

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 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение авто-
матизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Технологический процесс изготовления установочной оправки
цангового патрона

Студент(ка)	<u>Артаментов Виталий Михайлович</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.

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 специалиста)

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение ав-
томатизированных машиностроительных производств**
Специальность «Технология машиностроения»

Студент Артаментов Виталий Михайлович гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления установочной оправки цангового патрона

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной
практики, программа выпуска 10000 деталей

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1) *Описание исходных данных*

2) *Технологическая часть проекта*

3) *Совершенствование операций с помощью научных исследований*

4) *Проектирование приспособления*

5) *Проектирование режущего инструмента*

6) *Проектирование производственного участка*

7) *Безопасность и экологичность технического объекта*

8) *Экономическая эффективность проекта*

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (8-10 листов формата А1)

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

*возможна замена или исключение по решению руководителя

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность проекта _____

Экономическая эффективность проекта _____

Нормоконтроль _____

7. Дата выдачи задания «31» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<i>А.В. Бобровский</i> <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<i>В.М. Артаментов</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления установочной оправки цангового патрона. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) выполнено проектирование технологического процесса изготовления установочной оправки цангового патрона в условиях производства среднесерийного типа.

Предлагается:

- использование нового техпроцесса изготовления детали в условиях производства среднесерийного типа;
- получение заготовки методом объемной штамповки с, рассчитанными аналитическим методом, припусками;
- применение оборудования высокой производительности - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение технологической оснастки с механизированным приводом;
- применение инструмента повышенной производительности с износостойкими покрытиями;
- на основе проведенных научных исследований предложено для шлифовальной обработки в качестве материала шлифовального круга применить сложнолегированный электрокорунд 91А на керамических боросодержащей К7 и бариевой К26 связках.
- спроектирован патрон поводковый с центром, с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектирован резец токарный сборный с механическим закреплением сменных режущих пластин.

ВКР состоит из пояснительной записки в размере 97 страниц, содержащей 30 таблиц, 9 рисунков, и графической части, содержащей 11 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Цель проекта.....	8
1 Описание исходных данных	10
1.1 Анализ служебного назначения детали	10
1.2 Анализ технологичности конструкции.....	13
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	16
1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса.....	18
2 Технологическая часть проекта.....	21
2.1 Выбор типа производства	21
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	21
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	28
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки.....	29
2.5 Разработка схем базирования	37
2.6 Технологический маршрут обработки детали	37
2.7 План обработки детали.....	39
2.8 Выбор средств технологического оснащения.....	39
2.9 Проектирование технологических операций	44
3 Совершенствование операций с помощью научных исследований ...	54
4 Проектирование приспособления.....	58
4.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	58
4.2 Расчет усилия резания	58
4.3 Расчет усилия зажима.....	58
4.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма.....	60
4.5 Выбор конструкции и расчет силового привода	61
4.6 Расчет погрешности установки	62
4.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления....	64
5 Проектирование режущего инструмента.....	66
5.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования	66

5.3 Проверочный расчет на прочность	67
6 Проектирование производственного участка	69
6.1 Выбор типа промышленного здания.....	69
6.2 Проектирование участка изготовления оправки	69
7 Безопасность и экологичность технического объекта	76
7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	76
7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	77
7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	78
7.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	79
7.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	82
7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	84
8 Экономическая эффективность проекта.....	85
8.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов	85
8.2 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	87
8.3 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП	88
8.4 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов.....	89
8.5 Расчет показателей экономической эффективности	92
Заключение.	94
Список используемой литературы.	95
Приложения	97

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности. Такая продукция как машины разнообразного функционального назначения поставляются во все отрасли народного хозяйства. Возрастание темпов развития народного хозяйства и промышленности, а так же темпов перевооружения их новыми технологиями в большой степени зависит от уровня развития отраслей машиностроения.

Темпы развития машиностроительных отраслей во многом определяют развитие смежных отраслей народного хозяйства. В самых разных производственных отраслях применяются детали типа «оправка». К подобным деталям предъявляются высокие требования по технико-экономическим показателям и следовательно они должны обладать высокой степенью надёжности, ремонтпригодности, технологичности. Зачастую эти показатели достигаются при проектировании и изготовлении оправок.

Основной задачей технологии машиностроения является проектирование полного комплекса, включающего технологические средства, обеспечивающие своевременный выпуск металлопродукции требуемого качества в необходимом количестве и в заданные сроки.

При технологической подготовке производства, как и при технической - разработка техпроцесса изготовления деталей машин является одним из определяющих факторов в цикле производства машин и механизмов.

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящается разработке технологического процесса изготовления установочной оправки цангового патрона в условиях производства среднесерийного типа.

К основным задачам, требующим решения при разработке новых техпроцессов, относят вопросы повышения точности при обработке, её качества, стабильность и долговечность деталей, пониженная себестоимость изготовления, что достигается совершенствованием техпроцессов. В данной выпускной квалификационной работе эти задачи решаются всесторонним анализом проектируемого техпроцесса, выявлением его основных недостатков и определением основных путей их решения.

Исходя из вышесказанного, целью ВКР является разработка техпроцесса изготовления оправки с повышенным качеством обработки, пониженной себестоимостью изготовления, посредством применения новых разработок в области современного машиностроения.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является установочной оправкой цангового патрона, устанавливается в станке Hermle C 40 и предназначена для установки инструмента и передачи вращающего момента.

На рисунке 1.1. приведен фрагмент шпиндельного узла станка.

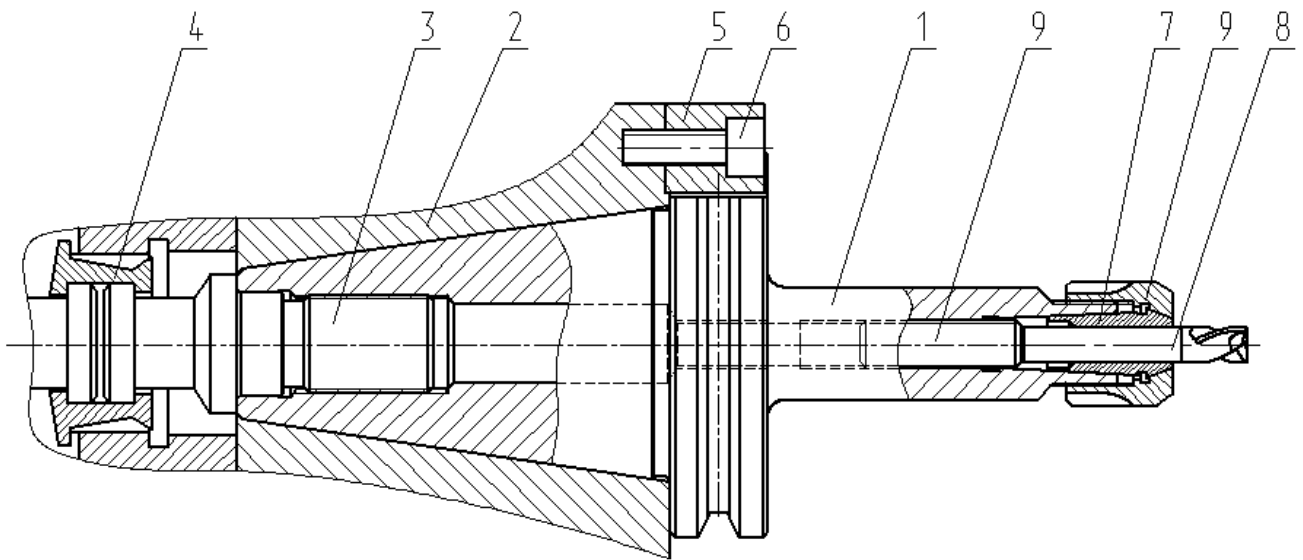


Рисунок 1.1 - Фрагмент шпиндельного узла станка.

Оправка установочная 1 (рисунок 1.1) устанавливается в шпинделе 2 и крепится через хвостовик 3 втулкой 4. В пазу оправки 1 установлена шпонка 5, которая крепится винтом 6 к шпинделю 2. В коническое отверстие оправки 1 установлена цанга 7, в которую устанавливается фреза 8. На резьбовом конце оправки 1 установлена гайка 9, которая сжимает лепестки цанги 7. Для регулировки вылета фрезы 8 в резьбовом отверстии оправки 1 установлен винт 9.

1.1.2 Анализ материала детали

Оправка работает в условиях высоких скоростей и переменных нагрузок,

поэтому имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал оправка: сталь 19ХГН ГОСТ 1414-75

Химический состав и механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 1414-75 представлены в таблицах 2.1. и 2.2.

В табл. 1.1 представлен хим. состав стали 19ХГН.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 19ХГН

В процентах

Элемент	С	S	P	Mn	Cr	Ni	Mo	Si
		не более						
состав	0.16- 0.21	0.035	0.035	0,7- 1,0	0,8- 1,1	0,8- 1,1	До 0,1	0.17- 0.37

В табл. 1.2 представлены физико-механические характеристики стали 19ХГН.

Таблица 1.2 - Физико-механические характеристики (19ХГН)

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
МПа	МПа	%	%	Дж/м ²	
930	1180	7	60	690	217

Обозначения в таблице 1.2:

- σ_B - временное сопротивление, МПа
- σ_T - предел текучести, МПа
- δ_5 - относительное удлинение при разрыве, %
- ψ - относительное сужение, %
- KCU - ударная вязкость, Дж /см²
- HB - твердость по шкале Бринелля

Согласно анализу таблиц 1.1 и 1.2 хим. состав стали 19ХГН и её механические свойства удовлетворяют служебному назначению детали, которая будет изготовлена из нее.

1.1.3 Классификация поверхностей изделия по служебному назначению

Выявим поверхности, влияющие на выполнение деталью своего служебного назначения, и произведём их классификацию (рисунок 1.2). Результаты представлены в таблице 1.3.

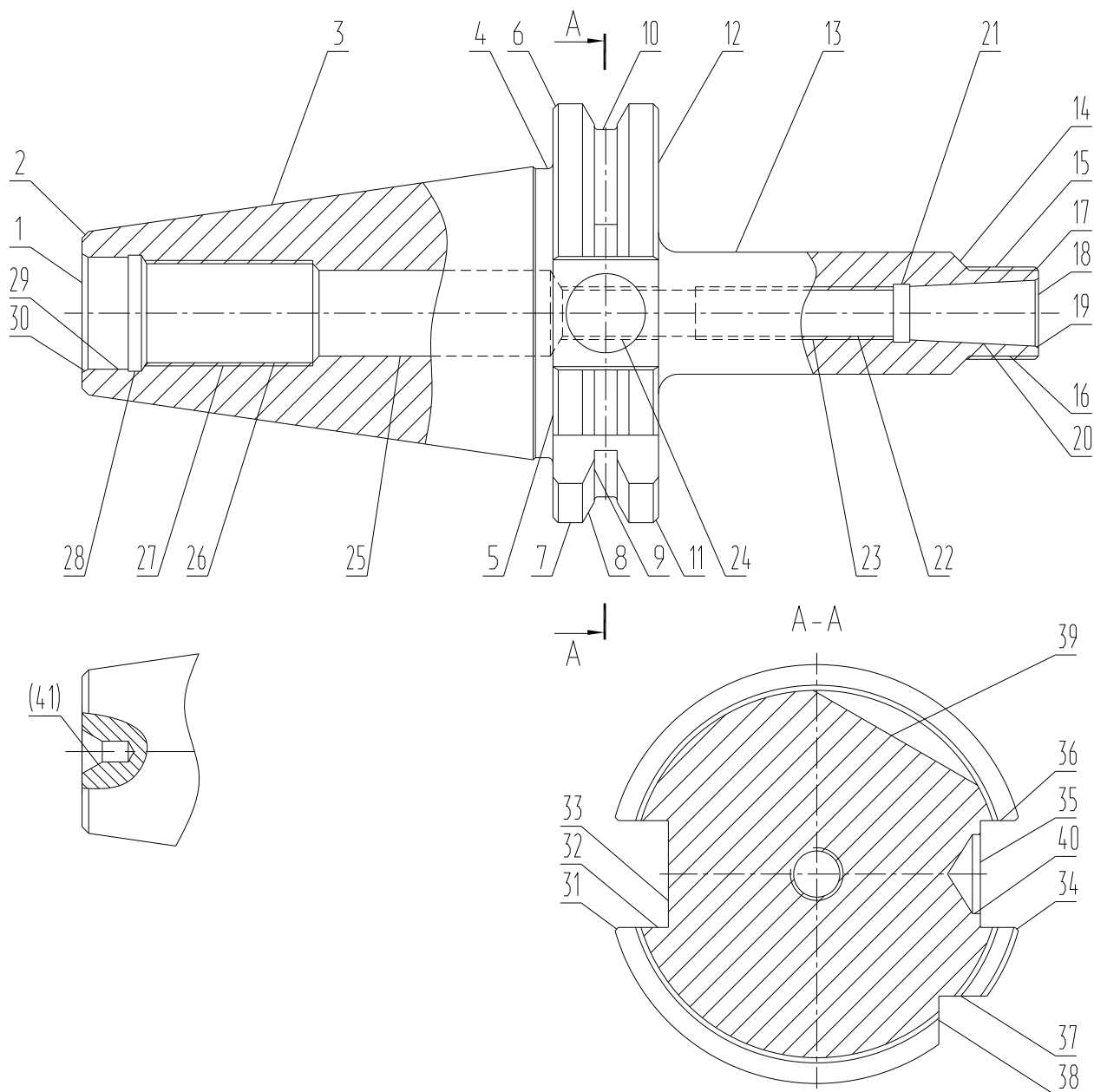


Рисунок 1.2 – Эскиз оправки с номерами поверхностей

Таблица 1.3 – Классификация по служебному назначению поверхностей изделия

Виды поверхностей	Номера поверхностей
Исполнительные	3, 20
Основные конструкторские базы (ОКБ)	3
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	1, 16, 23, 24, 29, 32, 36, 40
Свободные	остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Анализ технологичности по количественным признакам

1.2.1.1 Определение коэффициента унификации поверхностей

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y – число унифицированных поверхностей детали;

$K_y = 1$, так как все поверхности обрабатываются стандартным инструментом с использованием универсального оборудования и стандартной оснастки.

1.2.1.2 Определение коэффициента шероховатости поверхности

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.2)$$

где $B_{ср}$ - значение параметра шероховатости (среднее);

$$B_{ср} = \frac{B_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – значение параметра шероховатости;

Σni – число поверхностей с одинаковым значением шероховатости

$$B_{cp} = (2 \cdot 0,4 + 7 \cdot 0,8 + 31 \cdot 3,2) / 41 = 2,6 \text{ мкм},$$

$$K_{ш} = 1 / 2,6 = 0,4$$

Вывод: деталь нетехнологична, т.к. $K_{ш} > 0,32$. Но, так как минимальная шероховатость R_a в мкм получается на станке нормальной точности, а шероховатость свободных поверхностей получается одно- или двукратной обработкой, считаем, что деталь в целом является технологичной.

1.2.1.3 Коэффициент точности

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.4)$$

где A_{cp} - точность изготовления детали (средняя).

$$A_{cp} = \frac{A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – точность поверхности в числовом эквиваленте;

$\sum n_i$ – число поверхностей с одинаковой точностью

$$A_{cp} = (1 \cdot 7 + 3 \cdot 7 + 7 \cdot 9 + 3 \cdot 11 + 6 \cdot 10 + 20 \cdot 13) / 41 = 11,8$$

$$K_T = 1 - 1 / 11,8 = 0,13$$

Вывод: деталь технологична, т.к. $K_T > 0,8$. Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.2 Анализ технологичности по качественным признакам

Анализ технологичности выполним с целью выявления возможности понижения себестоимости обработки изделия за счет совершенствования его конструкции.

Критерии технологичности изделия:

- а) технологичность заготовки изделия,
- б) технологичность конструкции изделия,
- в) технологичность при базировании и закреплении,
- г) технологичность поверхностей, подвергаемых обработке.

1.2.2.1 Технологичность заготовки изделия

Изделие – оправка изготавливается из стали 19ХГН ГОСТ 1414-75 методом горячей объемной штамповки в серийном производстве или из проката в единичном. Конфигурация контура достаточно простая.

То есть, заготовка достаточно технологичная.

1.2.2.2 Технологичность конструкции изделия

В рабочем чертеже содержится вся необходимая графическая информация для полного представления о конструкции оправки с указанием всех размеров, отклонений геометрических форм.

Изделие представляет класс деталей типа тела вращения, для которого разработан типовой ТП.

Конфигурация оправки позволит выполнить обработку всех поверхностей одного конца на одном установе, а другого - на втором установе. Каждый установ позволяет обрабатывать поверхности либо последовательно одним инструментом, либо параллельно разными инструментами.

