

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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления кулачка расточного
полуавтомата

Студент(ка)	<u>Михалева С. В.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>Расторгуев Д.А.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Горина Л.Н.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Зубкова Н.В.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

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

А.В. Бобровский

(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Михалева Светлана Викторовна гр. ТМб3-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления кулачка расточного полуавтомата.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

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

1) Деталь (с изменениями) 0,5 – 1

2) Заготовка 0,25 – 1

3) План обработки 1 – 2

4) Технологические наладки 1 – 2

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

6. Консультанты по разделам

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

Руководитель выпускной квалификационной работы	 <hr/> (подпись)	 <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	 <hr/> (подпись)	 <hr/> (И.О. Фамилия)

Аннотация

УДК 621.09.02

Михалева Светлана Викторовна

Технологический процесс изготовления кулачка расточного полуавтомата.
Тольяттинский государственный университет 2016 г.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа).

В работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления кулачка расточного полуавтомата в условиях среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, технологический процесс, оборудование, оснастка, припуск, режущий инструмент.

Работа включает в себя пять разделов:

В первом разделе рассматривается анализ исходных данных, рассмотрен базовый технологический процесс, выявлены его недостатки и намечены пути их устранения, для вновь проектируемого технологического процесса.

Во втором разделе определен тип производства - среднесерийное, спроектирована заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки. Разработан новый технологический процесс, с применением высокопроизводительного оборудования (станков с ЧПУ, п/автоматов и автоматов), оснастки и инструмента. Рассчитаны режимы резания и нормы времени на операции технологического процесса.

В третьем разделе работы спроектировано приспособление для контроля биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo Co.Ltd с точностью контроля 1 микрон, а также станочное приспособление - патрон мембранный с пневмоприводом для внутришлифовальной операции.

Квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 80 страниц, содержащей 22 таблиц, 8 рисунков, и графической части, содержащей 7 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	14
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования	16
2 Технологическая часть работы.....	18
2.1 Выбор типа производства	18
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	19
2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей	24
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	25
2.5 Разработка технологического маршрута.....	32
2.6 Выбор средств технологического оснащения	36
2.7 Проектирование технологических операций.....	39
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	50
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	50
3.2 Проектирование режущего инструмента	59
4 Безопасность и экологичность технического объекта	63
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	63
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	64
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	65
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	66
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	70
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность	

технического объекта»	72
5 Экономическая эффективность работы.....	73
Заключение.....	77
Список используемой литературы.....	78
Приложения.....	80

Введение, цель работы

Развитие производства – это большая наукоемкая задача, требующая постоянного вложения средств, что на данный период времени является особо чувствительной областью. Экономический спад, в частности, в машиностроительной области, серьезно отражается на возможностях предприятий автопрома, проводить модернизацию производственных мощностей и внедрять научные новинки в производство, скорее наоборот наблюдается тенденция к сокращению любых производственных издержек. Руководство предприятий, стремится внедрять мероприятия, приводящие к снижению себестоимости готовой продукции и повышению ее качества, в рамках уже имеющихся производственных мощностей, что даст предприятию конкурентное преимущество на рынке. Активно используется инсорсинг, для дозагрузки производственных мощностей.

Следовательно, главной целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Кулачок расточного полуавтомата», для условий среднесерийного производства, со снижением себестоимости и повышением качества готовой детали в сравнении с базовым вариантом.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Анализ необходимо провести для оценки правильности назначения технических требований к точности и качеству поверхностей.

Деталь «Кулачок», устанавливается в механизме бесступенчатой установки величины хода расточного полуавтомата и предназначена для установки сопрягаемых деталей и преобразования вращательного движения кулачка в поступательное движение ролика исполнительного механизма.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

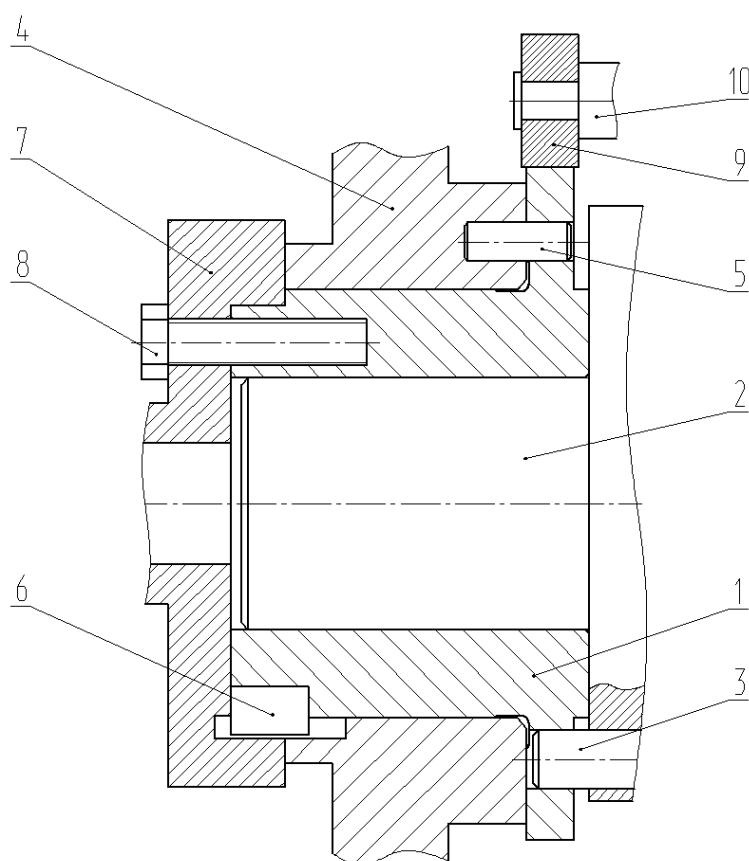


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла механизма бесступенчатой установки величины хода расточного полуавтомата

Кулачок 1 (рисунок 1.1) устанавливается на валу 2 с упором в торец с фик-

сацией с помощью штифта 3.

На кулачке-обойме 1 установлена ступица 4, которая фиксируется штифтом 5. С торца на шпонке 6 устанавливается фланец 7, который крепится болтами 8.

В базовый профиль кулачка упирается ролик 9, установленный на оси 10.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь имеет высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал детали: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

В таблице 1.1 и таблице 1.2 приведены химический состав стали и физико-механические свойства стали 40Х соответственно.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71

В процентах

Элемент	С	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si
		Не более						
Содержание	0.36-0,44	0.035	0.035	0,3	0.25	0.5-0.8	0.8-1.2	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-71

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	НВ
		МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
Прутки Закалка 860°C, масло, Отпуск 500°C, вода.	Ø25	780	980	10	45	59	217
Поковка. Нормализация	100-300	345	590	17	40	54	217

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Проведем систематизацию и классификацию поверхностей детали по их служебному назначению (рисунок 1.2), результаты классификации сведем в таблицу 1.3.

