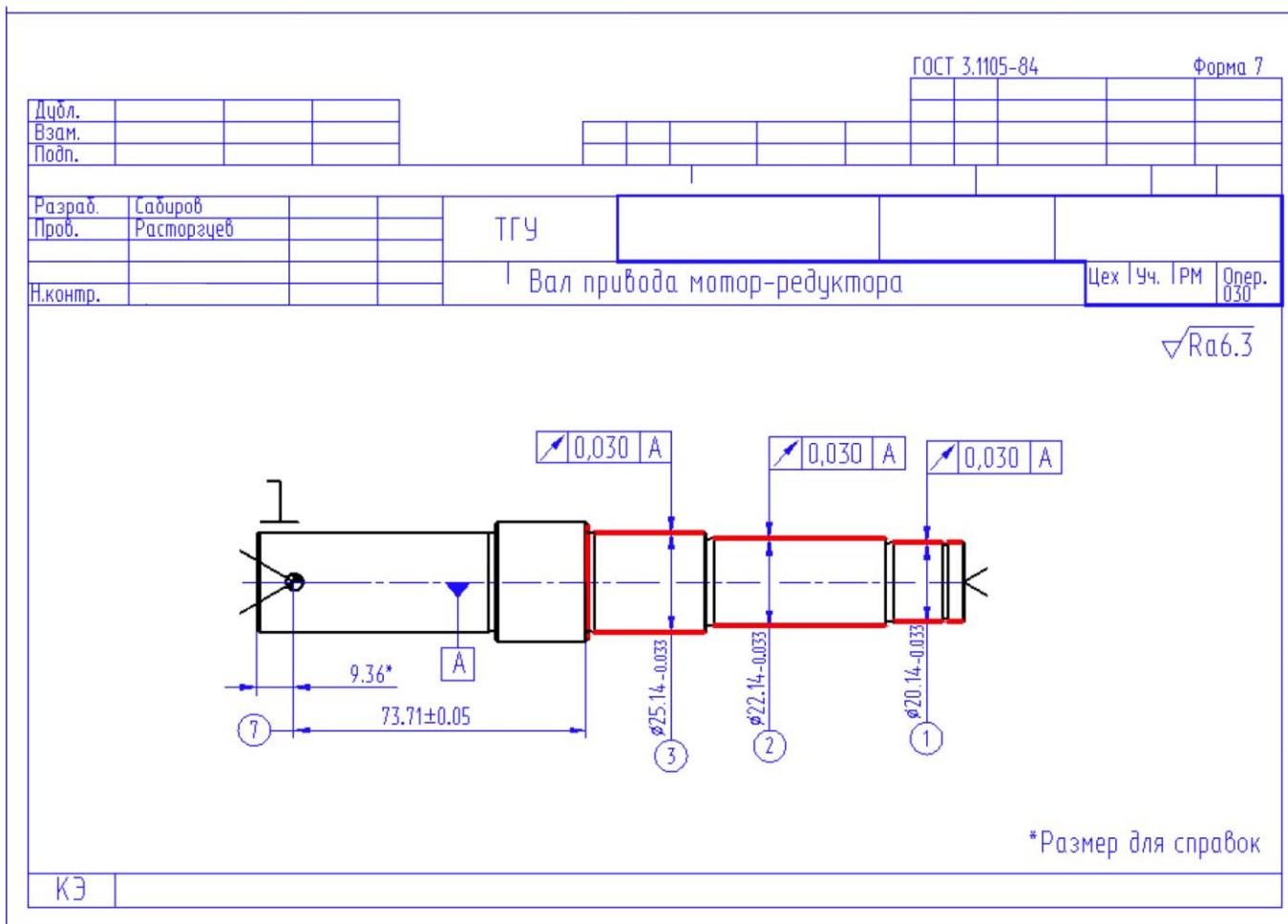
[illegible]

[illegible]



Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Сабиров																			
Пров.	Расторгуев																			
Н. Контр.	Виткалов																			
Вал привода мотор-редуктора																Цех	Уч.	РМ	Опер	
																025				
Наименование операции		Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД									
4110 Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		200 НВ	166	0,68	Ø33,6x181,6			0,91	1									
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ												
RAIS T500		XXXXXX		0,211	0,277	17	0,517	Укринол- 1												
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V									
01				ММ	ММ	ММ	ММ/об	об/мин	М/мин											
002	1. Установить и снять заготовку																			
Т03	396111XXX- патрон поводковый с центром; 396236XXX- центр вращающийся																			
004	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5																			
Т05	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																			
Т06	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																			
Р07				XX	25,4	60	0,30	1	0,25	2000	159,5									
Р08				XX	30,0	23	0,30	1	0,15	2000	188,4									
09																				
10																				
11																				
12																				
ОКП																				





Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.TM.545.60.000.CБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.TM.545.60.001	Корпус патрона	1	
		2	16.07.TM.545.60.002	Подкулачник	3	
		3	16.07.TM.545.60.003	Кулачок	1	
		4	16.07.TM.545.60.004	Сухарь	6	
		5	16.07.TM.545.60.005	Фланец	3	
		6	16.07.TM.545.60.006	Центр	1	
		7	16.07.TM.545.60.007	Втулка	1	
		8	16.07.TM.545.60.008	Рычаг	3	
		9	16.07.TM.545.60.009	Сухарь	3	
		10	16.07.TM.545.60.010	Сухарь	1	
		11	16.07.TM.545.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.TM.545.60.012	Корпус	1	
		13	16.07.TM.545.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.TM.545.60.014	Втулка	1	
		15	16.07.TM.545.60.015	Демпфер	2	
		16	16.07.TM.545.60.016	Шток	1	
		17	16.07.TM.545.60.017	Поршень	1	
		18	16.07.TM.545.60.018	Муфта	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.TM.545.60.000 Патрон поводковый Лит. Лист Листов ТГУ, гр. ТМбз-1101	
Разраб.	Сабиров					
Пров.	Расторгуев					
Н. Контр.	Виткалов					
Уте.	Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		19	16.07.TM.545.60.019	Тяга	3	
		20	16.07.TM.545.60.020	Фланец	1	
		21	16.07.TM.545.60.021	Центр	1	
		22	16.07.TM.545.60.022	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		M8x30.88	10	
		24		M10x20.88	3	
		25		M10x30.88	6	
		26		M12x60.88	1	
		27		Винт M6x20.48		
				ГОСТ 1477-75	3	
		28		Винт M6x15.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		29		Гайка M16.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
		30		Гайка M16x1,5-6H.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольцо ГОСТ 9833-73		
		31		018-026-25-2-4	1	
		32		024-030-25-2-4	2	
		33		062-068-30-2-4	3	
		34		074-080-30-2-4	1	
		35		070-080-40-2-4	2	
		36		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		37		Подшипник 3108		
16.07.TM.545.60.000						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

[illegible]

[illegible]

[illegible]