Форма оправки предполагает использование механизации и автоматизации при установке и обработке. Поверхности изделия позволяют проводить обработку на универсальном оборудовании при помощи стандартных режущих инструментов.

То есть, деталь по конфигурации технологична.

1.2.2.3 Технологичность при базировании и закреплении

Технологичность при базировании и закреплении оправки определяется наличием естественных баз, а также возможностью обеспечения совпадения технологических и измерительных баз с сохранением точности и шероховатости.

Анализ конструкции изделия позволяет выбрать в качестве технологических баз на фрезерно-центровальной операции пов. 3, 13 и торец пов. 5.

В качестве баз на токарной и круглошлифовальной предварительной операциях используем центровые отверстия.

На расточной операции в качестве баз возможно использовать пов. 3,13 и торец пов. 5.

При центрошлифовальной обработке в качестве баз используется пов. 3,13 с торцом 5.

На фрезерной операции в качестве баз возможно использовать центровые отверстия 41 и торец 1

При шлифовальной окончательной обработке необходимо использовать центровые фаски 30,19 и торцы 1,18.

При внутришлифовальной обработке правого конца в качестве баз используем пов. 3, при обработке левого - пов. 13 и торец 12.

То есть, обработка поверхностей цилиндрической формы позволяет использовать одни и те же базы.

Большинство случаев базирования позволяет в качестве технологических баз использование измерительных.

То есть, технологичность при базировании и закреплении является удовлетворительной.

Таким образом, конструкция оправки является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

В задачу входит выявление недостатков базового варианта техпроцесса (ТП), при устранении которых будет достигнута цель работы.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Анализируя технологический маршрут базового ТП, выявляем недостатки порядка следования и содержания каждой операции. В таблице 1.4. представлено содержание каждой операции базового технологического маршрута.

Таблица 1.4 - Анализ базового технологического процесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент	
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				0,11
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый	Резец подрезной Т5К10 Сверло центровочное Р6М5	0,15

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
015	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец подрезной Т5К10 Резец проходной Т5К10	1,60
020	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,80
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,20
030	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,25
035	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,20
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р83Ш	Тиски	Фреза дисковая Р6М5	0,60
045	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5	0,15
050	Координатно-расточная	Сверлильно-фрезерно-расточной ИР800МФ4	Приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5 Цековка Р6М5 Резец расточной Р6М5 Резец канавочный Р6М5	1,80
055	Слесарная			Метчик машинный Р6М5 Напильник	0,2
060	Термическая (цементация, закалка)				
065	Гальваническая (оксидировать)				
070	Центрошлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К228В	Патрон 3-х кулачковый	Шлифовальный круг	0,15

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
075	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,20
080	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,25
085	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,20
090	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок MATRIX-47	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,30
095	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К228В	Патрон цанговый. Люнет	Шлифовальный круг	0,35
100	Контрольная				
105	Маркировочная				

1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Анализируя заводской ТП обработки оправки выявляем, что базовый ТП возможно использовать только в единичном и мелкосерийном производствах. Оборудование и оснастка, используемые в ТП, не позволяют обеспечивать высокую производительность в среднесерийном производстве.

При анализе базового ТП выявили ряд недочетов, которые не позволяют повысить производительность обработки оправки и снизить её себестоимость.

Приведем основные из них:

- 1) Оборудование – либо универсальное низкопроизводительное типа 16К20, либо дорогое типа ИР800МФ4;
- 2) Штучное время на операциях токарной обработки слишком большое, неоптимальные режимы резания и применение универсальных станков;
- 3) Центровые отверстия обрабатываются на токарной операции, а не на фрезерно-центровальной (или центровально-подрезной), что обеспечит большую точность;

- 4) После ТО центровые фаски шлифуют на внутришлифовальном станке за два установка, что снижает точность их взаимного расположения;
- 5) Резьба выполняется на слесарной операции;
- 6) Вспомогательное время на фрезерной и координатно-расточной операциях слишком большое, вследствие неоднократной переустановки заготовки с ручной выверкой;
- 7) Универсальный инструмент низкой производительности;
- 8) Применяемая универсальная оснастка предполагает слишком большое штучное время;
- 9) Низкий уровень автоматизации и механизации на всех операциях.
- 10) Применение универсального низкопроизводительного контрольного инструмента предполагает слишком большое время на контрольные операции.

1.4.2 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

С учетом указанных недостатков базового ТП, формулируем задачи работы и возможности совершенствования ТП:

- 1) использовать в условиях среднесерийного производства высокопроизводительное оборудование;
- 2) провести расчет припуска на обработку поверхности по современной методике и провести проектирование заготовки, получаемую методом штамповки с минимально возможными припусками;
- 3) рассчитать наиболее оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность;
- 4) центровые отверстия обработать на центровально-подрезной операции, что обеспечит большую точность и снизит штучное время. Вместо стандартной головки примем центровально-подрезную головку фирмы Guhring, отличающуюся более высокой точностью обработки;
- 5) вместо шлифования центров на внутришлифовальном станке применить шлифование на центрошлифовальном станке. Вместо обычного вертикального центрошлифовального станка с обработкой с двумя установками применим горизонтальный двухсторонний станок для шлифовки центров с ЧПУ ZS 2000 фирмы Henninger, предназначенный для одновременной обработки центров с двух сторон заготовки. Это уменьшит штучное время, увеличит точность центров, уменьшит припуски на обработку;
- 6) для обработки отверстий и резьб применить современный горизонталь-

ный фрезерно-расточной станок 500Н производства ОАО «Стерлитамак-М.Т.Е.», что позволит обработать все отверстия детали с высокой точностью за один установ. Резьбу в отверстиях нарезать на этой операции.

7) на вертикально-фрезерной операции применить вертикальный фрезерно-расточной станок 400V, оснащенный автоматическим поворотным столом CNR 200R, с установкой заготовки в центрах, это позволит обработать все пазы и отверстия с одного установка в автоматическом цикле;

8) применить электрохимическую операцию, которая позволит снизить штучное время по сравнению со слесарной;

9) применить инструмент высокой производительности с износостойким покрытием;

10) применить специализированную оснастку с гидро- и пневмоприводом;

11) применить высокопроизводительные контрольные приспособления и инструменты с высокоточными электронными индикаторами;

12) повысить производительность и стойкость инструмента;

13) спроектировать оснастку для токарной операции;

14) спроектировать резец токарный;

15) провести анализ ТП с точки зрения опасных и вредных производственных факторов и принять меры по их устранению либо минимизации их воздействия на человека;

16) определить экономический эффект от усовершенствования ТП.

Решению этих задач посвящены последующие разделы ВКР.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Тип производства будем определять, исходя из годового объема выпуска деталей, сложности, размерами и массы. Предварительно тип производства определим по формуле [5]:

$$N_0 = Nm^{0.7} K_T, \quad (2.1)$$

где m – масса детали, кг;

N_0 и N – расчетный и фактический объем выпуска, дет./год;

K_T – коэффициент сложности детали; для средней сложности $K_T= 1$, простой – $K_T= 0,75$, сложной – $K_T= 1,35$.

Тогда при $N_0 = 350..2400$ производство считают мелкосерийным, $2400..16000$ – среднесерийным, $16000..90000$ – крупносерийным [5].

$N_0 = 10000 \cdot 0,8^{0.7} 1,35 = 11547$, что соответствует среднесерийному производству.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Анализ физико-технологических характеристик стали 19 ХГН, конфигурации и размеров оправки позволил выявить, что в качестве заготовки может быть:

- поковка или штамповка;
- прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (2.2)$$

где $M_{д}$ – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [9, с. 23]. Для данной детали примем $K_p = 1.6$

$$M_{ш} = 0.8 \cdot 1.6 = 1.28 \text{ кг}$$

По ГОСТ 7505-89 [9] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- группа стали – М2 [5];
- класс точности – Т3 [5];
- степень сложности – С2 [5].

Масса проката $M_{пр}$, кг определяется по формуле [14]

$$M_{пр} = V \cdot \gamma, \quad (2.3)$$

где V – объем проката, м^3 ;

γ - удельная плотность материала детали, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Прокат представляет собой цилиндр, с диаметром $d_{пр}$, мм и длиной $l_{пр}$, мм.

Определим их по выражениям:

$$d_{пр} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 63,5 \cdot 1,05 = 66.69 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где $d_{д}^{\max}$ – максимальная величина диаметра детали, мм

Округляем до большего значения $d_{пр} = 68 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,01 = 145 \cdot 1,01 = 152,3 \text{ мм} \quad (2.5)$$

где $l_{\text{д}}^{\text{max}}$ – максимальная длина детали, мм

Объем цилиндрических элементов заготовок V , мм³, определяется выражением:

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 68^2 \cdot 152,3 / 4 = 552825 \text{ мм}^3 \quad (2.6)$$

Масса заготовки из круглого проката:

$$M_{\text{пр}} = 552825 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 4,34 \text{ кг}$$

Расчетные данные позволяют выбрать размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006:

$$\text{Круг} \frac{68 - \text{В} - \text{ГОСТ} 2590 - 2006}{19\text{ХГН} - \text{ГОСТ} 1414 - 75}$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Окончательно решим, какой способ изготовления заготовки выбрать на основании расчета экономического эффекта.

В качестве критерия оптимальности выбираем минимальную величину стоимости изготовления оправки $C_{\text{д}}$, руб, которую определим по формуле

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{з}}$ – стоимость заготовки, руб [14, с. 24];

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

$C_{\text{отх}}$ – стоимость отходов от механической обработки, руб.

Для сравнения вариантов на начальном этапе проведем укрупненный расчет затрат.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки.

Стоимость штамповки определяется по формуле

$$C_3 = C_6 \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (2.8)$$

где C_6 – базовая стоимость одного кг заготовки, руб/кг;

$M_{ш}$ – примерная масса штамповки, кг;

K_T – коэффициент, зависящий от класса точности штамповки;

$K_{сл}$ – коэффициент, зависящий от степени сложности штамповки;

K_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

K_M – коэффициент, зависящий от материала;

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий серийность производства.

$$C_6 = 11,2 \text{ руб/кг [14, с. 23]}$$

$$\text{Класс точности Т3} - K_T = 1,0 \text{ [14, с. 24]}$$

$$\text{Степень сложности С2} - K_{сл} = 0,89 \text{ [14, с. 24]}$$

$$K_B = 1,29 \text{ [14, с. 24]}$$

$$\text{Для стали 19 ХГН принимаем } K_M = 1,27 \text{ [14, с. 24]}$$

$$\text{Для среднесерийного производства } K_{п} = 1,0 \text{ [8, с. 24]}$$

$$C_3 = 11,2 \cdot 1,28 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,29 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 20,90 \text{ руб}$$

Стоимость мех. обработки штамповки $C_{мо}$, руб, определим по формуле:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.9)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на съем одного кг материала, руб/кг.

Удельные затраты при механической обработке резанием $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.10)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

C_k – капитальные затраты, руб/кг;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E = 0,1 \dots 0,2$). Для машиностроения принимает $E_n = 0,16$

Принимаем $C_c = 14,8$ руб/кг, $C_k = 32,5$ руб/кг [8, с. 25]

Тогда

$$C_{мо} = (1,28 - 0,8) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 9,60 \text{ руб}$$

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

$$C_{отх} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{отх}, \quad (2.11)$$

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

Принимаем $C_{отх} = 0,4$ руб/кг [14, с. 25]

Тогда

$$C_{отх} = (1,28 - 0,8) \cdot 0,4 = 0,19 \text{ руб.}$$

$$C_{д} = 20,90 + 9,60 - 0,19 = 30,31 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Стоимость заготовки из сортового проката определяется по формуле

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз}, \quad (2.12)$$

где $C_{мпр}$ – стоимость материала одного кг проката в руб/кг; $C_{мпр} = 12$ руб/кг

[14, с. 26]

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{оз} = \frac{C_{пз} \cdot T_{шт}}{60}, \quad (2.13)$$

где $C_{пз}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{пз} = 30,2$ руб/ч [14, с. 26]

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Штучное время $T_{шт}$, мин, определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.14)$$

где T_o – основное технологическое время, мин;

φ_k – коэффициент, учитывающий тип производства и вид оборудования.

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

$$T_o = 0,19 \cdot d_{пр}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.15)$$

где $d_{пр}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 68^2 \cdot 10^{-3} = 0.88 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0.88 \cdot 1,5 = 1.32 \text{ мин}$$

$$C_{оз} = 30,2 \cdot 1.32 / 60 = 0.66 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз} = 12 \cdot 4.34 + 0.66 = 52.74 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (4.34 - 0.8) \cdot (14.8 + 0.16 \cdot 32.5) = 70.79 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{\text{отх}} = (4.34 - 0.8) \cdot 0.40 = 1.42 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{\text{д}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 52.74 + 70.79 - 1.42 = 122.12 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

Определение коэффициента использования материала $K_{\text{им}}$:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} \quad (2.16)$$

Для штамповки

$$K_{\text{им}} = 0.80 / 1.28 = 0.63$$

Для проката

$$K_{\text{им}} = 0.80 / 4.34 = 0.18$$

Сравнив технологическую себестоимость по вариантам, заключаем, что наиболее оптимальным является вариант получения заготовки штамповкой.

Годовой экономический эффект, $\mathcal{E}_{\text{г}}$, руб, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (C_{\text{д пр}} - C_{\text{д шт}}) \cdot N_{\text{г}}, \quad (2.17)$$

где $N_{\text{г}} = 10000$ шт/год- годовой выпуск изделий

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (122.12 - 30.31) \cdot 10000 = 918100 \text{ руб}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки [14].

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1, где обозначено:

П- подрезка,	Ц- центрирование,
Т- точение черновое,	Тч- точение чистовое,
Ш- шлифование черновое,	Шч- шлифование чистовое,
Ф- фрезерование,	С- сверление,
Р- растачивание черновое,	Рч- растачивание чистовое,
Рз- резбонарезание,	Рш- резьбошлифование,
То - термообработка	

Таблица 2.1- Последовательность обработки поверхностей оправки

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Твердость HRC	Шероховатость Ra, мкм	Маршруты Обработки (получаемый квалитет)	Коэффициент трудоемкости
41	10	60	3,2	Ц(10), ТО, Шч(7)	4,0
1,18	9	60	0,8	П(12), Ш(9), ТО, Шч(8)	3,5
2,4,6,9,10,11,14,14	14	60	3,2	Т(13), Тч(13), ТО	2,2
15	6g	60	0,8	Т(13), Тч(10), РШ(6g), ТО	3,7
3	6	60	0,4	Т(13), Тч(10), Ш(8), ТО, Шч(6)	4,3
5,7,8,12,13	9	60	0,8	Т(13), Тч(10), Ш(9), ТО, Шч(8)	4,3
29,20	7	60	0,4	С(14), Р(13), Рч(10), Ш(8), ТО, Шч(7)	9,2
30,19	7	60	1,25	Рч(10), ТО, Шч(7)	4,2
28,21	14	60	3,2	С(13), Рч(10), ТО	2,6
25,26,22,40	14	60	3,2	С(13), ТО	1,2
23,24,27	7H	60	3,2	С(1), Рз(7H), ТО	2,4
31,34,39	14	60		Ф(13), ТО	1,5
32,36,33,35,37,38	11	60		Ф(10), ТО	1,5

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчето-аналитическим методом

Заготовка выполнена штамповкой

Рассчитаем припуски на базовый диаметр хвостовика 7: 24 - $\varnothing 44,45h_{6(-0,016)}$

В таблице 2.2 представлены последовательность обработки заданной поверхности и технологическое оснащение.

Таблица 2.2 - Последовательность этапов снятия припуска поверхности и необходимое технологическое оснащение

№	Код операции	Метод обработки поверхностей	Оборудование	Установка заготовки
1	015	Точение черновое	16А20Ф3	В центрах
2	025	Точение чистовое	16А20Ф3	В центрах
3	035	Шлифование черновое	ЗБ153Т	В центрах
4	100	Шлифование чистовое	ЗБ153Т	В центрах

Данные по элементам припуска и результаты его расчета представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Данные по элементам припуска

№ перехода	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min мкм	Операц допуск Td/JT	Предельные размеры, мм		Предельные припуски мм	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Штамповать	160	190	625	-	-	1600 15	48.61	47.01	-	-
2	Точить начерно	20	28	32	400	2190	390 13	45.2	44.81	3.8	1.81
3	Точить начисто	12	20	25	24	192	98 9	44.71	44.61	0.588	0.098
4	Шлифовать начерно	6	10	12	16	123	39 8	44.53	44.5	0.223	0.084
5	Шлифовать начисто	2	8	6	0	56	16 6	44.45	44.43	0.095	0.040

Расчет припуска по технологическим переходам

Величина микронеровностей Rz и глубина дефектного слоя h определяет-

ся по таблицам [5] и [10].