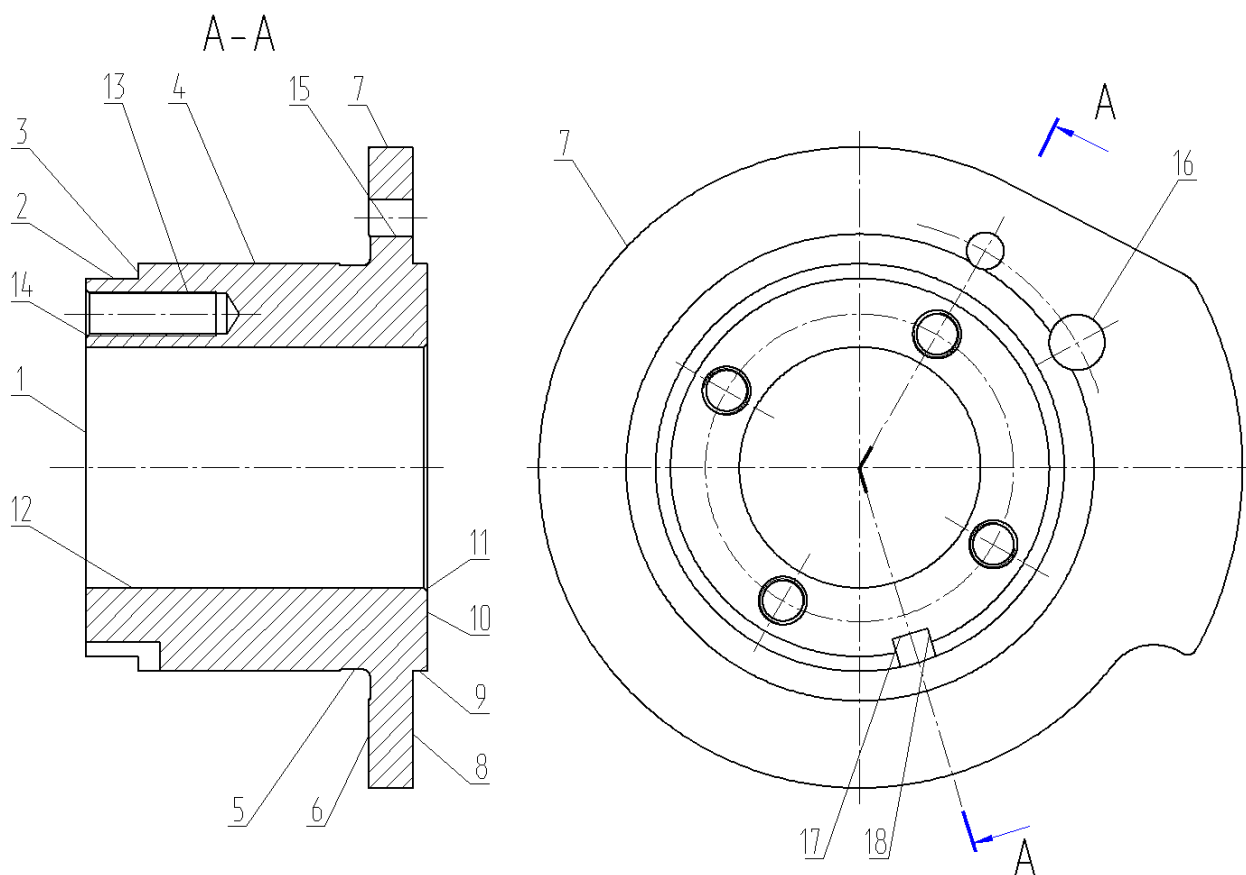


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Кулачок»

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные	7,15,16,18
2	Основные конструкторские базы (ОКБ)	10,12
3	Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	1,2,4,6,13,17
4	Свободные	Остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности детали является выявления возможности снижения себестоимости обработки, путем совершенствования ее конструкции.

Технологичность конструкции оцениваем на основе количественного анализа и качественного анализа технологичности.

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэффициент унификации поверхностей

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

где n_y - число унифицированных поверхностей, т.е. поверхностей для обработки которых не требуется специальный инструмент и оснастка;

Σn - сумма всех поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.1.2 Коэффициент шероховатости поверхностей

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

где B_{cp} - среднее численное значение параметра шероховатости;

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

где B_{ni} – числовое значение параметра шероховатости для каждой поверхности;

Σn_i – число поверхностей одного значения шероховатости.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.3) получим:

$$B_{cp} = (1 \cdot 0,63 + 4 \cdot 1,25 + 2 \cdot 2,5 + 11 \cdot 3,2) / 18 = 2,57 \text{ мкм.}$$

Подставим определенные значения, в формулу (1.2) получим:

$$K_{ш} = 1 / 2,57 = 0,39.$$

Из расчета видно, что по данному показателю деталь не технологична, т.к коэффициент шероховатости получился больше, чем предельное его значение $K_{ш} = 0,39 > 0,32$.

Однако, учитывая то, что минимальное значения шероховатости можно получить на шлифовальных станках нормально точности, а шероховатость свободных поверхностей можно получить одно- или двукратной обработкой без последующего шлифования, принимаем что по показателям шероховатости деталь – технологична.

1.2.1.3. Коэффициент точности, определяем по формуле:

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

где A_{cp} - средняя точность изготовления детали:

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

где A_{ni} – числовое значение точности поверхностей;

$\sum n_i$ – число поверхностей одной точности.

Подставим определенные значения, в формулу (1.5) и (1.4), получим:

$$A_{cp} = (5 \cdot 7 + 2 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 10 \cdot 14) / 18 = 11,3$$

$$K_T = 1 - 1/11,3 = 0,91$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. $K_T > 0,8$.

Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Конфигурация детали «Кулачок» простая и не вызывает трудностей при получении заготовки. Материал детали сталь 40Х ГОСТ 4543-71, заготовку, возможно изготовить методом горячей объемной штамповки, из проката или профильного проката.

Следовательно, заготовку можно считать технологичной.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Рабочий чертеж детали содержит необходимую графическую информацию для полного представления о его конструкции, точности и качестве поверхностей.

Деталь относится к классу деталей типа - втулка, для которых разработан типовой технологический процесс, кулачок не содержит никаких конструктивных особенностей и может быть обработан по типовому ТП.

Возможна обработка на одном установе всех поверхностей правого или левого конца, в зависимости от установа. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки и контроля. На каждом установе обработку поверхностей можно вести последовательно одним инструментом, либо параллельно несколькими инструментами.

Деталь может быть обработана на универсальном оборудовании, с помощью стандартного режущего инструмента и не требует специальных СТО

С точки зрения общей конфигурации - деталь технологична.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

При выборе схемы базирования детали на операциях механической обработки, будем руководствоваться соблюдением условия: измерительные базы должны совпадать с технологическими и обработка на протяжении всего ТП должна вестись от одних и тех же баз.

Учитывая, данное условие принимаем, в качестве баз на токарных операциях, при обработке правого конца - наружную поверхность 4 и торец пов. 1, при обработке левого конца – отв., пов. 12 и торец пов. 10.

При сверлильной и фрезерной обработке правого конца базами являются отв., пов. 12 и торец пов. 1, при сверлильной обработке левого конца – отв., пов. 12, торец 10 с угловой центровкой по отв. 15.

При координатно-шлифовальной операции базами являются пов. 4 и торец 1, с предварительной угловой центровкой по отв. 15.

При круглошлифовальной обработке базы – отверстие, пов. 12 и торец 10.

При внутришлифовальной обработке базами являются пов. 4 и торец 1.

На большинстве установов в качестве технологических баз можно использовать измерительные базы. Базовые поверхности имеют достаточно точность и шероховатость, это обеспечивает точность и шероховатость обработанных поверхностей.

Следовательно, по данному пункту деталь можно считать технологичной.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Наиболее жесткие требования по точности и качеству поверхности для данной детали составляют: квалитет точности IT7 – на пов. 2,4,15,16; шероховатость поверхности Ra 0,63 мкм на пов. 7. Данные параметры детали, возможно, выполнить на станках нормальной точности. Протяженность поверхностей и их параметры определяются компоновкой самого узла, элементом которого является деталь.

Анализируя служебное назначение детали, приходим к выводу, что данные параметры являются минимальными и достаточными для выполнения деталью своего служебного назначения. Снижение качества поверхностей и точности приведет к неправильной работе всего узла и возможно к его поломке, завышение же значений точности и шероховатости приведет к удорожанию изготовления детали.