Определение элементов припуска ρ_o и $\varepsilon_{уст}$

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{КСМ}^2 + \rho_{КОР}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.18)$$

где погрешность смещения разъема штампов $\rho_{см} = 0,4$ мм

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l = 1,0 \cdot 72 = 68 \text{ мкм} \quad (2.19)$$

где l - максимальное расстояние от обрабатываемой поверхности до одного из крайних торцев, мм;

Δ_k – удельное коробление, мкм/мм

Величина отклонения расположения центровки определим выражением [5]

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.20)$$

где δ_3 – допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на фрезерно-центровальных операциях. $\delta_3 = 1,6$ мм

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1,6^2 + 1} = 0,472 \text{ мм}$$

Суммарное отклонение расположения

$$\rho_o = \sqrt{0,4^2 + 0,072^2 + 0,472^2} = 0,623 \text{ мм}$$

Погрешность установки при базировании заготовки в центрах по формуле

$$\varepsilon_{уст} = 0,25 \varepsilon_{заг} = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400 \text{ мм} \quad (2.21)$$

Определим величину остаточного суммарного расположения заготовки после черновой обработки [5]:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho_0, \quad (2.22)$$

где K_y - коэффициент уточнения

для пер. 2 $K_y = 0,06$

для пер. 3 $K_y = 0,04$

для пер. 4 $K_y = 0,02$

для пер. 5 $K_y = 0,01$

$$\rho_2 = K_{y2} \cdot \rho_0 = 623 \cdot 0,06 = 37$$

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_0 = 623 \cdot 0,04 = 25$$

$$\rho_4 = K_{y4} \cdot \rho_0 = 623 \cdot 0,02 = 12$$

$$\rho_5 = K_{y5} \cdot \rho_0 = 623 \cdot 0,01 = 6$$

погрешность установки

$$\varepsilon_{\text{уст3}} = \varepsilon_{\text{уст}} K_{y2} = 400 \cdot 0,06 = 24$$

$$\varepsilon_{\text{уст4}} = \varepsilon_{\text{уст}} K_{y3} = 400 \cdot 0,04 = 16$$

погрешность установки на 5 пер. $\varepsilon_{\text{уст5}} = 0$

Минимальный припуск на черновую обработку определим выражением:

$$2Z_{\text{min}} = 2(Rz+h) + 2\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \quad (2.23)$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ токарная черновая} = 2(160+190 + \sqrt{623^2 + 400^2}) = 2190 \text{ мкм}$$

Min припуск на чистовую операцию

$$2Z_{\text{min}} \text{ токарная чистовая} = 2(20+28 + \sqrt{37^2 + 24^2}) = 192 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ шлифовальная черновая} = 2(12+20 + \sqrt{25^2 + 16^2}) = 123 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ шлифовальная чистовая} = 2(6+10 + \sqrt{12^2}) = 56 \text{ мкм}$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям определим выражением

$$d^{i-1} \text{ min} = d^i \text{ min} + 2Z_{\text{min}} \quad (2.24)$$

$$d \text{ min} \text{ шлифов. чист} = 44,43 \text{ мм}$$

$$d \text{ min шлифов. черн} = 44,434 + 0,056 = 44,5 \text{ мм}$$

$$d \text{ min токар. чист.} = 44,490 + 0,123 = 44,6 \text{ мм}$$

$$d \text{ min токар. черн.} = 44,613 + 0,198 = 44,8 \text{ мм}$$

$$d \text{ min заготовки} = 44,811 + 2,201 = 47,01 \text{ мм}$$

$$d^i \text{ max} = d^i \text{ min} + Td^i \quad (2.25)$$

$$d \text{ max шлифов. чист} = 44,434 + 0,016 = 44,45 \text{ мм}$$

$$d \text{ max шлифов. черн} = 44,490 + 0,039 = 44,53 \text{ мм}$$

$$d \text{ max токар. чист} = 44,613 + 0,100 = 44,71 \text{ мм}$$

$$d \text{ max токар. черн} = 44,811 + 0,39 = 45,2 \text{ мм}$$

$$d \text{ max заготовки} = 47,012 + 1,6 = 48,6 \text{ мм}$$

Максимальные припуски определяется по формуле

$$2Z_{\text{max}} = d^{i-1} \text{ max} - d^i \text{ min} \quad (2.26)$$

$$2Z_{\text{max}} \text{ шлифов чист} = 44,529 - 44,434 = 0,095 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{max}} \text{ шлифов черн} = 44,713 - 44,490 = 0,223 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{max}} \text{ токар чист} = 45,201 - 44,613 = 0,588 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{max}} \text{ токар черн} = 48,612 - 44,811 = 3,801 \text{ мм}$$

Минимальные припуски определяется по формуле

$$2Z_{\text{min}} = d^{i-1} \text{ min} - d^i \text{ max} \quad (2.27)$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ шлифов. чист} = 44,490 - 44,450 = 0,040 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ шлифов. черн} = 44,613 - 44,529 = 0,084 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ токар. чист} = 44,811 - 44,713 = 0,098 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{min}} \text{ токар. черн} = 47,012 - 45,201 = 1,81 \text{ мм}$$

Проверка результатов расчёта

Условия проверки результатов расчетов определим по формуле:

$$2Z^i_{\text{max}} - 2Z^i_{\text{min}} = TD^i + TD^{i-1} \quad (2.28)$$

$$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = 0,223 - 0,084 = 0,139$$

$$TD^i + TD^{i-1} = 0,100 + 0,039 = 0,139$$

$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = TD^i + TD^{i-1} = 0,139$ - условие проверки выполнено, значит, расчёт припусков выполнен верно.

Результаты расчетов промежуточных припусков приводим на схеме припусков, рисунок 2.1

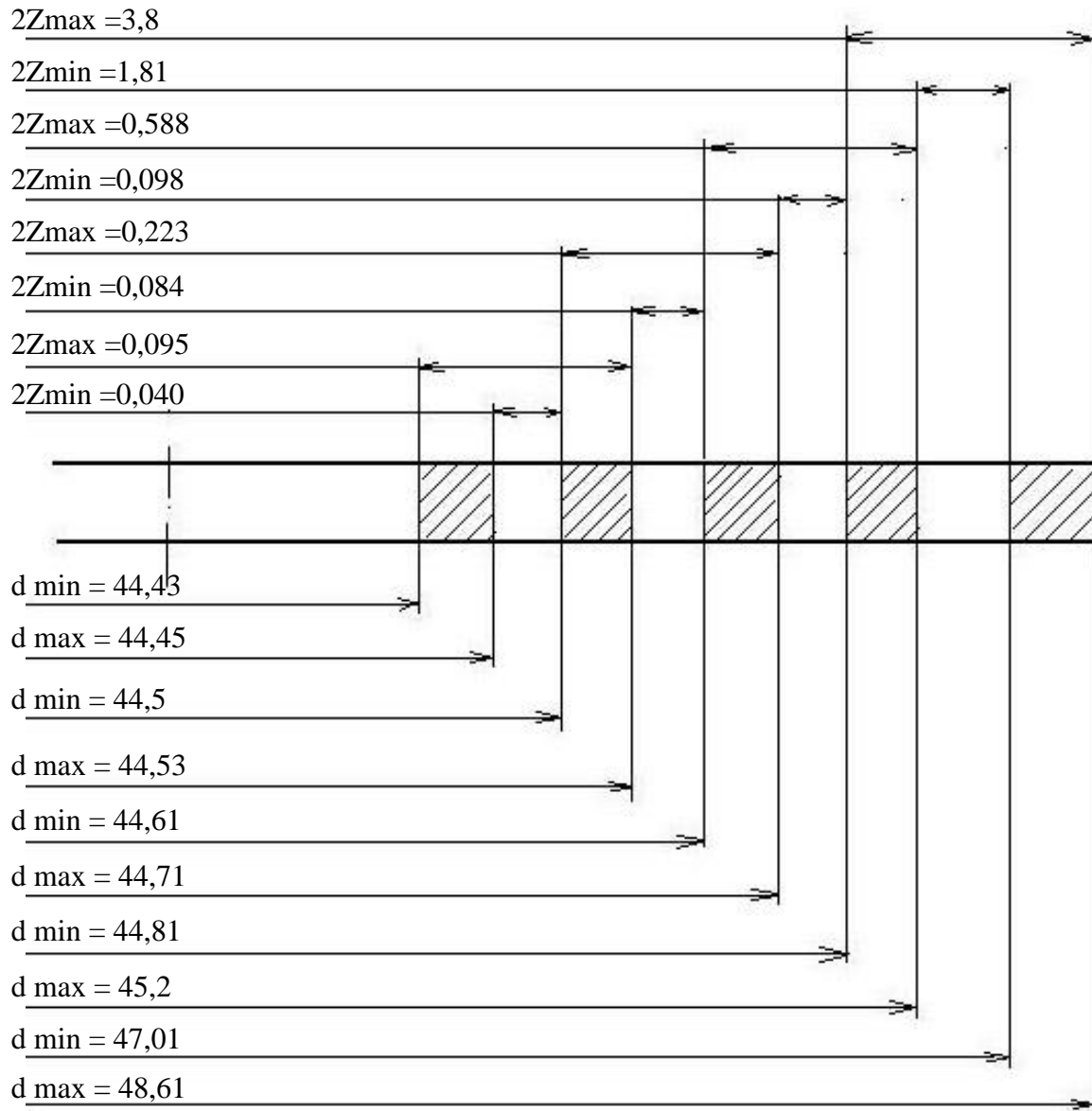


Рисунок 2.1 - Схема операционных размеров, припусков и допусков

2.4.2 Расчет операционных размеров и промежуточных припусков табличным методом

Результат расчета припусков табличным методом сведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Припуска на обработку поверхностей оправки

№ оп	Наименование операции	№ обработ. поверхности	Припуск на сторону, мм
005	Центровально-подрезная	1,18	1,35
010	Токарная (черновая)	7-10,12-15	1,3
015	Токарная (черновая)	3,5	1,3
020	Токарная (чистовая)	7,8,9,10, 12-17	0,3
025	Токарная (чистовая)	2-3,4-6	0,3
030	Круглошлифовальная (черновая)	12,13	0,1
035	Круглошлифовальная (черновая)	3,5	0,1
035	Круглошлифовальная (черновая)	7,8	0,1
055	Внутришлифовальная (черновая)	20,18	0,1
060	Внутришлифовальная (черновая)	29,1	0,1
095	Круглошлифовальная (чистовая)	12,13	0,05
100	Круглошлифовальная (чистовая)	3,5	0,05
105	Круглошлифовальная (чистовая)	7,8	0,05
115	Внутришлифовальная (чистовая)	20,18	0,05
120	Внутришлифовальная (чистовая)	29	0,05

2.4.3 Проектирование и расчет заготовки

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [9].

Степень сложности – С3 [9]

Группа стали – М2 [9].

Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская) [9].

Исходный индекс 10 [9].

Основные припуски на номинальные размеры детали в зависимости от массы, степени сложности, класса точности и шероховатости поверхностей заготовки принимаем по [9].

Добавочный припуск, учитывающий:

- 1) смещения по поверхности разъема штампа – 0,22 мм [9],
- 2) отклонения от плоскостности – 0,22 мм [9].

Примем допуск на штамповку в зависимости от исходного индекса и габаритов [9].

Штамповочные уклоны по наружной поверхности – не более 7°

Радиус закругления наружных углов – 2,5 мм [9]

Допустимая величина остаточного облоя – 0,6 мм [9].

Допустимое смещение разъемов штампа – 0,4 мм [9].

Допустимая величина заусенца – 3,0 мм [9].

Шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2

Объем заготовки определяется по формуле:

$$V_{\Pi} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.29)$$

где V_i - объем i -го элемента заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовки определяются по формуле:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.30)$$

где d - диаметр, мм;

l - длина, мм.

Объем конических элементов заготовки определим по формуле:

$$V = \pi \cdot l \cdot (R^2 + r \cdot R + r^2) / 3, \quad (2.31)$$

где R - радиус большего основания, мм;

r - радиус меньшего основания, мм.

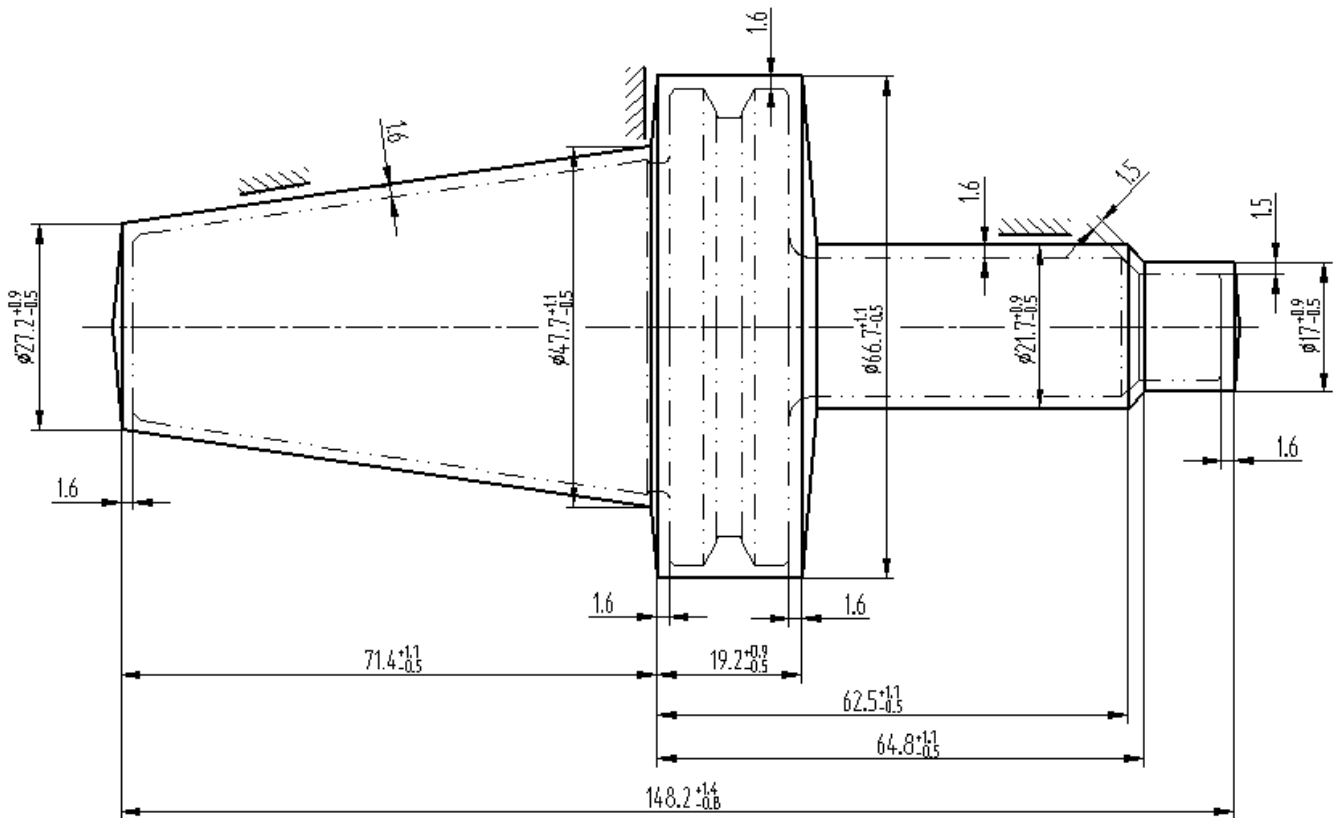


Рисунок 2.2 - Эскиз заготовки

Тогда объем штамповки

$$V = 3,14/4 \cdot (66,7^2 \cdot 19,2 + 21,7^2 \cdot 43,3 + 17^2 \cdot 12) + 3,14/3 \cdot (71,4 \cdot (23,85^2 + 23,85 \cdot 13,6 + 13,6^2) + 2,3 \cdot (10,85^2 + 10,85 \cdot 8,5 + 8,5^2)) = 85781 + 77628 = 163409 \text{ мм}^3 .$$

Масса штамповки определяется по формуле:

$$m = V \cdot \gamma , \quad (2.32)$$

где V – объем, мм^3 ;

γ - удельная плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

$$m = 163409 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,28 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала на штампованную заготовку определяется по формуле:

$$\text{КИМ} = m_d / m_з = 0,8 / 1,28 = 0,63 \quad (2.33)$$

2.5 Разработка схем базирования

В качестве баз при первой фрезерно-центровальной операции возможно использовать пов. 3,13 и торец пов. 5.

В качестве баз при дальнейшей токарной, круглошлифовальной предварительной обработке необходимо использовать центровые отверстия 41 и торцы 1,18.

На расточной операции в качестве баз возможно использовать пов. 3,13 и торец пов. 5.

При центрошлифовальной обработке в качестве баз используется пов. 3,13 с торцем 5.