Конфигурация детали позволяет широко использовать механизацию и автоматизацию при ее установке, обработке транспортировке. Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что конструкция детали технологична.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

В пункте рассматривается базовый технологический процесс, выявляются его недостатки и предлагаются пути их устранения.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим технологический маршрут базового техпроцесса: и выявим его недостатки. Порядок и содержание операций базового маршрута приведены в

таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособле- ние	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Отрезная				
010	Токарная черновая	16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Сверло спиральное Р6М5 Резец расточной Т5К10 Резец канавочный Т5К10	1,5
015	Токарная чистовая	16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец расточной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,85
020	Слесарная (разметочная)				0,16
025	Фрезерная	6Р11	Тиски машин- ные	Фреза концевая Р6М5	0,15
030	Сверлильная	2Р135	Тиски машин- ные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,25
035	Сверлильная	2Р135	Тиски машин- ные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,35
040	Фрезерная	6Р11МФ3-1	Тиски машин- ные	Фреза концевая Р6М5	0,65
045	Слесарная	Верстак		Напильник	0,15
050	Термическая				
055	Круглошлифо- вальная	3Б153Т	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	0,28
060	Внутришлифо- вальная	3К228В	Патрон мем- бранный	Шлифовальный круг	0,25
065	Координатно- шлифовальная	3Б282	Приспособление специальное	Шлифовальный круг	0,82

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
070	Полировальная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Лента абразивная, паста	0,20
075	Моечная				
080	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Недостатки базового ТП: используемое оборудование, оснастка не достаточно производительны и пригодны лишь для использования в единичном и мелкосерийном производстве.

Повышение производительности сдерживают следующие причины:

- неоптимально выбрано оборудование – низкопроизводительные универсальные станки, например 16К20, 2Р135 (для условий среднесерийного производства, будут не эффективны), применение инструмента с низкой стойкостью;
- большое штучное время на токарных операция вследствие большого припуска (т.к. в качестве заготовки применен пруток), неоптимальных режимов резания, на фрезерных и сверлильных станках ситуация аналогичная;
- значительное время занимают слесарные операции по снятию заусенцев и разметке отверстий и пазов;
- применение оснастки с ручным зажимом и универсальных низкопроизводительных контрольных инструментов и приспособлений, дает значительный прирост штучного времени

1.4.2 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Рассмотрим возможности совершенствования технологического процесса, учитывая выявленные недостатки базового техпроцесса, сформулируем задачи

ВКР:

1. Определим оптимальный метод получения заготовки (штамповкой) с минимальными припусками под обработку, рассчитанными аналитическим методом;

2. Для среднесерийного типа производства применим высокопроизводительные станки с ЧПУ, или полуавтоматы, исключив таким образом из ТП разметочные операции;

3. Оптимизировать структуру фрезерных и сверлильных переходов. Вместо двух фрезерных и двух сверлильных операций применим две вертикально-фрезерные операции с ЧПУ, на станке S500 с поворотным столом, на которых также будем обрабатывать все отверстия;

4. Применить электрохимическую операцию, вместо ручной слесарной, что позволит снизить временные затраты;

5. Применить высокопроизводительный комбинированный инструмент с износостойкими покрытиями, дающий наивысшие показатели точности и производительности, определить оптимальные режимы резания, дающие прирост в стойкости и производительности;

6. Спроектировать оснастку на внутришлифовальную операцию;

7. Спроектировать контрольное приспособление. Для контроля на операциях применить высокопроизводительные контрольные приспособления и инструменты с высокоточными электронными индикаторами;

8. Проанализировать ТП с точки зрения охраны труда;

9. Рассчитать экономическую эффективность.

Решению этих задач посвящены последующие разделы работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Для определения подходов к организации ТП необходимо определить тип производства.

Тип производства характеризуется величиной коэффициента закрепления операций, для его определения необходимо знать трудоёмкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков.

В связи с этим, тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

При массе детали 5,6 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт/год тип производства определяем как среднесерийное [9, с. 17].

Следовательно, форма организации техпроцесса поточная или переменноточная. Оборудование используем- универсальное и специальное, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Заготовкой для детали «Кулачок», учитывая ее конфигурацию и физико-технологические свойства стали (сталь 40Х) может служить поковка (штамповка) или прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки $M_{ш}$, кг, приблизительно определим по формуле [4, с. 23]:

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

где $M_{д}$ – масса готовой детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [11, с. 23], $K_p = 1,65$.

Подставим определенные данные в формулу (2.1), получим:

$$M_{ш} = 5,6 \cdot 1,65 = 9,24 \text{ кг.}$$

Согласно ГОСТ 7505-89 [8] определяем основные параметры заготовки: штамповочное оборудование- КГШП, нагрев заготовки-индукционный, класс точности – Т3 [8, с.28], группа стали – М2 [8, с.8], степень сложности – С3 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката $M_{пр}$ определим по формуле:

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

где V – объем заготовки из проката, мм^3 ;

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

Форма заготовки из сортового проката для детали типа тела вращения является цилиндр, с диаметром $d_{пр}$, мм и длиной $l_{пр}$, мм, определяемыми по формулам [11, с. 23]:

$$d_{пр} = d_d^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.3)$$

$$l_{пр} = l_d^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.4)$$

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

l_d^{max} – наибольшая длина детали, мм.

Подставим определенные данные в формулы (2.3) и (2.4), получим:

$$d_{пр} = 189,5 \cdot 1,05 = 199,0 \text{ мм};$$

$$l_{пр} = 92 \cdot 1,05 = 96,6 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ, стандартное большее значение: $d_{пр} = 200$ мм.

Принимаем $l_{пр} = 96,6$ мм.

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

$$V = \pi \cdot d_{пр}^2 \cdot l_{пр} / 4 \quad (2.5)$$

Подставим определенные данные в формулы (2.5):

$$V = 3,14 \cdot 200^2 \cdot 96,6 / 4 = 3033240 \text{ мм}^3.$$

Подставим определенные значения в формулы (2.2), получим:

$$M_{\text{пр}} = 3033240 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 23,81 \text{ кг}.$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590-2006:

$$\text{Круг} \frac{200 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}.$$

2.2.2 Техничко-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

На основании экономического расчета, примем окончательное решение о методе получения заготовки.

Оптимальным будет метод, при котором будет минимальной величина стоимости изготовления детали.

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

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

где $C_{\text{з}}$ – стоимость исходной заготовки, руб;

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

$C_{\text{отх}}$ – стоимость отходов при механической обработке, руб.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

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

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

где C_6 – базовая стоимость 1 т штампованных заготовок, руб/кг, $C_6 = 11,2$ руб/кг [8, с. 23];

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

K_T – коэффициент, зависящий от класса точности штамповки (ТЗ), $K_T = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{сл}$ – коэффициент, зависящий от степени сложности штамповки(СЗ), $K_{сл} = 1$ [11, с. 24];

K_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки, $K_B = 0.89$ [11, с. 24];

K_M – коэффициент, зависящий от материала, для стали 40Х принимаем $K_M = 1.18$ [11, с. 24];

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий серийность производства, для условий среднесерийного производства $K_{п} = 1,0$ [11, с. 24].

Подставив определенные значения в формулы (2.7), получим:

$$C_3 = 11,2 \cdot 9.24 \cdot 1.0 \cdot 1 \cdot 0.89 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 108.68 \text{ руб.}$$

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

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

где $C_{уд}$ – удельные затраты на съем 1 кг материала, руб/кг.

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

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

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 [11, с. 25]

Подставив определенные значения в формулы (2.8), получим:

$$C_{\text{мо}} = (9.24-5.6) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 72.80 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

Подставив определенные значения в формулы (2.10) и (2.6), получим:

$$C_{\text{отх}} = (9.24-5.6) \cdot 0.4 = 1.46 \text{ руб};$$

$$C_{\text{д}} = 108.68+72.80-1.46 = 180.03 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

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

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

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 12$ руб/кг

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

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

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

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

Исходя из [11] штучное время $T_{\text{шт}}$, мин, определяется по формуле [11, с. 26]:

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

где T_o – основное время, мин;

φ_k – учитывает тип производства и оборудование.