На фрезерной операции в качестве баз возможно использовать центровые отверстия 41 и торец 1

При шлифовальной окончательной обработке необходимо использовать центровые фаски 30,19 и торцы 1,18.

При внутришлифовальной обработке правого конца в качестве баз используем пов. 3, при обработке левого - пов. 13 и торец 12.

2.6 Технологический маршрут обработки детали

На основе анализа базового технологического процесса, произведем формирование технологического маршрута обработки изделия на каждой операции с описанием номеров базовых и обрабатываемых поверхностей, качества и шероховатости. Маршрут технологической обработки представлен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхностей	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	-	-		
005	Центровально-подрезная	3,5,13	1,18	12	3,2
			41	10	3,2
010	Токарная (черновая)	41	7,8,9,10,12,13,14,15	13	6,3

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
015	Токарная (черновая)	41	3,5	13	6,3
020	Токарная (чистовая)	41	7-17	10	3,2
025	Токарная (чистовая)	41	2-6	10	3,2
030	Круглошлифовальная (черновая)	41	12	9	1,6
			13	8	1,6
035	Круглошлифовальная (черновая)	41	3	8	1,25
			5	9	1,6
040	Круглошлифовальная (черновая)	41	7,8	9	1,6
045	Фрезерная	41	31,34,39,40	13	3,2
			32,36,33,35,37,38	10	3,2
050	Сверлильная	3,5,13	20,29,30,19	10	3,2
			27,24,23	7Н	3,2
			28,26,25,22,21	13	3,2
055	Внутришлифовальная (черновая)	3,5	20	8	1,25
			18	9	1,6
060	Внутришлифовальная (черновая)	13,12	29	8	1,25
			1	9	1,6
065	Слесарная			-	-
070	Моечная				
075	Контрольная				
080	Термическая			-	-
085	Гальваническая			-	-
090	Центрошлифовальная	3,5,13	30,19	7	1,25
095	Круглошлифовальная (чистовая)	19,30	12	8	0,8
			13	7	0,8
100	Круглошлифовальная (чистовая)	19,30	3	6	0,4
			5	8	0,8
105	Круглошлифовальная (чистовая)	19,30	7,8	8	0,8
110	Резьбошлифовальная	19,30	15	6g	0,8
115	Внутришлифовальная (чистовая)	3,5	20	7	0,4
			18	8	0,8

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
120	Внутришлифовальная (чистовая)	12,13	29	7	0,4
125	Моечная				
130	Контрольная				

2.7 План обработки детали

Осуществим разработку плана обработки оправки.

В первом столбце плана обработки указывается номер и наименование операции и применяемое оборудование. Во втором столбце операционный эскиз, а в третьем - операционные допуски и технические требования

План обработки оправки' представлен в графической части дипломного проекта.

2.8 Выбор средств технологического оснащения

Задачей данного раздела является выбор оборудования, приспособлений и инструментов на каждую операцию техпроцесса, которые смогут обеспечить заданный объем выпуска деталей необходимого качества с минимальными трудозатратами.

2.8.1 Выбор оборудования

В таблице 2.6 представлены данные по технологическому оборудованию.

Таблица 2.6 –Технологическое оборудование по операциям

№ оп.	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной полуавтомат 2А 923

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
010 015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный 16А20Ф3
020 025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный 16А20Ф3
030 035	Круглошлифовальная (черновая)	Торцекруглошлифовальный полуавтомат 3Б153Т
040	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный полуавтомат 3М151
045	Фрезерная	Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V
050	Сверлильная	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н
055 060	Внутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный полуавтомат 3К227В
065	Электрохимическая	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
070 125	Мойка	Моечная машина
090	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000
095 100	Круглошлифовальная (чистовая)	Торцекруглошлифовальный полуавтомат 3Б153Т
105	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный полуавтомат 3М151
110	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный полуавтомат 5К822В
115 120	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный полуавтомат 3К227В

2.8.2 Выбор станочных приспособлений

В таблице 2.7 представлены данные по технологическим приспособлениям

Таблица 2.7 – Приспособления технологические по операциям

№ оп.	Наименование операции	Приспособление
1	2	3
005	Центровально-подрезная	СНП; пневмопривод по ГОСТ 12195-66

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
010 015	Токарная (черновая)	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
020 025	Токарная (чистовая)	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
030 035	Круглошлифовальная (черновая)	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71, Центр упорный ГОСТ 18269-72
040	Круглошлифовальная (черновая)	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71, Центр упорный ГОСТ 18269-72
045	Фрезерная	Специальное поворотное приспособление.
050	Сверлильная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмо- приводом ГОСТ 12195-66
055 060	Внутришлифовальная (черновая)	Патрон цанговый специальный ОСТ 3-3443-76
090	Центрошлифовальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмо- приводом ГОСТ 12195-66
095 100	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71, Центр упорный ГОСТ 18269-72
105	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71, Центр упорный ГОСТ 18269-72
110	Резьбошлифовальная	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71, Центр упорный ГОСТ 18269-72
115 120	Внутришлифовальная (чистовая)	Патрон цанговый специальный ОСТ 3-3443-76

2.8.3 Выбор режущего инструмента

В таблице 2.8 представлены данные по режущему инструменту

2.8.4 Выбор контрольно-измерительных средств

В таблице 2.8 представлены данные по контрольному инструменту

Таблица 2.8 – Инструмент режущий и контрольный по операциям

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Центровально-подрезная	Пластина подрезная ГОСТ 24359-80. Т5К10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN Сверло центровочное Ø3,15 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
010 015	Токарная (черновая)	Резец токарный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная Т5К10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=97^{\circ}$, $\varphi_1=8^{\circ}$, $\alpha=11^{\circ}$, $\lambda=0$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением твердосплавной пластины клином. Пластина канавочная Т5К10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $h=25$ $b=25$ $L=125$	Шаблоны ГОСТ 2534-73, Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
020 025	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавной пластины клином Пластина трехгранная Т15К6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=97^{\circ}$, $\varphi_1=27^{\circ}$, $\alpha=11^{\circ}$, $\lambda=-2^{\circ}$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением твердосплавной пластины клином. Пластина канавочная Т15К6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $h=25$ $b=25$ $L=125$	Шаблоны ГОСТ 2534-73, Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
030 035	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 3 600x55x305, 3 600x75x305, 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 (91А40НСМ29К26 ГОСТ 2424-83 на основании НИР)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором
040	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4
045	Фрезерная	Фреза концевая Ø3,6 Ø16,2 ГОСТ 17025-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Сверло спиральное Ø12 ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-73 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
050	Сверлильная	Сверла спиральные ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Сверла комбинированное ОСТ 2И21-1-76, P6M5K, покрытие (Ti, Cr)C Метчики машинные ГОСТ 3266-81 P6M5K, покрытие (Ti, Cr)C Резец расточной, пластина канавочная T15K6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN Резец расточной, пластина T15K6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN Зенкер конический P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-73 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
055 060	Внутришлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 5 15x10x5, 5 7x15x3 91А F36 P 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 15x15x5 91А F36 P 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное индикаторное
090	Центрошлифовальная	Шлиф. головка EW10x15 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 (91А25НС17К7 А 35 м/с ГОСТ 2424-83 на основании НИР)	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором
095 100	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 3 600x55x305, 3 600x75x305, F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором
080	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1 450x20x203 F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4
			контрольное с индикатором
110	Резьбошлифовальная	Шлифовальный круг 1 300x20x125 F90 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр резьбовой ГОСТ 183932-73
115 120	Внутришлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 5 15x10x5, 5 7x15x3 F90 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 15x15x5 F90 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Приспособление мерительное с индикатором

2.9 Проектирование технологических операций

2.9.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 010.

2.9.1.1 Исходные данные

- Деталь - оправка
- Материал - сталь 19ХГН ГОСТ 1414-751 $\sigma_B = 1180$ МПа
- Заготовка - штамповка
- Обработка - токарная чистовая
- Приспособление - поводковый патрон; центр вращающийся

2.9.1.2 Операция (структура)

Оп 25 Токарная (чистовая)

Необходимо проточить поверхности, выдерживая размеры

$\varnothing 25,12_{-0,084}$, $\varnothing 44,8_{-0,10}$, $\varnothing 61,62_{-0,42}$, $\varnothing 43,78_{-0,084}$, 45° ; R0,85; $67,96 \pm 0,07$; $137,35 \pm 0,07$; $2,55 \pm 0,07$

2.9.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец токарный с механическим креплением твердосплавных пластин.

Пластина 3х гранная, Т15К6

$\varphi=98^\circ$, $\varphi_1=7^\circ$, $\lambda=0^\circ$ $\alpha=12^\circ$ $h=25$ $b=20$ $L=128$ [20, с.130]

2.9.1.4 Данные оборудования

Модель станка -16А20Ф3

Мощность станка -11 кВт

Число скоростей шпинделя станка - 22

Частота вращения шпинделя - от 20 до 2240 об/мин

Подача на суппорте:

Продольная от 3 до 1200 мм/мин

Поперечная – от 1,5 до 600 мм/мин

2.9.1.5 Расчет режимов резания

2.9.1.5.1 Глубина резания t , мм

$t = 0,28$ мм

2.9.1.5.2 Подача S , мм/об

$S = 0,14$ мм/об [20].

2.9.1.5.3 Скорость резания V , м/мин (расчетная)

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.34)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 420$ [20];

T - стойкость, мин; $T = 60$ мин

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0,21$, $x = 0,16$, $y = 0,21$, [20];

K_U - поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания [20];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.35)$$

где K_{MU} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [20];

$K_{ПУ}$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [20];

$K_{ИУ}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [20];

$$K_{MU} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.36)$$

где $K_{Г}$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости; $K_{Г} = 1.0$ [20];

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$ [20].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1180}\right)^{1,0} = 0.64.$$

$$K_U = 0.64 \cdot 1.0 \cdot 1,0 = 0,64.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0.3^{0,15} \cdot 0.15^{0,20}} \cdot 0,64 = 207,5 \text{ м/мин.}$$

2.9.1.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.37)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин;

Переход 1: точение $\varnothing 44,75$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 207.5}{3.14 \cdot 44.75} = 1476 \text{ мин}^{-1}.$$

Переход 2: подрезка торца до $\varnothing 63,8$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 207.5}{3.14 \cdot 63.8} = 1035 \text{ мин}^{-1}.$$

2.9.1.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

Переход 1: $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$.

Переход 2: $n = 900 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактическая скорость резания V , м/мин:

Переход 1: точение $\varnothing 44,75$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 44.75 \cdot 1400}{1000} = 196.7 \text{ м/мин};$$

Переход 2: подрезка торца до $\varnothing 63,8$

$$V = \frac{3.14 \cdot 63.8 \cdot 900}{1000} = 180.3 \text{ м/мин};$$

2.9.1.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания: P_z , Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.38)$$

где C_p - поправочный коэффициент; $C_p = 300$ [20, с.273];

x, y, n - показатели степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [20, с.273];

K_p - поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p} \quad (2.39)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [20, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.40)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [20, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{1180}{750} \right)^{0.75} = 1.4;$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\Gamma p}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие си-

лы резания. $K_{\text{фр}} = 0,89$ $K_{\text{гр}} = 1,0$ $K_{\lambda, \text{р}} = 1,0$ $K_{\text{гр}} = 1,0$ [20, с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 196,7^{-0,15} \cdot 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 122 \text{ Н.}$$

2.9.1.5.7 Мощность резания N, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{122 \cdot 196,7}{1020 \cdot 60} = 0,39 \text{ кВт} \quad (2.41)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка 16A20Ф3

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 0,39 < 7,5, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

2.9.2 Расчет режимов резания табличным методом

Определим режимы резания на оставшиеся операции техпроцесса, используя [1]. Результат расчетов сведем в таблицу 2.9

Таблица 2.9 - Режимы 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 _т , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, 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	Центровально-подрезная	Подрезать торец 27,7	1,5	0,05	35,7	410	450	39,1
		Центровать Ø 3,15/6,7	1,575	0,05	27	1283	450	9,5
10	Токарная (черновая)	Точить Ø 14,6	1,25	0,3	94	2050	1800	82,5
		Точить Ø 19,4	1,25	0,3	94	1543	1400	85,3
		Точить Ø 64,4	1,25	0,3	94	465	450	91,0
		Точить канавку Ø 56,3	4,1	0,15	70	396	355	62,8
15	Токарная (черновая)	Точить Ø 45,4	1,25	0,3	94	660	560	79,8
		Подрез. торец до Ø 64,4	1,25	0,3	94	465	450	91,0
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø 14	0,3	0,15	207,5	4720	2240	98,5
		Точить Ø 18,8	0,3	0,15	207,5	3515	2240	132,2
		Точить Ø 63,8	0,3	0,15	207,5	1035	900	180,3
		Точить канавку Ø 55,7	0,3	0,10	170	971	900	157,4

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	Токарная (чистовая)	Точить Ø 44,75	0,3	0,15	207,5	1476	1400	196,7
		Подрез. торец до Ø 63,8	0,3	0,15	207,5	1035	900	180,3
30	Шлифоваль- ная (черн.)	Шлифовать Ø 18,6/61,6	0,10	1,6/0,5*	45	232	232	45
35	Шлифоваль- ная (черн.)	Шлифовать Ø 25,1/61,6	0,10	1,5/0,4*	45	232	232	45
40	Шлифоваль- ная (черн.)	Шлифовать Ø 63,6	0,10	1,6/0,5*	45	225	225	45
45	Фрезерная	Фрезеровать паз фр. Ø16,2	4,5·2	0,2	26	510	510	26
		Фрезеровать паз фр. Ø3,6	4,0	0,1	18	1590	1590	18
		Сверлить Ø 12	6,0	0,3	16	420	420	22
50	Сверлильная	Сверлить Ø 7	3,5	0,20	14	636	636	14
		Сверлить Ø 13	6,5	0,30	17	416	416	17
		Сверлить Ø 15/16	1,5	0,4	16	318	318	16
		Расточить Ø 16,7	0,35	0,2	50	953	953	50
		Расточ. канав. резцом Ø12	0,45	0,2	40	1061	1061	40
		Расточ. канав. резцом Ø8	0,9	0,2	35	1393	1393	35
		Снять фаску Ø 17	0,9	0,1	45	843	843	45
		Зенкеровать Ø 9,7	1,3	0,2	30	984	984	30
		Снять фаску Ø 10	0,5	0,1	45	1433	1433	45
		Нарезать резьбу М8	1,0	1,0	8	318	318	8
		Нарезать резьбу М16	1,0	1,0	9	179	179	9
55	Внутришли- фовальная (черновая)	Шлифовать отв. Ø 9,9	0,1	4000* 0,006**	35	1125	1125	35
		Шлифовать торец Ø 13	0,1	4000* 0,008**	35	857	857	35
60	Внутришли- фовальная (черновая)	Шлифовать отв. Ø16,9	0,1	4000* 0,006**	35	660	660	35
		Шлифовать торец Ø 24,8	0,1	4000* 0,008**	35	450	450	35
95	Шлифоваль- ная (черн.)	Шлифовать Ø 18,5/61,9	0,05	1,3/0,35*	45	232	232	45
100	Шлифоваль- ная (чист.)	Шлифовать Ø 25/61,9	0,05	1,0/0,2*	45	232	232	45
105	Шлифоваль- ная (чист.)	Шлифовать Ø 63,5	0,05	1,3/0,35*	45	225	225	45
110	Резьбошли- фовальная	Шлифовать резьбу М14	0,5	-	0,6	13,6	15	0,65
115	Внутришли- фовальная (чистовая)	Шлифовать отв. Ø 10	0,05	2000* 0,003**	35	1114	1114	35
		Шлифовать торец Ø 13	0,05	3000* 0,005**	35	857	857	35

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	Внутришли- фовальная (чистовая)	Шлифовать отв. Ø17	0,05	2000* 0,003**	35	655	655	35
		Шлифовать торец Ø 24,8	0,05	3000* 0,005**	35	450	450	35

*-подача в мм/мин

** -подача в мм/ход стола

2.9.3 Определение норм времени на все операции

Определение штучно-калькуляционного времени [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт}, \quad (2.42)$$

где $T_{п-з}$ - время на подготовительно-заключительные работы, мин;

n - количество деталей в партии при настройке оборудования, шт

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.43)$$

где N - годовая программа выпуска;

a - запуск в днях (периодичность). Принимаем $a = 6$;

$Д$ - количество дней работы.

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

Определим норму штучного времени $T_{шт}$:

Штучное время для всех операций, кроме шлифовальной определим как:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от}, \quad (2.44)$$

А на шлифовальную операцию - как:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \quad (2.45)$$

где T_o - основное время, мин;

T_v - вспомогательное время, мин.