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

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

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

Подставив определенные значения в формулы (2.14), (2.13) и (2.12), получим:

$$T_o = 0,19 \cdot 200^2 \cdot 10^{-3} = 7.60 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт}} = 7.60 \cdot 1,5 = 11.40 \text{ мин};$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 11.40 / 60 = 5.74 \text{ руб.}$$

Подставив определенные значения в формулы (2.11), получим:

$$C_{\text{пр}} = 12 \cdot 23.81 + 5.74 = 291.47 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки составит:

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (23.81 - 5.6) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 364.22 \text{ руб.}$$

Стоимость отходов составит:

$$C_{\text{отх}} = (23.81 - 5.6) \cdot 0.40 = 7.28 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$C_{\text{д}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 291.47 + 364.22 - 7.28 = 648.40 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

Коэффициент использования материала для штампованной заготовки показывает эффективность использования материала и определяется по формуле [11, с. 28]:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} \quad (2.15)$$

для штамповки: $K_{им} = 5.60/9.24 = 0.61$;

для проката: $K_{им} = 5.60/23.81 = 0.24$.

Поэтому принимаем заготовку штамповку.

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

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

где $N_Г = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска.

Подставив имеющиеся данные в формулу (2.16), получим:

$$\mathcal{E}_Г = (648.40 - 180.03) \cdot 10000 = 4683764 \text{ руб.}$$

2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

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

Тчер - обтачивание черновое,	Тчист - обтачивание чистовое,
Рчерн - растачивание черновое,	Рчист - растачивание чистовое,
Шчер - шлифование черновое,	Шчист - шлифование чистовое,
С - сверление,	З - зенкерование,
Раз – развертывание,	Фчер – фрезерование черновое,
Фчист – фрезерование чистовое,	Рез – резьбонарезание,
П – полирование,	ТО – термообработка

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость НРС	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
				Размеры, мм		Формы	Расположение				
				d	l						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Плоск	102/65	18,5	14	14	-	-	6,3	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
2	Цил	102f7	14	7	14	-	0,03	1,25	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО+Шчерн(8)+Шчист(7)	4,3
3	Плоск	110/102	4	14	14	-	-	6,3	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Цил	112f7	14	7	14	-	0,02	1,25	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО+Шчерн(8)+Шчист(7)	4,3
5	Канавка	8x0,5	8	14	14	-	-	6,3	220	Тчист(10)+ТО	1,2
6	Плоск	206/110	48	8	14	-	0,03	1,25	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО+Шчерн(9)+Шчист(8)	4,3
7	Фасонная	Ø173/R103	12	8	14	-	-	0,63	60 HRC	Фчер(13)+ Фчист(10)+ТО+Шчист(8)+П(8)	4,2
8	Плоск	206/110	48	14	14	-	-	6,3	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
9	Цил	110	4	14	14	-	-	6,3	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
10	Плоск	110/65	22,5	14	14	-	-	6,3	220	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
11	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	220	Рчист(10)+ТО	1,4
12	Цил	65H7	92	7	14	-	0,02	2,5	220	С(14)+Рчер(13)+Рчист(10)+Шчерн(8)+ТО+Шчист(7)	9,2
13	Резьб	M12	38	7H	14	-	-	6,3	220	С(13)+Рез(7H)+ТО	2,2
14	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	220	С(13)+ТО	1,2
15	Цил	10H7	12	7	14	-	-	1,25	220	С(13)+3(10)+Раз(8)+ТО+Шчист(7)	5,4
16	Цил	15H7	12	7	14	-	-	1,25	220	С(13)+3(10)+Раз(8)+ТО+Шчист(7)	5,4
17	Плоск	10	20	14	14	-	-	6,3	220	Фчер(13)+ТО	1,2
18	Плоск	8	20	14	14	-	-	6,3	220	Фчер(13)+ТО	1,2

Методы обработки и их последовательность представленные в таблице 2.1, обеспечивают обработку поверхностей с заданным качеством.

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 110f7 \begin{matrix} 0.036 \\ 0.071 \end{matrix}$. Данные по обработке – в таблице 2.2

Таблица 2.2

№	Методы обработки поверхности	Оборудование	Установка заготовки
1	Точение черновое	SAMAT 135 NC	В патроне кулачковом
2	Точение чистовое	SAMAT 135 NC	В патроне кулачковом
3	Шлифование черновое	3Б153Т1	В патроне цанговом
4	Шлифование чистовое	3Б153Т1	В патроне цанговом

В таблице 2.3 приведены исходные значения элементов припуска и расчетов. Определим, составляющие припуска, его элементы: Rz- величину микронеровностей и h- глубину дефектного слоя назначаем по таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69].

Определим Δ_0 $\varepsilon_{уст}$.

Таблица 2.3- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

№ пер	Технологический переход	Элементы припускам				2Z min	Операц допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельн. припуски	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Штамповать	0.160	0.200	1.025	-	-	2.8	116.477	113.677	-	-
							T3				
2	Точить начерно	0.050	0.050	0.062	0.440	2.951	0.540	111.266	110.726	5.211	2.951
							13				
3	Точить начисто	0.025	0.025	0.041	0.100	0.435	0.140	110.431	110.291	0.835	0.435
							h10				
4	Шлифовать начисто	0.010	0.020	0.021	0.050	0.229	0.054	110.116	110.062	0.315	0.229
							h8				
5	Шлифовать начисто	0.005	0.015	0.010	0.030	0.133	0.035	109.964	109.929	0.152	0.133
							f7				

Суммарные отклонения ρ_о, мм' определяется по формуле [2, с. 65]

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{\text{СМ}}^2 + \rho_{\text{КОР}}^2 + \rho_{\text{Ц}}^2}, \quad (2.17)$$

где ρ_{см} = 0.7 мм – погрешность смещения разъема штампов, мм.

Погрешность ρ_{кор}, мкм, определяется по формуле [5, с. 66]:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L \quad (2.18)$$

где L- длина до сечения, где определяем погрешность коробления, мм;

Δ_к – удельное коробление, мкм/мм.

Подставив определенные значения в формулу (2.18), получим:

$$\rho_{\text{кор}} = 0.001 \cdot 92 = 0.092 \text{ мм.}$$

Величина ρ_ц, мкм, определяется по формуле [5, с. 66]

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ₃ – допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на первой операции, δ₃ = 2.8 мм.

Подставив определенные значения в формулу (2.19), получим:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{2,8^2 + 1} = 0,743 \text{ мм.}$$

Суммарное отклонение расположения, вычисляется по формуле:

$$\rho_o = \sqrt{0,7^2 + 0,092^2 + 0,743^2} = 1,025 \text{ мм.}$$

Остаточное суммарное расположение $\rho_{ост}$, мм, заготовки после черновой обработки определяется по формуле:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.20)$$

где K_y - коэффициент уточнения:

-для перехода 2: $K_y = 0,06$;

-для перехода 3: $K_y = 0,04$;

-для перехода 4: $K_y = 0,02$;

-для перехода 5: $K_y = 0,01$.

Определим $\rho_{ост}$, подставив определенные значения K_y в формулу (2.20):

$$\rho_2 = K_{y2} \cdot \rho_o = 1,025 \cdot 0,06 = 0,062 \text{ мм;}$$

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_o = 1,025 \cdot 0,04 = 0,041 \text{ мм;}$$

$$\rho_4 = K_{y4} \cdot \rho_o = 1,025 \cdot 0,02 = 0,021 \text{ мм;}$$

$$\rho_5 = K_{y5} \cdot \rho_o = 1,025 \cdot 0,01 = 0,010 \text{ мм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon_{уст1} = 0,440$ мм [5, с. 75];

$\varepsilon_{уст2} = 0,100$ мм [5, с. 75];

$\varepsilon_{уст3} = 0,050$ мм [5, с. 75];

$\varepsilon_{уст4} = 0,030$ мм [5, с. 75].

Минимальный припуск $2Z_{min}$, мм по формуле [11, с. 48]

$$2Z_{min} = 2 \cdot (Rz + h + 2 \cdot \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

$$2Z_{min \text{ ток чр}} = 2 (0,160 + 0,200 + \sqrt{1,025^2 + 0,440^2}) = 2,951 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{min \text{ ток чт}} = 2 (0,050 + 0,050 + \sqrt{0,062^2 + 0,100^2}) = 0,435 \text{ мм;}$$

$$2Z_{\min \text{ шл чр}} = 2 (0.025+0.025+\sqrt{0.041^2 + 0.050^2}) = 0.229 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ шл чт}} = 2 (0.010+0.020+\sqrt{0.021^2 + 0.030^2}) = 0.133 \text{ мм},$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям определяется по формулам [11, с. 48] :

$$d^{i-1}_{\min} = d^i_{\min} + 2Z_{\min} \quad (2.22)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.22), получим:

$$d_{\min \text{ шл чт}} = 109.929 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ шл чр}} = 109.929+0.133= 110.062 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ ток чт}} = 110.062+0.229= 110.291 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ ток чр}} = 110.291+0.435= 110.726 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ заг}} = 110.726+2.951= 113.677 \text{ мм}.$$

Максимальный размер на переходе:

$$d^i_{\max} = d^i_{\min} + Td^i \quad (2.23)$$

$$d_{\max \text{ шл чт}} = 109.929+0.035= 109.964 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ шл чр}} = 110.062+0.054= 110.116 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ ток чт}} = 110.291+0.140= 110.431 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ ток чр}} = 110.726+0.540= 111.266 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ заг}} = 113.677+2.800= 116.477 \text{ мм}$$

Значения максимальных припусков $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49] :

$$2Z_{\max} = d^{i-1}_{\max} - d^i_{\max} \quad (2.24)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.24), получим:

$$2Z_{\max \text{ шл чт}} = 110.116-109.964= 0.152 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ шл чр}} = 110.431-110.116 = 0.315 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ ток чт}} = 111.266-110.431 = 0.835 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ ток чр}} = 116.477-111.266 = 5.211 \text{ мм}.$$

Минимальные припуски $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49]

$$2Z_{\min} = d_{\min}^{i-1} - d_{\min}^i \quad (2.25)$$

$$2Z_{\min \text{ шл чт}} = 110.062 - 109.929 = 0.133 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ шл чр}} = 110.291 - 110.062 = 0.229 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ ток чт}} = 110.726 - 110.291 = 0.435 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ ток чр}} = 113.677 - 110.726 = 2.951 \text{ мм}.$$

Правильность расчётов буде подтверждена выполнением условия: Проверка результатов расчёта выполняется по формуле:

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

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = 0.315 - 0.229 = 0.086 \text{ мм}$$

$$Td^i + Td^{i-1} = 0.14 - 0.054 = 0.086 \text{ мм}$$

$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = Td^i + Td^{i-1} = 0.086 \text{ мм}$ – условие проверки выполнено, значит расчёт припусков выполнен верно.

Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров представлена на рисунке 2.1

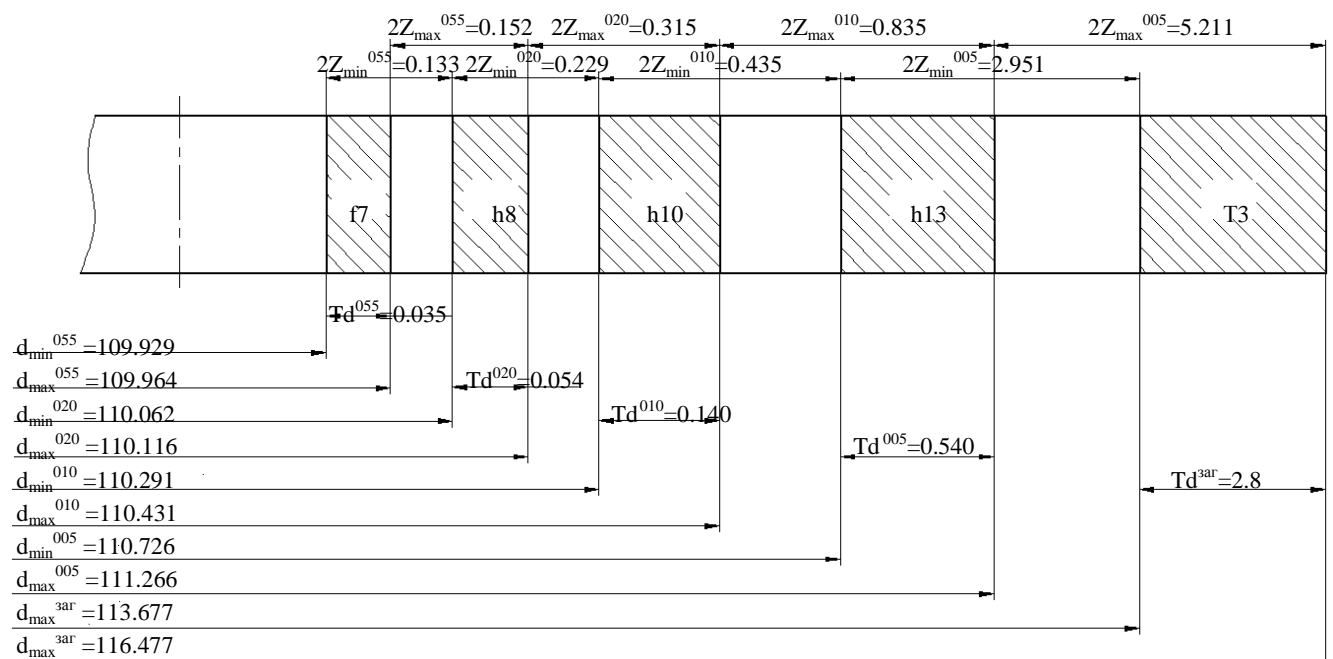


Рисунок 2.1 – Схема припусков на $\varnothing 110f7 \begin{matrix} \text{0.036} \\ \text{0.071} \end{matrix}$

2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4- Припуски на обработку поверхностей кулачка

№ оп	Наименование оп.	№ обрабатываемых поверхностей	Припуск на сторону, мм
005	Токарная (черновая)	3 4-6	1,6 2,0max
010	Токарная (черновая)	1,2	1,6
015	Токарная (чистовая)	3-6	0,5
020	Токарная (чистовая)	1,2,7	0,5
025	Внутришлифовальная (черновая)	12	0.15
030	Круглошлифовальная (черновая)	2,4,6	0.15
065	Внутришлифовальная (чистовая)	12	0.15
070	Круглошлифовальная (чистовая)	2,4,6	0.07
075	Координатно-шлифовальная	15,16 7	0,05 0,15

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [8, с.28]

Группа стали – М2 [8, с.8]

Степень сложности – С3 [4, с. 29]

Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская) [8, с.8]

Исходный индекс 13 [8, с.10]

Основные припуски принимаем по [8, с. 12]

Дополнительные припуски по [8, с.14];

Допуски на штамповку принимаем по [8, с. 17].