Определим вспомогательное время как:

$$T_B = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.46)$$

где $T_{y.c}$ – затраты времени на снятие и установку детали, мин;

$T_{z.o}$ - затраты времени на открепление и закрепление детали, мин;

$T_{уп}$ - затраты времени на управление, мин;

$T_{из}$ - затраты времени на замеры параметров детали, мин;

$K = 1,85$ - коэффициент перевода при средней серии;

$T_{об.от}$ - затраты времени на отдых, личные надобности и обслуживание рабочего места, мин;

$T_{тех}$ - затраты времени на техн. обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - затраты времени на организационное обслуживание;

$T_{от}$ - затраты времени на личные надобности и отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T, \quad (2.47)$$

где $t_{п}$ - затраты времени на одну правку шлифовального инструмента, мин;

T - период стойкости шлифовального круга, мин.

Произведем расчет норм времени на центrovально-подрезную операцию
Основное время определим по следующей формуле:

$$T_o = \frac{L_{рх} \cdot i}{nS}, \quad (2.48)$$

где $L_{рх}$ - длина рабочего хода при перемещении инструмента, мм.

$$L_{рх} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.49)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм;

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм;

l_2 - длина врезания режущего инструмента, мм;

l_3 - длина перебега режущего инструмента, мм;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{11}{450 \cdot 0,05} = 0,489 \text{ мин}$$

$$T_B = (0,12+0,01+0,04 \cdot 6 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,329 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,489+0,329 = 0,818 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 0,818 = 0,049 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 26 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,818+0,049 = 0,867 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 0,867+26/236 = 0,977 \text{ мин}$$

Произведем расчет нормы времени на токарной операции 025

$$T_o = \frac{74}{1400 \cdot 0,15} + \frac{11}{900 \cdot 0,15} = 0,434 \text{ мин}$$

$$T_B = (0,12+0,01+0,05 \cdot 9 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,407 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,434+0,407 = 0,841 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 0,841 = 0,050 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 17 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,841+0,050 = 0,891 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 0,891+17/236 = 0,963 \text{ мин}$$

Аналогично проведем расчет норм времени на остальные операции, с занесением результатов расчета в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T _о мин	T _в мин	T _{оп} мин	T _{об.от} мин	T _{п-з} мин	T _{шт} мин	n	T _{шт-к} мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
05	Центровально-подрезная	0,489	0,329	0,818	0,049	26	0,867	236	0,977
10	Токарная (черновая)	0,535	0,418	0,953	0,057	21	1,010	236	1,099
15	Токарная (черновая)	0,522	0,285	0,807	0,048	17	0,855	236	0,927
20	Токарная (чистовая)	0,504	0,444	0,948	0,056	21	1,004	236	1,093
25	Токарная (чистовая)	0,434	0,407	0,841	0,050	17	0,891	236	0,963
30	Круглошлифовальная (черновая)	0,240	0,374	0,614	0,068	18	0,682	236	0,758
35	Круглошлифовальная (черновая)	0,288	0,407	0,695	0,079	18	0,774	236	0,850

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	Круглошлифовальная (черновая)	0,240	0,407	0,647	0,071	18	0,718	236	0,794
45	Фрезерная	1,287	0,425	1,712	0,103	28	1,815	236	1,933
50	Сверлильная	2,359	0,573	2,932	0,176	42	3,108	236	3,286
55	Внутришлифовальная (черновая)	0,116	0,407	0,523	0,048	20	0,571	236	0,655
60	Внутришлифовальная (черновая)	0,105	0,374	0,479	0,044	20	0,523	236	0,608
90	Центрошлифовальная	0,090	0,374	0,464	0,037	18	0,501	236	0,577
95	Круглошлифовальная (чистовая)	0,254	0,374	0,628	0,071	18	0,699	236	0,775
100	Круглошлифовальная (чистовая)	0,307	0,407	0,714	0,082	18	0,796	236	0,872
105	Круглошлифовальная (чистовая)	0,254	0,407	0,661	0,074	18	0,735	236	0,811
110	Резьбошлифовальная	0,333	0,340	0,673	0,054	20	0,727	236	0,812
115	Внутришлифовальная (чистовая)	0,210	0,407	0,617	0,051	20	0,668	236	0,752
120	Внутришлифовальная (чистовая)	0,190	0,374	0,564	0,049	20	0,613	236	0,698

3 Совершенствование операций с помощью научных исследований

3.1 Повышение производительности шлифовальных операций.

Абразивные круги для шлифования стали 19ХГН

Из конструкционных сталей 20ХГНМ, 40ХГНМ И 19ХГН изготавливают ряд ответственных деталей автомобиля ВАЗ (первичный, промежуточный и вторичный валы коробки передач, крестовину карданного вала, шестерни коробки передач и др.). Значительная роль в механической обработке этих деталей отводится шлифованию. В связи с этим лабораторией резания Тольяттинского политехнического института совместно с лабораторией алмазно-абразивной обработки Волжского автозавода проведены исследования по выявлению оптимальной характеристики (марки абразива, связки и структуры) абразивных кругов для обработки деталей из стали 20ХГНМ [25, с. 26].

Были испытаны круги из следующих абразивных материалов: электрокорунда белого 24А, хромистого 34А и титанистого 37А, монокорунда 44А, сложнолегированного электрокорунда 91А и смесей карбида кремния черного 54 С с электрокорундом 24А(1:1), монокорунда 44А с титанистым электрокорундом 37А - со связками (керамическими К1 и К7, керамической боросодержащей К5, керамической бариевой К26 и бакелитовой Б) и структурами 6, 8, 10, 12, 15.

Работоспособность кругов различных характеристик оценивалась по следующим технико-экономическим показателям процесса: производительности (съем металла) Q , нормальному усилию резания P , температуре шлифования T и удельному износу круга (отношение количества израсходованного абразива к количеству сошлифованного металла) q . При оптимизации структуры круга исследовалось также её влияние на шероховатость обработанной поверхности Ra

Исследования выполнялись на профилешлифовальном станке ОШ48 кругами ПП200х20. Режимы шлифования: скорость круга 35 м/с, продольная подача изделия 1,5-10 м/мин, поперечная подача круга на врезание 3-30 мкм на двойной ход стола станка. Зернистость абразива в диапазоне 8 - 40.

Для исследования использовались образцы из конструкционной стали 20ХГНМ длиной 40 мм и шириной 23мм, твердостью HRC 58-62. Исследования проводилась по схеме плоского шлифования периферией круга.

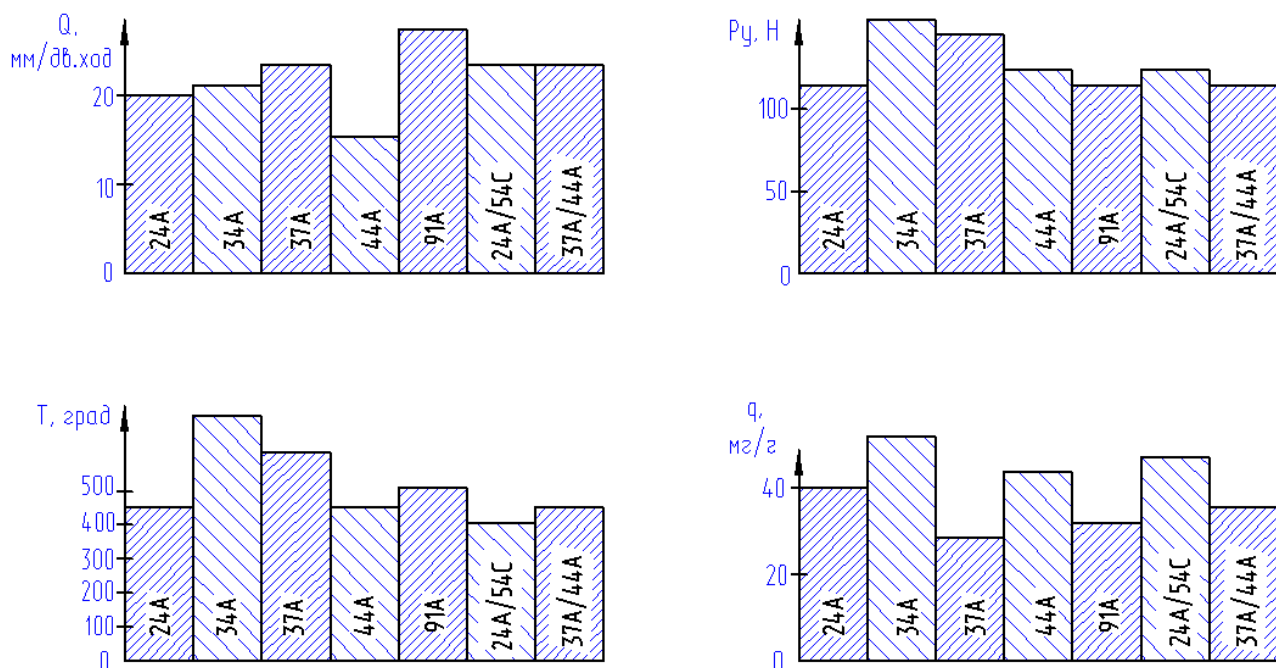


Рисунок 3.1 - Показатели процесса шлифования стали 20ХГНМ кругами из различных абразивов.

Ниже приводятся результаты исследований зависимости показателей процесса шлифования стали 20ХГНМ от марки абразивного материала, связки и структуры абразивных кругов.

Из данных диаграммы по влиянию марки абразивного материала на показатели процесса шлифования (рис.3.1) видно, что при шлифовании конструкционной стали 20ХГНМ лучшие показатели обеспечивают круги из сложнолегированного электрокорунда 91А. По сравнению с кругами из белого электрокорунда круги 91А увеличивают съём металла на 30-40% и снижают удельный расход абразива на 20%. Силы резания и температура при этом возрастают всего на 5-10%. Это объясняется более высокой твердостью абразивных зерен из этого материала, это позволяет им в течение длительного времени сохранять остроту режущих микрокромки и углов резания.

Этот абразивный материал был взят для дальнейших исследований.

Хорошие результаты показали также круги из абразивных смесей. Так,

круги из смеси титанистого электрокорунда с монокорундом увеличивают съем металла на 20% и снижают удельный расход абразива на 10%.

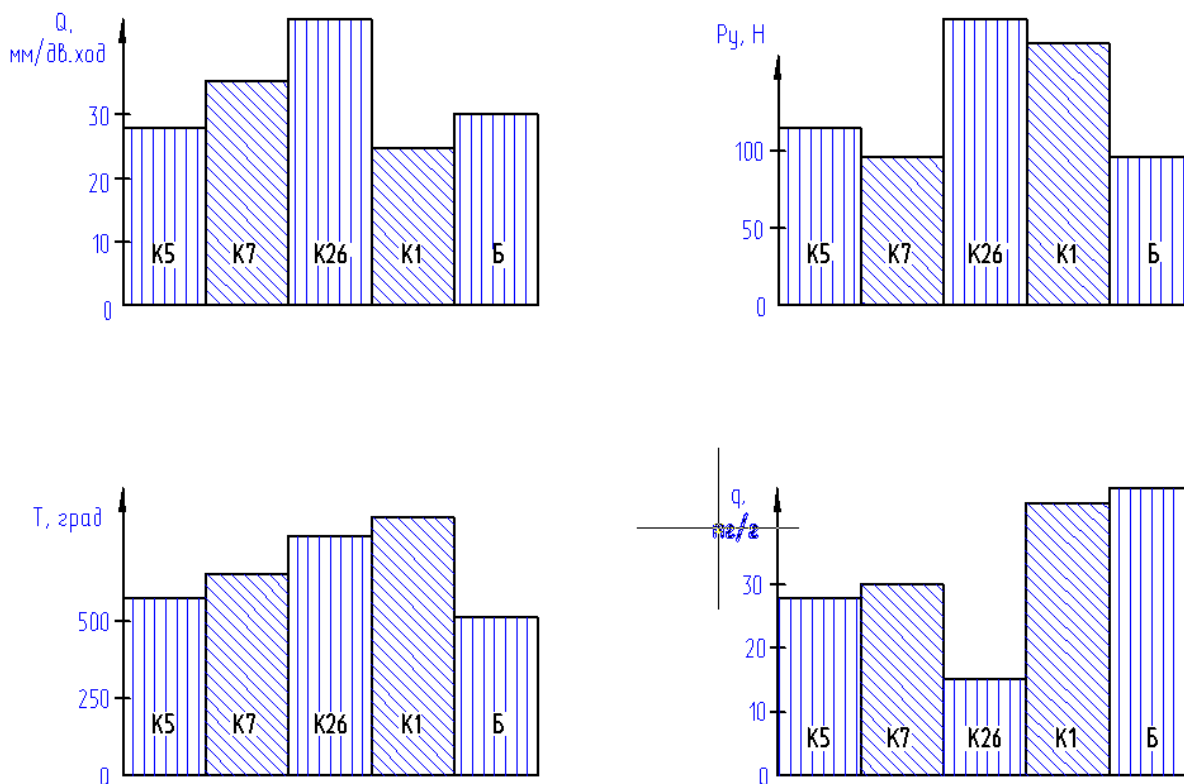


Рисунок 3.2 - Показатели процесса шлифования стали 20ХГНМ кругами на различных связках.

Из диаграммы (рис.3.2.), приводящей показатели шлифования кругами на различных связках, следует, что при шлифовании/конструкционной стали 20ХГНМ лучшие показатели обеспечивают круги на керамических боросодержащей К7 и бариевой К26 связках. Круги на связке К26 работают с большей производительностью, чем круги на остальных керамических связках, и в том числе на боросодержащих. Это объясняется лучшей реагентоспособностью с абразивным материалом и, следовательно, лучшим удержанием абразивного зерна в круге. Однако шлифование кругами на связке К26 сопровождается большими температурами в зоне резания, что ограничивает использование кругов с такими связками на чистовых операциях.

Круги на бакелитовой связке имеют несколько меньшую производительность, гораздо меньшую температуру в зоне контакта, но значительно больший

износ. Поэтому они могут применяться, в основном, на чистовых операциях при жестких ограничениях по температуре шлифования.

Из диаграммы (рис.3.3), приводящей данные по влиянию структуры абразивных кругов на показатели процесса шлифования, видно, что при шлифовании конструкционной стали 20ХГНМ лучшие показатели по производительности, силам и температуре обеспечивают круги открытых структур. Это объясняется благоприятным размещением снимаемой стружки в межзерновом пространстве, увеличением расстояний между зернами, лучшей вентиляционной способностью кругов, лучшей удерживающей способностью связки, так как на долю каждого зерна приходится больше связки. Шероховатость же поверхности при шлифовании кругами высоких структур возрастает, что ограничивает их применение при чистовой обработке.

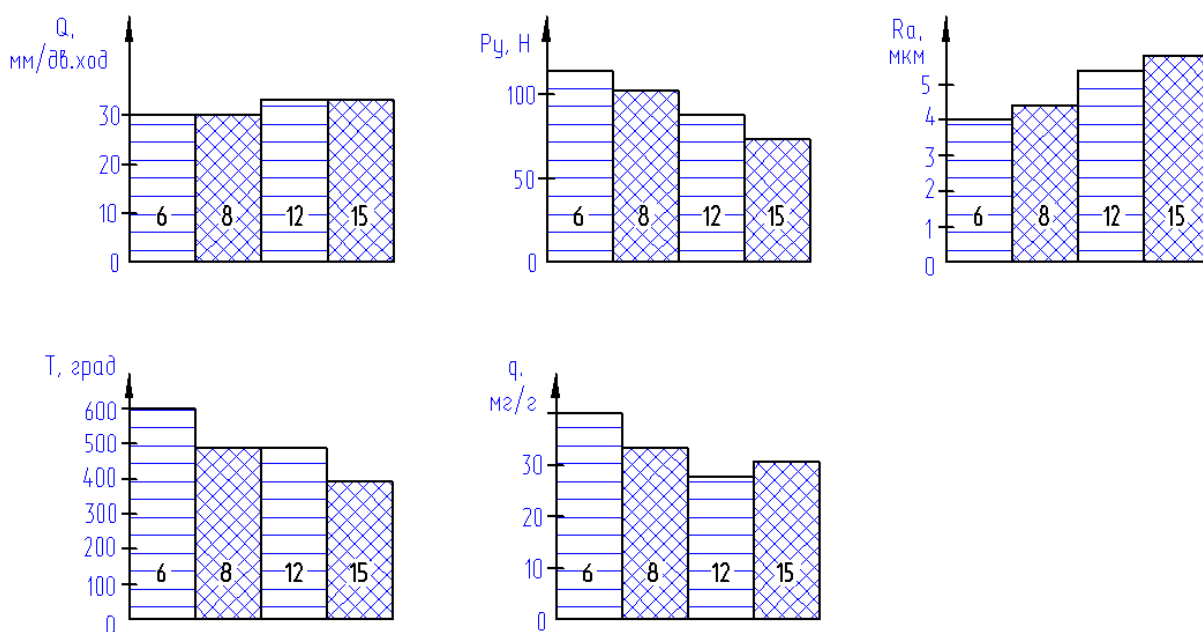


Рисунок 3.3 - Показатели процесса шлифования стали 20ХГНМ кругами различной структуры.