Штамповочный уклон – не более 5°

Радиусы закругления – 3,0 мм [8, с. 15]

Допуск облоя – 0,9 мм [8, с. 21]

Допуск смещение по поверхности разъема штампа – 0,7 мм [8, с. 20]

Допуск заусенца – 5,0 мм [8, с. 21]

Шероховатость – Ra 40 мкм

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.2

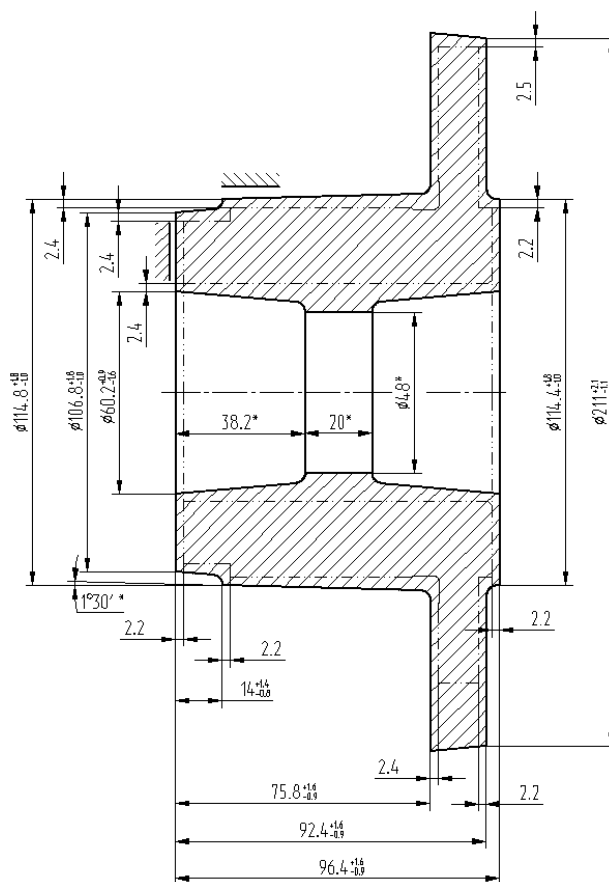


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (2.5).
 $V=3,14/4 \cdot (106,8^2 \cdot 14 + 114,8^2 \cdot 61,8 + 211^2 \cdot 16,6 + 114,4^2 \cdot 4 - 54,1^2 \cdot 76,4 - 48^2 \cdot 20) = 1174812 \text{ мм}^3$

Масса штамповки M_3 , кг определяется по формуле:

$$M_3 = V \cdot \gamma = 1174812 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,22 \text{ кг.}$$

Коэфф-т использования материал:

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 5,60 / 9,22 = 0,61.$$

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

Анализируя конструкцию детали, видим, что в качестве баз при токарных операциях при обработке правого конца возможно использовать наружную поверхность 4 и торец пов. 1, при обработке левого конца – отв., пов. 12 и торец пов. 10.

При сверлильной и фрезерной обработке правого конца базами являются отв., пов. 12 и торец пов. 1, при сверлильной обработке левого конца – отв., пов. 12, торец 10 с угловой центровкой по отв. 15.

При координатно-шлифовальной операции базами являются пов. 4 и торец 1, с предварительной угловой центровкой по отв. 15.

При круглошлифовальной обработке базы – отверстие, пов. 12 и торец 10.

При внутришлифовальной обработке базами являются пов. 4 и торец 1.

План обработки детали «Кулачок» представлен в графической части выпускной квалификационной работы.

2.5.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

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

Далее подготовка баз для последующих фрезерных и сверлильных операций – получистовая обработка посадочного отверстия, пов. 12. Ее мы будем производить внутренним шлифованием. В качестве альтернативных вариантов возможно тонкое растачивание, но оно менее эффективно из-за гораздо большего штучного времени и сложности получения стабильных размеров по 8 качеству. Протягивание не применяем из-за большого диаметра отверстия.

На круглошлифовальной операции, которая производится на торцекруглошлифовальном станке, шлифовальным кругом, установленным под углом, производится одновременная обработка поверхностей 2,4 и торца 6. Альтернативный вариант – тонкое точение менее эффективно, чем шлифование.

Фрезерную обработку проводим на многоцелевом вертикальном станке с ЧПУ S500, производства ОАО «Стерлитамак-М.Т.Е.» Станок оснащен 2-х осевым наклонно-поворотным столом. Таким образом, отверстия, пов. 13 и паз, пов. 17,18 будут обработаны с одного установка, что существенно повысит точность обработки, снизит штучное время и себестоимость операции.

Альтернативными вариантами данной операции являются горизонтально-фрезерная операция и вертикально-сверлильная. Стоимость станков по отдельности для этих операций гораздо меньше, чем станка S500, но себестоимость операций получается гораздо выше.

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

Далее окончательные шлифовальные операции – шлифование отверстия, наружных поверхностей с торцем – выполняются на универсально-шлифовальных полуавтоматах.

Координатно-шлифовальная операция выполняется на станке 3284СФ4.

Полирование производим на станке 3В854.

Произведем описание технологического маршрута обработки детали по каждой операции с описанием номера и наименования операции, применяемого обо-

рудования и содержания операции. Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5- Технологический маршрут обработки кулачка

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	КГШП	Штамповать заготовку
005	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 7,8,9,10 начерно Расточить отв. 12 начерно
010	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2,3,4,6 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 8,9,10 начисто Расточить отв. 12, фаску 22 начисто
020	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2,3,4,6, фаску 5 начисто
025	Внутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 12 начерно
030	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т1	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 2,4,6 начерно
035	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 7 начерно Фрезеровать пов. 7 начисто Центровать отв. 15,16 Сверлить отв. 15 Зенкеровать отв. 15 Развернуть отв. 15 Сверлить отв. 16 Зенкеровать отв. 16 Развернуть отв. 16
040	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Сверлить отв. 13 с фаской 14 Нарезать резьбу в отв. 13 Повернуть заготовку на 90° Фрезеровать пов. 17,18 начисто
045	Слесарная	Электрохимический станок 4407	Электрохимическое снятие заусенцев
050	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
055	Контрольная	Контрольный стол	Предварительно контролировать основные параметры

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
060	Термическая		Нормализация Закалка ТВЧ
065	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 12 начерно
070	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 2,4,6 начерно
075	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 7 начисто Шлифовать отв., пов. 15 начисто Шлифовать отв., пов. 16 начисто
080	Полировальная	Полировально-шлифовальный станок 3В854	Установить, снять заготовку Полировать пов. 7 начисто
085	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
090	Контрольная		Окончательно контролировать основные параметры

2.5.3 Разработка плана обработки

Разработаем план обработки детали «Кулачок» и представим его в виде графически выполненного технологического маршрута, с операционными эскизами и указанием на них теоретических схем базирования и технических требований на все операции механической обработки данного технологического процесса.

В первом столбце плана обработки указывается номер и наименование операции.

Во втором столбце указываем тип и модель применяемого оборудования.

В третьем столбце представлен операционный эскиз обработки с указанием обрабатываемых поверхностей (линией двойной толщины), теоретической схемы базирования и, шероховатости поверхности, получаемой на данной операции.

В четвертом столбце указываются операционные допуски на размеры и допуски формы и расположения на обрабатываемые поверхности, соответствующие качеству точности получаемому на данной операции.

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

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Для обеспечения выпуска деталей заданного качества, в требуемом объеме и с минимальными затратами, необходимо правильно выбрать оборудование, приспособления и инструмент для каждой операции технологического процесса.

2.6.1 Выбор оборудования

Данные по выбору оборудованию занесены в таблицу 2.6.

2.6.2 Выбор станочных приспособлений

Результаты выбора приспособлений представлены в таблице 2.6

2.6.3 Выбор режущего инструмента

Результаты выбора технологической оснастки приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарный станок ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, T5K10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, T5K10, покрытие (Ti,Cr)N	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
				$\varphi=97^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ h=16 b=16$ L=125 ОСТ 2И.101-83	
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный станок ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токар- ный 3-х кулач- ковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креп- лением твердосплавных пла- стин. Пластина ромбическая, T15K6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ, \varphi_1=27^\circ, \lambda=-2^\circ \alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креп- лением твердосплавных пла- стин. Пластина 3х гранная, T15K6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=97^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ h=16 b=16$ L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
025	Внутри- шлифо- вальная (черновая)	Торцевнут- ришлифо- вальный п/а 3К227В	Патрон цанго- вый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 5 50x40x15 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Приспособ- ление мери- тельное с ин- дикатором
030	Круг- лошлифо- вальная (черновая)	Круглошли- фовальный п/а 3Б153Т	Патрон цанго- вый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 3 450x85x203, 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
					Приспособление мерительное с индикатором
035	Фрезерная	Многоцеле- вой верти- кальный ста- нок с ЧПУ S500	Приспособле- ние специаль- ное самоцен- трирующее с пневмоприво- дом ГОСТ 12195-66 Стол поворот- ный со станком	Фреза концевая с коническим хвостовиком $\varnothing 26 Z=6$ ГОСТ 17026-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Сверло центровочное $\varnothing 4$ тип А ГОСТ 14952-75 P6M5K5, по- крытие (Ti, Cr)C Сверло спиральное $\varnothing 9; \varnothing 14$ ГОСТ 10903-77 P6M5K5, по- крытие (Ti, Cr)C Зенкер цельный с коническим хвостовиком $\varnothing 9,7; \varnothing 14,7$ ГОСТ 12489-71 P6M5K5, по	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
				крытие (Ti, Cr)C Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø9,9; Ø14,9 ГОСТ 1672-80 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	
040	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 Стол поворотный со станком	Сверло специальное ступенчатое для одновременного снятия фаски и сверления под резьбу M12 ОСТ 2И21-2-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Метчик машинный M12 ГОСТ 3266-81 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза шпоночная тип 1 – с цилиндрическим хвостовиком Ø10 ГОСТ 9140-78 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
045	Слесарная	Электрохимический станок 4407			
050 085	Моечная	Камерная моечная машина			
065	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 5 50x40x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Приспособление мерительное с индикатором
070	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 3 600x90x305, 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление мерительное с индикатором
075	Координатношлифовальная	Координатношлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 5 8x15x3; 5 25x15x10 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
					Микроинтерферометр МИИ-6
080	Полировальная	Полировально-шлифовальный станок 3В854	Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Лента полировальная	Микроинтерферометр МИИ-6

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на 010 токарную операцию.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь- кулачок

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 590$ МПа

Заготовка- штамповка

Приспособление- патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Операция 10 Токарная (черновая)

Содержание операции: точить поверхности, выдержать размеры: $\varnothing 103,4_{-0,54}$; $\varnothing 111,4_{-0,54}$; $17,2 \pm 0,13$; $79 \pm 0,23$; $93 \pm 0,27$.

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т5К10 с геометрическими параметрами: $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $\alpha=11^\circ$, $h=25$, $b=25$, $L=125$.

2.7.1.5 Расчет режимов резания

2.7.1.5.1 Глубина резания $t=2$ мм.

2.7.1.5.2 Подача S , мм/об, выбирается с учетом обрабатываемого материала и диаметра обработки: $S = 0.5$ мм/об [17, с.268].

2.7.1.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.27)$$

где C_U - поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента, подачи и обрабатываемого материала; $C_U = 350$ [15, с.270];

T – стойкость инструмента, мин; $T = 60$ мин;

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени, зависящие от вида механической обработки, обрабатываемого материала и материала режущей части: $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.35$ [15, с.270];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.28)$$

где K_{MU} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [15, с.261];

$K_{ПУ}$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{ИУ} = 0,65$ [15, с.263].

$$K_{МУ} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{в}}\right)^{n_U}, \quad (2.29)$$

где $K_{Г}$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, $K_{Г} = 1.0$ [15, с.262];

$\sigma_{в}$ - предел прочности материала;

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

Подставим определенные значения в формулу (2.29), получим:

$$K_{МУ} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{590}\right)^{1,0} = 1,27.$$

$$K_U = 0 \cdot 65 \cdot 1,0 \cdot 1,27 = 0,83.$$

Подставим определенные значения в формулу (2.27), получим:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,83 = 146,5 \text{ м/мин.}$$

2.7.1.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.30)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

Подставим значения в формулу (2.30), получим:

$$\text{при точении } \varnothing 103,4: n_1 = \frac{1000 \cdot 146,5}{3,14 \cdot 103,4} = 451 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{при точении } \varnothing 111,4: n_2 = \frac{1000 \cdot 146,5}{3,14 \cdot 111,4} = 419 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{при подрезке торца до } \varnothing 208: n_3 = \frac{1000 \cdot 146,5}{3,14 \cdot 208} = 224 \text{ мин}^{-1}.$$

2.7.1.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):

$$n_1 = 451 \text{ мин}^{-1}, n_2 = 419 \text{ мин}^{-1}, n_3 = 224 \text{ мин}^{-1}.$$

2.7.1.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.31)$$

где C_p - поправочный коэффициент; $C_p = 300$ [15, с.273];

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

K_p - поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{gp}, \quad (2.32)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [15, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.33)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени, $n = 0.75$.

Подставим значения в формулу (2.33), получим:

$$K_{MP} = \left(\frac{590}{750} \right)^{0.75} = 0,83$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{gp}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания.

$$K_{\varphi p}=0,89; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{gp} = 1,0.$$

Подставив определенные значения коэффициентов в формулу (2.31), получим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 146,5^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1255 \text{ Н}.$$

2.7.1.5.7 Мощность резания N , кВт определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.34)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.34), получим:

$$N = \frac{1255 \cdot 146.5}{1020 \cdot 60} = 2,93 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$; $2,93 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на 050 внутришлифовальную операцию

2.7.2.1 Исходные данные

Деталь- кулачок

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_b = 590 \text{ МПа}$

Заготовка- штамповка

Обработка- внутришлифовальная

Тип производства- среднесерийное

Приспособление- патрон мембранный

Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец.

Смена детали- ручная

Жесткость станка – средняя

2.7.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Операция 065 Внутришлифовальная

Содержание операции: Шлифовать отверстие $\text{Ø}65\text{H}7$

2.7.2.4 Выбор режущих инструментов

Шлифовальный круг 5 50x40x15 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл.
ГОСТ Р 52781-2007

2.7.2.5 Расчет режимов резания

2.7.2.5.1 Глубина резания $t = 0,07$ мм.

2.7.2.5.2 Подача минутная продольная определяется по формуле [1, с.214]:

$$S_{м пр} = S_{м} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.35)$$

где $S_{м}$ – минутная подачи по таблице, мм/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от припуска и точности;

K_2 – коэффициент, зависящий от формы заготовки.

Подставим определенные значения в формулу (2.35), получим:

$$S_{м} = 7000 \cdot 0,77 \cdot 1,0 = 5400 \text{ мм/мин.}$$

Рекомендуемая минутная подача может быть установлена на станке с бесступенчатым регулированием в пределах 1000-7000 мм/мин.

2.7.2.5.3 Подача минутная поперечная $S_{тдв.ход}$, мм/дв.ход, определяется по формуле [1, с. 216]:

$$S_{тдв.ход} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.36)$$

где S_t – минутная подачи по таблице, мм/дв.ход [1, с. 216];

K_{1-7} – коэффициенты

Подставим определенные значения в формулу (2.36), получим:

$$S_{тдв.ход} = 0,005 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,005 \text{ мм/дв.ход.}$$

Принимаем по паспорту станка $S_{\text{дв.ход}} = 0,005$ мм/дв.ход.