Таким образом, при обработке деталей из конструкционной стали 20ХГНМ наилучшие технико-экономические показатели обеспечиваются при шлифовании кругами из сложно-легированного электрокорунда 91А. Причем при черновой обработке показатели выше у кругов на бариевой связке К26 открытых структур, а при чистовой обработке - у кругов на боросодержащей связке К7 средних структур.

4 Проектирование приспособления

4.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На токарной операции 025 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.

4.2 Расчет усилия резания

Расчет конструкции патрона для токарной операции требует определения главной составляющей силы резания P_z , которая была определена ранее в соответствующем разделе. $P_z = 122 \text{ Н}$.

4.3 Расчет усилия зажима

При точении детали на неё воздействуют несколько сил. С одной стороны сила резания стремится повернуть и отжать заготовку, а с другой стороны силы закрепления, удерживающие заготовку в требуемом положении. Определим силу закрепления, исходя из условия равновесия моментов представленных сил, учитывая требуемый коэффициент запаса.

Силы резания закрепления показаны на рисунке 8.1.

Сила закрепления кулачками с трех сторон от величины тангенциальной составляющей силы резания определим выражением:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (4.1)$$

где K – суммарный коэффициент запаса;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

R_0 – величина радиуса обрабатываемой поверхности, мм

f – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачка; $f = 0,20$;

R – величина радиуса по закрепляемой поверхности, мм.

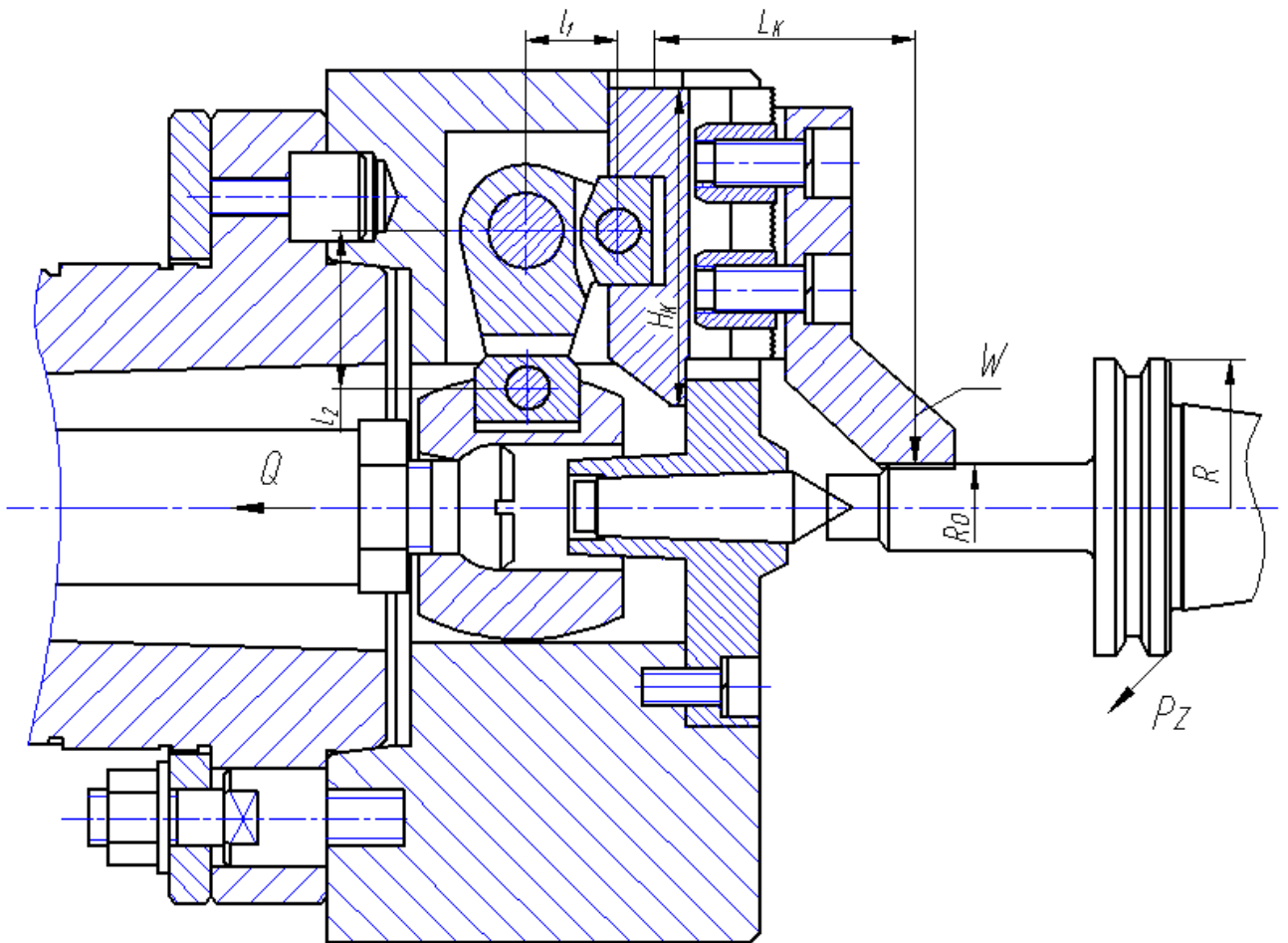


Рисунок 4.1- Схема действий сил резания и сил зажима

Коэффициент запаса [22]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (4.2)$$

где $K_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за

случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки;

$K_2 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой механизмом зажима;

$K_5 = 1,0$ - коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного механизма зажима;

$K_6 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную на плоскую поверхность.

Тогда:

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

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 122 \cdot 63,8 / 2}{0,20 \cdot 18,8 / 2} = 5175 \text{ Н.}$$

4.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Величина усилия зажима W_1 , прикладываемого к постоянным кулачкам, несколько увеличивается по сравнению с усилием зажима W и рассчитывается по формуле [2, с.153]:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}, \quad (4.3)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,1)$ – 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; $L_K = 56$ мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_K = 70$ мм.

Тогда:

$$W_1 = 1.05 \cdot \frac{5175}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{6}{70} \right)} = 7150 \text{ Н.}$$

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

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (4.4)$$

где l_1, l – плечи рычага, мм

$$Q = 7150 \cdot 20 / 35 = 4085 \text{ Н.}$$

4.5 Выбор конструкции и расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

При использовании привода двухстороннего действия сила тяги на штоке определим выражением:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (4.5)$$

где Q – сила тяги на штоке, Н

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

p – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв приближенно $d = 0.25D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (4.6)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (4.7)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{4085}{0,63 \cdot 0,9}} = 99,3 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный размер пневмоцилиндра, присоединяемого к фланцевому концу шпинделя $D = 100$ мм.

Принимаем ход кулачков $S = 2$ мм

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

$$S_{\text{ш}} = S \cdot i_{\text{п}} + b, \quad (4.8)$$

где i_n - передаточное отношение перемещений рычага, $i_n = l_2 / l_1$

$b = 1$ мм- технологический зазор между гайкой винта и торцем втулки

$$S_{\text{ш}} = 2 \cdot 35 / 20 + 1 = 4.5 \text{ мм}$$

4.6 Расчет погрешности установки

Определяем фактическую погрешность установки по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2}, \quad (4.9)$$

где $\varepsilon_{\text{б}}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки;

Смещения измерительной базы под действием сил закрепления $\varepsilon_3 = 0$;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность элементов приспособления.

Погрешность базирования при установке заготовки в поводковом патроне в центрах (передний центр жесткий) для осевых размеров от обрабатываемого торца определяется по формуле

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot IT_{D_{ц}} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{ц} , \quad (4.10)$$

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

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

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 0,05 \cdot \operatorname{ctg} 30 = 0,043 \text{ мм}$$

В радиальном направлении $\varepsilon_B = 0$ (установка в центрах по оси).

Погрешность элементов приспособления – установки центра во фланец

$$\varepsilon_{пр} = \omega A_0 / 2 = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} , \quad (4.11)$$

где ωA_0 – колебание замыкающего звена – базового конуса центра;

Δ_1 и Δ_2 – погрешности, возникающие вследствие неточности установки центра во фланец и фланца в корпусе

$\Delta_1 = 0,022 + 0,015 = 0,037$ мм (максимальный зазор, исходя из посадки $\varnothing 94H6/h5$)

$\Delta_2 = 0$ мм (беззазорная посадка конуса центра во фланец)

$$\varepsilon_{пр} = 0,5 \cdot 0,037 = 0,019 \text{ мм}$$

Таким образом,

В осевом направлении $\varepsilon = 0,05$ мм

В радиальном направлении $\varepsilon = 0,019$ мм

Погрешность установки не должна превышать величин: для чистовой обработки:

$$E_y^{\text{доп}} = 0,3T_d, \quad (4.12)$$

где T_d – технологический допуск на операционный размер, мм.

В осевом направлении

$$E_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,16 = 0,048 \text{ мм} > \varepsilon = 0,043 \text{ мм}$$

В радиальном направлении

$$E_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,084 = 0,025 \text{ мм} > \varepsilon = 0,019 \text{ мм}$$

4.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполним чертеж станочного приспособления.

Станочное приспособление содержит непосредственно сам патрон, а также и пневмопривод.

Установка патрона происходит на фланец шпинделя, а закрепление посредством пальцев 34 и гаек 28. Токарный патрон содержит корпус 7, в направляющих которого находятся подкулачники 13, к которым, в свою очередь, крепятся с помощью сухарей 17 и винтов 23 с шайбами 36 сменные кулачки 10. В отверстии корпуса патрона по центру на винте 2 установлена втулка 3. Сухари 16 входят в паз подкулачника 13, а также в выточку втулки 3, установленные с помощью осей 12 на рычаге 14. Рычаг 14 установлен в корпусе патрона на оси 11, которая фиксируется винтами 24,26. К корпусу 7 винтами 21 крепится фланец 18 с установленным в нем центром 19.

Винт 2 с помощью втулки 4 соединен с тягой 15. Тяга 14 фиксируется на втулке 2 с помощью штифта 37.

Тяга 15 с помощью гайки 29 соединена со штоком-поршнем 20 пневмоцилиндра.

На тяге устанавливается кольцо 6, закрепленное винтом 27. Кольцо 6 служит для предотвращения биения тяги в отверстии шпинделя станка.

Пневмоцилиндр устанавливается на резьбовом конце шпинделя станка и фиксируется с помощью винта 25.

Пневмоцилиндр состоит из корпуса 8, к которому винтами 22 прикреплена крышка 9. В пневмоцилиндр установлен шток-поршень 15. Через отверстие штока-поршня 15 проходит трубка муфты 1 для подвода масла.

Муфта 1 установлена в крышке 9 с помощью гайки.

Уплотнение пневмоцилиндра осуществляется уплотнительными кольцами

30, 31, 32, 33.

Предотвращение удара шток-поршня о стенки корпуса 8 и крышки 9 на нем установлены демпферы 5.

Токарный патрон работает следующим образом:

Деталь выставляется в центре 18 с поджимом задним центром. Сначала происходит подача воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра, затем шток-поршень 20 через тягу 15, втулку 4 и винт 2 тянет втулку 3 влево, а рычаги 14 поворачиваются на оси 11, при этом осуществляя сдвиг подкулачников 13 с закрепленными на них сменными кулачками 10, ответственными за закрепление заготовки. Подача воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра осуществляет, обратный цикл, и заготовка в итоге раскрепляется.

5 Проектирование режущего инструмента

5.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования

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

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

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

5.2 Проектирование и расчет резца

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

5.2.2 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

5.2.3 Выбираем материал резца: для корпуса – сталь 40Х (твердость 40...45 HRCэ, оксидировать), для пластины- твердый сплав Т15К6, для винта и

гайки - сталь 45 (головку винта, скос гайки термообработать до 32...37 HRCэ)

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

5.2.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 2 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой завинчены винты 5 и 6, которые служат для регулировки положения резца. Для закрепления пластины служит винт 3 с гайкой 4, которая установлена в отверстии державки.

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

5.3 Проверочный расчет на прочность

5.3.1 Определяем изгибающий момент:

5.3.1.1 Вылет резца принимаем равным

$$l = 1,25 H = 1,25 \times 25 = 31 \text{ мм.} \quad (5.1)$$

5.3.1.2 Рассчитываем силу P_z :

По предыдущим расчетам $P_z = 122 \text{ Н}$

5.3.1.3 Определяем изгибающий момент

$$M_{из} = P_z \cdot l = 122 \cdot 31 = 3782 \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (5.2)$$

5.3.2 Определяем момент сопротивления изгибу

$$W_{из} = B^3/6 = 25^3/6 = 2604 \text{ мм}^3. \quad (5.3)$$

5.3.3 Напряжения изгиба, возникающие в державке резца:

$$\sigma_{и} = M_{и} / W_{и} = 3782/2604 = 1,45 \text{ МПа.} \quad (5.4)$$

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

5.3.5 Допускаемое напряжение на изгиб:

$$[\sigma_{и}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{и} = 1,45 \text{ МПа}$$

6 Проектирование производственного участка

При проектировании механического цеха или его отдельного участка необходимо учитывать ряд особенностей конструкции детали, ее материал, тип производства и многое другое.

6.1 Выбор типа промышленного здания

Для легкового автомобилестроения обычно выбирается в качестве основного производственного здания одноэтажные строения с конструктивной схемой с полным каркасом.

Тип цеха: обрабатывающий механический.

Размеры здания цеха определяются на основе единой модульной системы (ЕМС) и инструкции СНИП II А4.

Так как в цехе в наличии имеются подвесные кранбалки, то ширина пролетов принимается 24 м, а высота здания 8,4 м. Шаг средних колонн- 12 м, а шаг крайних (пристяжных) колонн принимаем- 6 м.

Максимальная ширина секции принимается –144 м (стандартная ширина по предельному расстоянию между продольными температурными швами).

Основную сетку колонн принимаем 24x12м.

6.2 Проектирование участка изготовления оправки

Произведем расчёт всех параметров производственного участка по механической обработки оправок, на котором обрабатывается деталь «оправка». Участок состоит из универсальных и специализированных станков. Загрузка деталей на станки осуществляется вручную. Транспортировка деталей между станками осуществляется в кассетах электрокаром.

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета основных параметров производственного участка.

№	Наименование параметра	Единица измерения	Индекс	Значение
1	Годовая программа выпуска деталей	шт	P_r	10000
2	Планировочный размер потерь рабочего времени на отпуск рабочих	%	B_o	12
4	Число рабочих смен в сутки		n_{cm}	2
5	Продолжительность рабочей смены	мин	T_{cm}	480

Базовый и проектный техпроцесс изготовления детали с указанием номеров и наименований операций, применяемого оборудования, основного и штучно-калькуляционного времени представлены в таблице 6.2.

Расчет норм времени приведен в п. 2.

Таблица 6.2 - Базовый и проектный техпроцесс изготовления оправки

№ оп	Наименование операции	Наименование оборудования Базовый вариант (проектный вариант)	$T_o/T_{шт-к}$, мин Базовый вариант (проектный)
1	2	3	4
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а 2А931	0,489/0,977
010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3	0,535/1,099
015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3	0,522/0,927
020	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3	0,504/1,093
025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3	0,434/0,963
030	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/п 3Б153Т	0,240/0,758
035	Токарная (тонкая) (Круглошлифовальная (черновая))	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3 (Круглошлифовальный п/а 3Б153Т)	1,412/2,263 (0,288/0,850)

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4
040	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3М151	0,240/0,794
045	Фрезерная	Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V	1,287/1,933
050	Сверлильная	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	2,359/3,286
055	Внутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,116/0,655
060	Внутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,105/0,608
065	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407	0,110/0,280
070 125	Моечная	Камерная моечная машина	0,100/0,270
090	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	0,090/0,577
095	Круглошлифовальная (чистовая)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	0,254/0,775
100	Круглошлифовальная (чистовая)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	0,307/0,872
105	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3М151	0,254/0,811
110	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный п/а 5К822В	0,333/0,811
115	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,210/0,752
120	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,190/0,698

6.2.1 Годовой номинальный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{п}} \cdot T) \cdot n_{\text{см}}, \quad (6.1)$$

где $D_{\text{р}}$ – количество рабочих дней в году;

$$D_{\text{р}} = 365 - 52 - 52/2 - 10 = 277 \text{ дн};$$

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$D_{\text{п}}$ – количество предпраздничных дней; $D_{\text{п}} = 8 \text{ дн}$;

T – количество часов, на которое сокращается рабочая смена в предпразд-

ничные дни; $T = 1$ ч;

$n_{см}$ – количество рабочих смен в сутках.

$$\Phi_n = (277 \cdot 8 - 8 \cdot 1) \cdot 2 = 4416 \text{ ч.}$$

6.2.2 Годовой эффективный фонд времени работы оборудования для среднесерийного производства:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{ном}} \cdot K_{\text{рем}} \cdot K_{\text{загр}}, \quad (6.2)$$

где $K_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий размер плановых потерь времени на ремонт оборудования $K_{\text{рем}} = 0,9 \dots 0,95$

$K_{\text{загр}}$ – коэффициент, учитывающий среднюю загрузку оборудования по времени. $K_{\text{загр}} = 0,8 \dots 0,9$

$$\Phi_{\text{э}} = 4416 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 3775 \text{ ч}$$

6.2.3 Трудоемкость работ.

Средний разряд работ на участке – 4

6.2.4 Годовая трудоемкость обработки деталей

$$T_{\Gamma} = \Pi_{\Gamma} \cdot T_{\text{шт-к}} \quad (6.3)$$

6.2.5 Количество оборудования на каждой операции:

$$C_{\text{расч}} = \frac{T_{\Gamma}}{60 \cdot \Phi_{\text{э}}}. \quad (6.4)$$

Округляя результаты до ближайшего большего целого числа, получим принятое количество оборудования на каждой операции $C_{\text{пр}}$.

6.2.6 Общее количество оборудования на участке:

$$C_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^m C_i. \quad (6.5)$$

6.2.7 Коэффициент загрузки оборудования на каждой операции:

$$K_3 = \frac{C_{\text{расч.}}}{C_{\text{пр.}}} \quad (6.6)$$

6.2.8 Средний коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{3,\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{3i}}{m}. \quad (6.7)$$

Результаты расчётов по операциям сведём в таблицу 6.3

Таблица 6.3 - Количество рабочих мест и их коэффициент загрузки базовый вариант (проектный).

№ операции	$C_{\text{расч.}}$	$C_{\text{пр.}}$	$C_{\text{общ}}$	K_3	$K_{3,\text{ср}}$
005	0.0431	1	21(21)	0.0431	0.0416 (0.0446)
010	0.0485	1		0.0485	
015	0.0409	1		0.0409	
020	0.0483	1		0.0483	
025	0.0425	1		0.0425	
030	0.0335	1		0.0335	
035	0.0375(0.0999)	1 (1)		0.0375(0.0999)	
040	0.0351	1		0.0351	
045	0.0853	1		0.0853	
050	0.1451	1		0.1451	
055	0.0289	1		0.0289	
060	0.0268	1		0.0268	
065	0.0124	1		0.0124	
070,125	0.0119	1		0.0119	
090	0.0255	1		0.0255	
095	0.0342	1		0.0342	
100	0.0385	1		0.0385	
105	0.0358	1		0.0358	
110	0.0358	1		0.0358	
115	0.0332	1		0.0332	
120	0.0308	1	0.0308		

6.2.9 График загрузки оборудования на участке (проектный вариант):

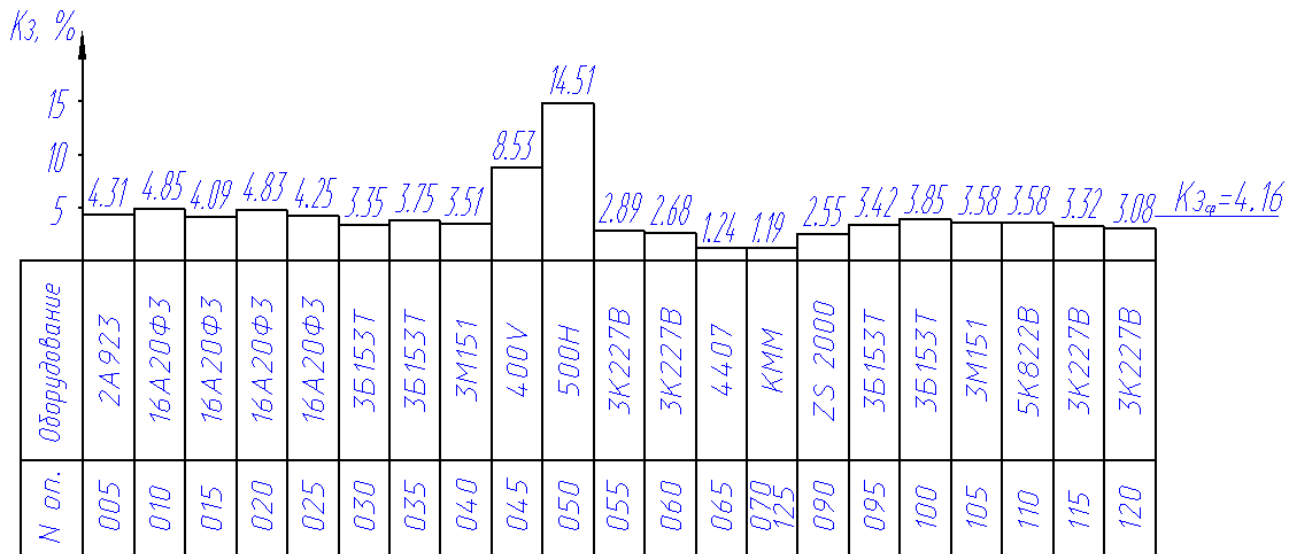


Рисунок 6.1

6.2.10 Количество рабочих на участке

В промышленно-производственный персонал участка входят производственные и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие и младший обслуживающий персонал (МОП)

Количество основных рабочих на участке определяем по формуле для серийного производства:

$$P = \frac{\sum T_{шт-к}}{\Phi_{эр} \cdot K_{мн}} \quad (6.8)$$

где $\Phi_{эр}$ - действительный годовой фонд времени работы рабочего

$K_{мн}$ - коэффициент многостаночного обслуживания в серийном производстве $K_{мн}=1,3$

$$\Phi_{эр} = [(D_{КАЛ} - B - П) \cdot T_{см} - D_{ПР} \cdot 2] \cdot \left[1 - \frac{B}{100}\right], \quad (6.9)$$

где $B=12\%$ - планируемый процент времени на отпуска рабочих, болезни и т.д.

$$\Phi_{\text{ЭР}} = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 8 \cdot 2] \cdot \left[1 - \frac{12}{100}\right] = 1753 \text{ ч.}$$

Базовый вариант

$R = 19,79 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 1,44$ (из расчета годовой программы выпуска 10000 шт, без дозагрузки)

принимаем 2 рабочих

Проектный

$R = 21,203 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 1,55$ (из расчета годовой программы выпуска 2000 шт, без дозагрузки)

принимаем 2 рабочих

Вспомогательные рабочие 35% от числа производственных рабочих

базовый вариант

$$R_{\text{в}} = 2 \cdot 0,35 = 0,70$$

принимаем 1 рабочего

Проектный

$$R_{\text{в}} = 2 \cdot 0,35 = 0,70$$

принимаем 1 рабочего

ИТР – 12% от числа рабочих

$$\text{ИТРб} = 0,12 \cdot 3 = 0,36 = 1$$

$$\text{ИТРпр} = 0,12 \cdot 3 = 0,36 = 1$$

$$\text{МОПб} = 1$$

$$\text{МОПпр} = 1$$

7 Безопасность и экологичность технического объекта

7.1 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 7.1

Таблица 7.1 - 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	Фрезеровщик	Центровально-подрезной полуавтомат 2A923	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный 16A20Ф3	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V	Металл, СОЖ
5	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500H	Металл, СОЖ
6	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный полуавтомат 3Б153Т Круглошлифовальный полуавтомат 3М151	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
9	Резьбошлифование	Резьбошлифовальная операция	Шлифовщик	Резьбошлифовальный полуавтомат 5K822В	Металл, СОЖ

7.2 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 7.2

Таблица 7.2 – 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 КГШП
2	Центровально-подрезная операция Фрезерная операция Сверлильная 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)	Центровально-подрезной полуавтомат 2А923 Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н
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, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный 16А20Ф3
4	Круглошлифовальная операция Внутришлифовальная операция Центрошлифовальная операция Резьбошлифование	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)	Торцекруглошлифовальный полуавтомат 3Б153Т Круглошлифовальный полуавтомат 3М151 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Резьбошлифовальный полуавтомат 5К822В

7.3 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 7.3 – 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

7.4 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 7.4.

Таблица 7.4 – 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 7.4

1	2	3	4	5	6
2	Участок лезвийной обработки	Центровально-подрезной полуавтомат 2A923 Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500H Токарно-винторезный 16A20Ф3	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	Торцекруглошлифовальный полуавтомат 3Б153Т Круглошлифовальный полуавтомат 3М151 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Резьбошлифовальный полуавтомат 5К822В	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

7.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 7.5

Таблица 7.5 - 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

7.4.3 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 7.6 – 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 Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V	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

7.5 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.

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

результаты которой отражены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – 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	Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 400V	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

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

Таблица 7.8 – 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

7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления установочной оправки цангового патрона, 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 установочной оправки цангового патрона, 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.

8 Экономическая эффективность проекта

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

8.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Программа выпуска – 10000 шт. Материал детали – сталь 19ХГН. Метод получения заготовки – штамповка. Масса детали – 0,8 кг, масса заготовки – 1,28 кг.

Остальная краткая характеристика с необходимыми данными по писанию изменений в вариантах технологического процесса, представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Описание изменений по сравниваемым вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 035	
<u>Операции 035 – Токарная тонкая</u> Получистовая обработка хвостовика производится тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ 16А20Ф3. <u>Оснастка</u> – поводковый патрон с центром. Центр упорный <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения. Пластина 3-хгранная Т30К4. То=1,412 мин Тшт=2,263 мин	<u>Операции 035 – Круглошлифовальная</u> Получистовая обработка хвостовика производится черновым шлифованием. <u>Оборудование</u> – Круглошлифовальный п/а 3Б153Т <u>Оснастка</u> – поводковый патрон с центром. Центр упорные <u>Инструмент</u> – Шлифовальный круг 3 600x75x305 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 То=0,288 мин Тшт=0,850 мин
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная	

Необходимые исходные данные по оборудованию, приспособлению, ин-

струменту и т.д. заносим в таблицу. 8.2. Представленные значения не будут учитывать затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию (табл. 8.1), ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Таблица 8.2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{TR.PP}$	час	–	715
2	Цена единицы оборудования	C_{OB}	руб.	1937500	1399300
3	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{P.OB}$	руб.	96875	69965
4	Цена одной единицы приспособления	C_{PP}	руб.	16581,7	16581,7
5	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{P.PP}$	руб.	3316,3	3316,3
6	Цена единицы рабочего инструмента	$C_{И}$	руб.	475,2 10,6	4896
7	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{P.И}$	руб.	95,1 2,1	979,2
8	Количество переточек	$N_{ПЕР}$		– 3	16
9	Цена одной переточки	$C_{ПЕР}$	руб.	– –	286,9
10	Стойкость одной переточки	$T_{И}$	час	26 1,5	2
11	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$		1 1,05	1,05
12	Часовая тарифная ставка рабочего	$C_{ч}$	руб./час	66,71	72,24
13	Часовая тарифная ставка наладчика	$C_{чН}$	руб./час	97,67	–
14	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{ч.ТЕХ}$	руб./час	–	77,8
15	Габариты станка	$P_{УД}$	m^2	8,4	5,2

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5	6
16	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{доп.пл}$		4	4
17	Стоимость эксплуатации 1м ² площади здания в год	$C_{пл}$	руб./м ²	4500	4500
18	Установленная мощность единицы оборудования	$M_{уст}$	кВт	11	5,5
19	Цена за 1 кВт электроэнергии	$C_{э.э}$	руб./кВт	2,582	
20	Цена за 1 м ³ воды	$C_{в}$	руб./м ³	4,479	
21	Цена за 1 м ³ сжатого воздуха	$C_{сж}$	руб./м ³	0,279	

8.2 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Используя исходные данные, представленные в таблице 8.2 и методику расчета необходимого количества оборудования, представленную в методических указаниях «Экономическое обоснование дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки детали» [10], определим данную величину.

$$N_{об.расч} = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{\Phi_{эф.об} \cdot K_{в.н} \cdot 60}, \quad (8.1)$$

Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего, большего числа и получаем их принятое или фактическое количество $N_{об.прин}$ или $N_{об}$.

$$K_3 = \frac{N_{об.расч}}{N_{об.пр}} \quad (8.2)$$

Учитывая то, что на каждой операции необходимо по одному станку, то в этом случае коэффициент загрузки оборудования на этих операциях будет равен расчету величине оборудования, определенной по формуле (8.1). Результаты расчета по представленной методике записаны в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Результаты расчетов количества оборудования и коэффициента загрузки оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расчетное количество оборудования, $H_{ОБ.РАСЧ}$	0,078	0,029
2	Принятое количество оборудование, $H_{ОБ.}$	1	1
3	Коэффициент загрузки оборудования K_3	0,078	0,029

8.3 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП

Для определения капитальных вложений, так же будем использовать уже представленные методические указания [10], которые, учитывая описанные изменения, позволят определить необходимые средства для вложений. Принимая во внимание тот факт, что изменениям подверглись лишь приспособления и инструмент, определим величину капитальных вложений с учетом этих особенностей по формулам (8.3) – (8.12). Так как интерес для нас представляет проектируемый вариант, то и расчеты будем вести только данному варианту, без учета базового.

$$З_{ПР} = T_{ТР.ПР} \cdot C_{Ч.ТЕХ}, \quad (8.3)$$

$$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot K_3, \quad (8.4)$$

$$K_{М} = K_{ОБ} \cdot K_{МОИТ}, \quad (8.5)$$

$$K_{ТР} = K_{ОБ} \cdot 0,05, \quad (8.6)$$

$$K_{ПР} = \sum H_{ПР} \cdot Ц_{ПР} \cdot K_3, \quad (8.7)$$

$$K_{И} = \sum \frac{Ц_{И} \cdot T_{МАШ} \cdot N_{Г} \cdot K_{УБ} \cdot H_{И}}{T_{И} \cdot (N_{ПЕР} + 1) \cdot 60}, \quad (8.8)$$

$$K_{Э.ПЛ} = \sum H_{ОБ} \cdot P_{УД} \cdot K_{ДОП} \cdot K_3 \cdot Ц_{Э.ПЛ}, \quad (8.9)$$

$$З_{ДЕМ} = 0,1 \cdot \sum H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ.ДЕМ}, \quad (8.10)$$

$$B_{РЕАЛ} = 0,05 \cdot \sum H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ.ДЕМ}, \quad (8.11)$$

$$K_{ВВ.ПР} = Z_{ПР} + K_{ОБ} + K_{М} + K_{ТР} + K_{ПР} + K_{И} + Z_{ДЕМ} - В_{РЕАЛ}, \quad (8.12)$$

Для расчетов значений по формулам (8.3) – (8.12) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения записаны в таблице 8.4

Таблица 8.4 – Расчетные значения, входящие в капитальные вложения по проектируемому варианту

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра
1	Затраты на проектирование, $Z_{ПР}$, руб.	55627
2	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, $K_{ОБ}$, руб.	41144,49
3	Затраты на доставку и монтаж оборудования, $K_{М}$, руб.	4525,89
4	Затраты на транспортные средства, $K_{ТР}$, руб.	2057,22
5	Затраты на приспособление, $K_{ПР}$, руб.	487,56
6	Затраты на инструмент, $K_{И}$, руб.	7257,6
7	Затраты на эксплуатацию производственной площади, $K_{Э.ПЛ}$, руб.	2752,18
8	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, $Z_{ДЕМ}$, руб.	193750
9	Выручка от реализации высвобожденного оборудования, $В_{РЕАЛ}$, руб.	96875
10	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{ВВ.ПР}$, руб.	210726,95

8.4 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Основными элементами, входящими в технологическую себестоимость являются: основные материалы, заработная плата основных рабочих (операторов и наладчиков), начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, состоящие из определенного количества параметров. Все перечисленные элементы определяются по формулам, которые имеют подробное описание в методических рекомендациях [10].

Учитывая то, что материал и метод получения заготовки не изменился по вариантам, поэтому расчеты по определению величины основных материалов

проводит не целесообразно, это связано с тем, что данная величина не повлияет на конечных результат расчетов. Остальные значения рассчитаем по следующему алгоритму.

$$Z_{\text{ПЛ.ОП}} = \frac{\sum T_{\text{ШГ}} \cdot C_{\text{ч}}}{60} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{В.Н}}, \quad (8.13)$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП (АЗ)}} = \frac{2,263 \cdot 67,71}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 4,87 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП (Р)}} = \frac{0,85 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 2,85 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.НАЛ}} = \frac{C_{\text{ЧН}} \cdot \Phi_{\text{Э.Р}} \cdot H_{\text{ОБ.ОБЩ}} \cdot K_{\text{З.СР}}}{\Pi_{\Gamma} \cdot H_{\text{ОБСЛ}}} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{В.Н}}, \quad (8.14)$$

$$Z_{\text{ПЛ.НАЛ (АЗ)}} = \frac{97,67 \cdot 1731 \cdot 1 \cdot 0,078}{10000 \cdot 10} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 0,22 \text{ руб}$$

$$H_{\text{З.ПЛ}} = Z_{\text{ПЛ}} \cdot K_{\text{С}} = Z_{\text{ПЛ.ОП}} + Z_{\text{ПЛ.НАЛ}} \cdot K_{\text{С}}, \quad (8.15)$$

$$H_{\text{З.ПЛ (АЗ)}} = 4,87 + 0,22 \cdot 0,3 = 1,53 \text{ руб}$$

$$H_{\text{З.ПЛ (Р)}} = 2,85 + 0 \cdot 0,3 = 0,86 \text{ руб}$$

$$P_{\text{А}} = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot (C_{\text{МОНТ}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot H_{\text{А}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 100 \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \quad (8.16)$$

$$P_{\text{А}} = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot (C_{\text{МОНТ}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot K_{\text{Р}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \quad (8.17)$$

$$P_{\text{Э.Э}} = \frac{M_{\text{УСТ}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot C_{\text{ЭЭ}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{В}}}{\text{КПД} \cdot 60}, \quad (8.18)$$

$$P_{\text{И}} = \frac{C_{\text{И}} \cdot K_{\text{ТР.И}} - B_{\text{Р.И}} \cdot K_{\text{УБ}} + H_{\text{ПЕР}} \cdot C_{\text{ПЕР}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (C_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60}, \quad (8.19)$$

$$P_{\text{ПР}} = \frac{C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{Р.ПР}} \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{З}}}{N_{\text{ГОД}} \cdot T_{\text{ПР}}}, \quad (8.20)$$

$$P_{CM} = \frac{N_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{COЖ}}{N_{ГОД}}, \quad (8.21)$$

$$P_B = \frac{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot N_{OB} \cdot K_3 \cdot Ц_B \cdot Y_B}{N_{ГОД}}, \quad (8.22)$$

$$P_{ПЛ} = \frac{N_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{УД} \cdot K_{ДОП.ПЛ} \cdot Ц_{ПЛ}}{N_{ГОД}}, \quad (8.23)$$

$$P_{СЖ} = \frac{N_{OB} \cdot K_3 \cdot \Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot Y_{СЖ} \cdot Ц_{СЖ}}{N_{ГОД}}, \quad (8.24)$$

$$P_{У.ПР} = \frac{Z_{У.ПР} \cdot K_3 \cdot N_{ДЕТ} \cdot K_{В.ПР}}{N_{ГОД} \cdot T_{ПЕР}}, \quad (8.25)$$

$$P_{Э.ОБ} = P_A + P_{P.ОБ} + P_{Э.Э} + P_{И} + P_{ПР} + P_{CM} + P_B + P_{ПЛ} + P_{СЖ} + P_{У.ПР}, \quad (8.26)$$

Для расчетов значений по формулам (8.16) – (8.26) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения представлены в таблице 8.5

Таблица 8.5 – Расчетные значения параметров, входящих в расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расходы на амортизацию оборудования, P_A , руб.	0,167	0,045
2	Расходы на текущий ремонт, $P_{P.ОБ}$, руб.	0,051	0,014
3	Расходы на электроэнергию $P_{Э}$, руб.	0,453	0,046
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $P_{И}$, руб.	0,04	0,015
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $P_{ПР}$, руб.	0,388	0,636
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, P_{CM} , руб.	0,01	0,004
7	Расходы на технологическую воду, P_B , руб.	0,084	0,032
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $P_{Э.ПЛ}$, руб.	0,001	0,001
9	Расходы на сжатый воздух, $P_{СЖ}$, руб.	1,184	0,275
10	Расходы на управляющую программу, $P_{У.ПР}$, руб.	0,636	–
11	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $P_{Э.ОБ}$, руб.	3,014	1,067

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3\Pi + H_{\text{З.ПЛ}} + P_{\text{Э.ОБ}}, \quad (8.27)$$

$$C_{\text{ТЕХ(БАЗ)}} = 5,09 + 1,53 + 3,01 = 9,63 \text{руб}$$

$$C_{\text{ТЕХ(ПР)}} = 2,85 + 0,86 + 1,07 = 4,78 \text{руб}$$

Далее определяем полную себестоимость выполнения рассматриваемых операций, для этого используем калькуляцию себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса [10]. Согласно ей мы получаем: полную себестоимость по базовому варианту – $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 28,24$ руб., а по проектному варианту – $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 15,21$ руб.

8.5 Расчет показателей экономической эффективности

$$\Pi_{\text{ОЖ}} = (C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛН(ПР)}}) \cdot N_{\text{ГОД}}, \quad (8.28)$$

$$\Pi_{\text{ОЖ}} = (28,24 - 15,21) \cdot 10000 = 130300 \text{руб}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \quad (8.29)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 130300 \cdot 0,2 = 26060 \text{руб}$$

$$\Pi_{\text{ЧИСТ}} = \Pi_{\text{ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}}, \quad (8.30)$$

$$\Pi_{\text{ЧИСТ}} = 130300 - 26060 = 104240 \text{руб}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \quad (8.31)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{210726,95}{104240} + 1 = 2,99 \approx 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_1^T \frac{1}{(1+E)^n}, \quad (8.32)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 104240 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 238084,16 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}}, \quad (8.33)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 238084,16 - 210726,95 = 27357,21 \text{ руб}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}}, \quad (8.34)$$

$$\text{ИД} = \frac{238084,16}{210726,95} = 1,13 \text{ руб/руб}$$

Благодаря замене оборудования и инструмента на 035 операции, удалось уменьшить трудоемкость ее выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 46,1% и позволит получить дополнительную чистую прибыль в размере 104240 руб. Необходимые капитальные вложения в объеме 210726,95 руб. окупятся в течение 3-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет – 27357,21 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы внедрены следующие усовершенствования техпроцесса:

- разработан техпроцесс изготовления оправки при среднесерийном производстве;
- рассчитана заготовка, получаемая горячей объемной штамповкой с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено оборудование высокой производительности - ЧПУ, полуавтоматы и автоматы;
- применена оснастка с механизированными приводами;
- применен инструмент высокой производительности с износостойким покрытием;
- на основе проведенных научных исследований предложено для шлифовальной обработки в качестве материала шлифовального круга применить сложнолегированный электрокорунд 91А на керамических боросодержащей К7 и бариевой К26 связках;
- спроектирован патрон поводковый с центром, с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектирован резец токарный сборный для точения по контуру с механическим креплением режущей пластины.

Внесенные в техпроцесс изготовления оправки изменения позволяют при обеспечении заданного объема выпуска деталей снизить себестоимость её изготовления, при этом повысив качество в сравнении с базовым вариантом техпроцесса.

Экономический эффект при сравнении вариантов техпроцесса составит 27357,21 рубля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю. В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1995 - 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 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, 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 Гордеев А.В. Проектирование технологического процесса механической обработки. Практические работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения». Методическое пособие- Тольятти, ТГУ, 2007.- 91 с.
- 8 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 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 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - 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 Князевский, Б.А. Охрана труда в электроустановках / Б.А. Князевский,– М.: Энергия, 1973, 463 с.
- 13 Кузнецов, Ю.М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транс-

порта / Ю.М. Кузнецов, – М.: Транспорт, 1986. – 272 с.

14 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.

15 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.

16 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.

17 Матвеев В.В. Проектирование технологических процессов в машиностроении. / В.В. Матвеев - Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1979. 111 с..

18 Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов [и др.]. под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.

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

20. 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. - 912 с.

21 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. - 944 с.

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

23 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник / Р. Таймингс – М.: Додэка-XXI, 2008. - 336 с.

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

25 Прасолов, С. Г. Абразивные круги для шлифования стали 20 ХГНМ / С. Г. Прасолов, В. В. Иотов. Технология автомобилестроения. Экспресс-информация. г. Тольятти, 04/1983.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

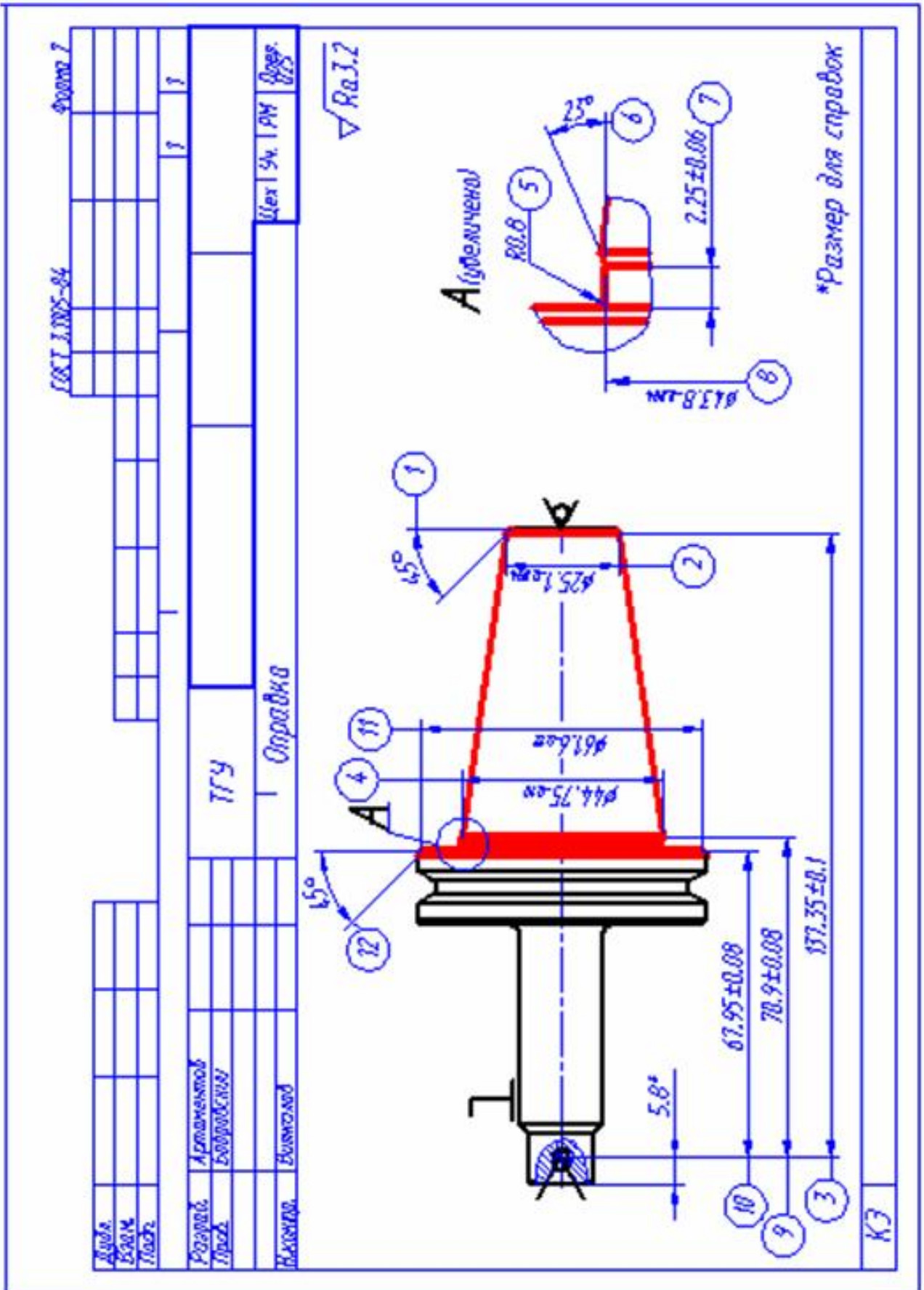
Маршрутная карта технологического процесса

Дубл.	Взам.	Годл.											2	5		
А			цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа				Тшт.		
Б			Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП		Кшт	Тпз.
A01	XXXXXX	030	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85									
B02	38132XXX			2	18873	411	1P	1	1	1	236	1	18	0,682		
03																
A04	XXXXXX	035	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85									
B05	38132XXX			2	18873	411	1P	1	1	1	236	1	18	0,774		
06																
A07	XXXXXX	040	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85									
B08	38132XXX			2	18873	411	1P	1	1	1	236	1	18	0,718		
09																
A10	XXXXXX	045	4260	Фрезерная			ИОТ И 37.101.7026-89									
B11	3816XXX			2	18632	411	1P	1	1	1	236	1	26	1,815		
12																
A13	XXXXXX	050	4121	Сверлильная			ИОТ И 37.101.7111-89									
B14	3816XXX			2	18632	411	1P	1	1	1	236	1	42	3,108		
15																
A16	XXXXXX	055	4132	Внутришлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85									
B17	38132XXX			2	18873	411	1P	1	1	1	236	1	20	0,571		
18																
МК																

Дубл.	Взам.	Годл.											4	5			
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.
A01	XXXXXX	095	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B02	38132XXX					3Б153Т	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,699
03																	
A04	XXXXXX	100	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B05	38132XXX					3Б153Т	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,796
06																	
A07	XXXXXX	105	4131	Круглошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B08	38132XXX					3М151	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,735
09																	
A10	XXXXXX	110	4135	Резьбошлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B11	38132XXX					5К822В	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,727
12																	
A13	XXXXXX	115	4132	Внутришлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B14	38132XXX					3К227В	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,668
15																	
A16	XXXXXX	120	4132	Внутришлифовальная			ИОТ И 37.101.7419-85										
B17	38132XXX					3К227В	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	18	0,613
18																	
МК																	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

Дубл.																				
Взм.																				
Подп.																				
Разраб.	Артаментов																			
Пров.	Бобровский																			
Н. Контр.	Виткалов																			
Наименование операции		ТГУ		XXXXXXX 10141.00001		Цех		Уч.		PM		Опер 025		1		1				
4110 Токарная		Материал		Сталь 19ХГН		твёрдость		EB		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД				
16A20ФЗ		Обозначение программы		XXXXXX		220 HB		166		0,80		Ø66,7x148,2		1,28		1				
						То		Те		Тпз		Тшт		СОЖ						
						0,434		0,407		17		0,891		Украинол-1						
Р		ПИ		L		L		t		i		S		n		V				
01		MM		MM		MM		MM		MM		MM/об		об/мин		м/мин				
002		1. Установить и снять заготовку																		
T03		396111XXX- патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71; 396236XXX- центр вращающийся А ГОСТ 8742-75																		
O04		2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-12																		
T05		392110XXX- резец-вставка 25x25 OCT 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
T06		393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																		
P07		XX		44,75		74		0,3		1		0,15		1400		196,7				
P08		XX		64,4		11		0,3		1		0,15		900		180,3				
09																				
10																				
11																				
12																				
OKП																				



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.494.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.494.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.494.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.494.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.ТМ.494.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.494.60.005	Демпфер	2	
		6	16.07.ТМ.494.60.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.494.60.007	Корпус патрона	1	
		8	16.07.ТМ.494.60.008	Корпус	1	
		9	16.07.ТМ.494.60.009	Крышка	1	
		10	16.07.ТМ.494.60.010	Кулачок	1	
		11	16.07.ТМ.494.60.011	Ось	3	
		12	16.07.ТМ.494.60.012	Ось	3	
		13	16.07.ТМ.494.60.013	Подкулачник	6	
		14	16.07.ТМ.494.60.014	Рычаг	1	
		15	16.07.ТМ.494.60.015	Тяга	1	
			16.07.ТМ.494.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Издано.	Артемьев				Лист	Листов
Проект.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, в.р. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.494.60.016	Сухарь	6	
		17	16.07.ТМ.494.60.017	Сухарь	6	
		18	16.07.ТМ.494.60.018	Фланец	1	
		19	16.07.ТМ.494.60.019	Центр	1	
		20	16.07.ТМ.494.60.020	Шток-поршень		
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		21		М8х18.88	3	
		22		М8х30.88	6	
		23		М10х20.88	6	
				Винты ГОСТ 1477-75		
		24		М8х14.48	3	
		25		М10х10.48	1	
		26		Винт М8х20.48	3	
				ГОСТ 1478-75	3	
		27		Винт М8х18.48	3	
				ГОСТ 1479-75	1	
		28		Гайка М12-8		
				ГОСТ 12593-93	1	
		29		Гайка М20.5.		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		30		120-180-32-2-4	2	
		31		320-420-58-2-4	2	
		32		530-630-58-2-4	1	
		33		560-630-46-2-4	2	
				16.07.ТМ.494.60.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2	