2.7.2.5.4 Скорость круга, V_k , м/с [1, с. 218]: $V_k = 35$ м/с

2.7.2.5.5 Скорость вращения детали, V_d м/мин [1, с. 218]: $V_d = 35$ м/мин

2.7.2.5.6 Частота вращения шпинделя детали n , мин^{-1} , определяется по формуле (2.30):

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 65} = 171 \text{ мин}^{-1}.$$

2.7.2.5.7 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка: Принимаем $n = 171 \text{ мин}^{-1}$.

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n_r , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Точить $\varnothing 111$	2,0	0,5	146,5	420	420	146,5
		Точить $\varnothing 208$	2,0	0,5	146,5	224	224	146,5
		Расточить $\varnothing 63,6$	2,0	0,5	131,8	660	660	131,8
10	Токарная (черновая)	Точить $\varnothing 103,4$	2,0	0,5	146,5	451	451	146,5
		Точить $\varnothing 111,4$	2,0	0,5	146,5	419	419	146,5
		Подрезать торец до $\varnothing 208$	2,0	0,5	146,5	224	224	146,5

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Токарная (чистовая)	Точить Ø110	0,5	0,25	344,7	998	998	344,7
		Подрезать торец до Ø208	0,5	0,25	344,7	528	528	344,7
		Расточить Ø64,56	0,5	0,25	310,2	1530	1530	310,2
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø102,44	0,5	0,25	344,7	1072	1072	344,7
		Точить Ø110,44	0,5	0,25	344,7	994	994	344,7
		Подрезать торец до Ø208	0,5	0,25	344,7	528	528	344,7
25	Внутришлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø64,86	0,15	4400* 0,008**	25	123	123	25
30	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø 110,14	0,15	1,25/0,35* ³	25	72	72	25
35	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø26	8	0,9	35	428	428	35
		Фрезеровать фр. Ø26	0,5	0,3	55	673	673	55
		Центровать Ø4	2	0,08	24	1910	1910	24
		Сверлить Ø9	4,5	0,2	28	990	990	28
		Сверлить Ø14	7	0,3	32	727	727	32
		Зенкеровать Ø9,7	0,35	0,4	16	525	525	16
		Зенкеровать Ø14,7	0,35	0,5	18	390	390	18
		Развернуть Ø9,9	0,1	0,6	11	399	399	11
		Развернуть Ø14,9	0,1	0,6	12	256	256	12
40	Фрезерная	Фрезеровать паз фр. Ø10	8	0,08	25	796	796	25
		Сверлить Ø11	5,5	0,25	30	868	868	30
		Нарезать резьбу М12	1	1	8	212	212	8
65	Внутришлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø65	0,07	5400* 0,005**	35	171	171	35
70	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 110	0,07	1,0/0,25* ³	35	101	101	35
75	Координатно-шлифовальная	Шлифовать Ø10	0,05	1000* 0,006**	15 м/с	-	-	15 м/с
		Шлифовать Ø15	0,05	1000* 0,006**	15 м/с	-	-	15 м/с
		Шлифовать контур	0,15	2500* 0,007**	15 м/с	-	-	15 м/с
80	Полировальная	Полировать контур	0,005	-	20	30	30	20

*-подача в мм/мин

**-подача в мм/дв.ход стола

*³-подача черновая/чистовая в мм/мин

2.7.3 Определение норм времени на все операции

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

Определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, мин по форму-

лам, приведенным в [5, с.101]

Расчет норм времени на токарную операцию 010

Основное время T_o , мин, определяются по формуле [9, с. 94]

$$T_o = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.37)$$

где $L_{\text{рх}}$ - длина рабочего хода, мм [4, с. 84]

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.38)$$

где $L_{\text{рез}}$ – длина резания, мм [9, с. 85];

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм [4, с.85];

l_2 - длина врезания режущего инструмента, мм [9, с. 85];

l_3 - длина перебега режущего инструмента, мм [9, с. 85];

i - число проходов.

Для контурного резца с углом $\varphi=90^\circ$ при черновом точении $l_1 + l_2 + l_3 = 4$ мм

$$T_o = \frac{38}{451 \cdot 0,5} + \frac{62}{419 \cdot 0,5} + \frac{50}{224 \cdot 0,5} = 0,168 + 0,296 + 0,446 = 0,910 \text{ мин}$$

Вспомогательное время равно:

$$T_b = (0,2 + 0,10 + 0,05 \cdot 5 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,647 \text{ мин}$$

Оперативное время равно

$$T_{\text{оп}} = 0,910 + 0,647 = 1,157 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{\text{об.от}}$ равным 6% от оперативного $T_{\text{оп}}$ [5, с.214]

$$T_{\text{об.от}} = 0,06 \cdot 1,157 = 0,093 \text{ мин}$$

Норматив $T_{\text{п-з}}$

$$T_{\text{п-з}} = 17 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,157 + 0,093 = 1,250 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,250 + 17/236 = 1,322 \text{ мин}$$

Расчет норм времени на внутришлифовальную операцию 065

Основное время T_o , мин определяются по формуле [1, с. 212]

$$T_o = \frac{2 \cdot L \cdot h}{S_t \cdot S} K, \quad (2.39)$$

где L - длина хода стола, мм;

h - припуск на сторону, мм;

S_t – продольная подача, мм/мин;

S – поперечная подача в мм/дв. ход;

K - коэффициент точности, учитывающий выхаживание.

$$T_o = \frac{2 \cdot 91 \cdot 0,07}{5400 \cdot 0,005} \cdot 1,1 = 0,519 \text{ мин}$$

Вспомогательное время равно:

$$T_b = (0,2+0,10+0,12 \cdot 2 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,644 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,519+0,644 = 1,163 \text{ мин}$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{тех} = 0,5 \cdot 0,519/15 = 0,017 \text{ мин}$$

Организационное

$$T_{орг} = 0,017 \cdot 1,163 = 0,020 \text{ мин}$$

Отдыха

$$T_{от} = 0,06 \cdot 1,163 = 0,070 \text{ мин}$$

Норматив $T_{п-з}$

$$T_{п-з} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,163+0,017+0,020+0,070 = 1,270 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 1,270+21/236 = 1,359 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитаем нормы времени на остальные операции. Результаты расчетов в таблице 2.8

Таблица 2.8- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T _о	T _в	T _{оп}	T _{об.о т}	T _{п-з}	T _{шт}	п	T _{шт-к}
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
05	Токарная (черновая)	0,939	0,647	1,586	0,095	21	1,681	236	1,770
10	Токарная (черновая)	0,910	0,647	1,157	0,093	17	1,250	236	1,322
15	Токарная (чистовая)	0,745	0,703	1,448	0,087	21	1,535	236	1,624
20	Токарная (чистовая)	0,772	0,762	1,534	0,092	17	1,626	236	1,698
25	Внутришлифовальная (черновая)	0,853	0,644	1,507	0,144	21	1,651	236	1,740
30	Круглошлифовальная (черновая)	0,383	0,821	1,204	0,112	24	1,316	236	1,417
35	Фрезерная	5,938	1,162	7,100	0,426	42	7,526	236	7,704
40	Фрезерная	2,291	0,918	3,209	0,192	29	3,401	236	3,524
65	Внутришлифовальная (чистовая)	0,519	0,644	1,163	0,107	21	1,270	236	1,359
70	Круглошлифовальная (чистовая)	0,310	0,821	1,131	0,102	24	1,233	236	1,335
75	Координатно-шлифовальная	4,725	0,910	5,635	0,433	21	6,068	236	6,157
80	Полировальная	0,520	0,644	1,164	0,089	21	1,253	236	1,342

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На 065 внутришлифовальной операции в базовом варианте для закрепления детали применяется стандартный 3-х кулачковый патрон, идущий в комплекте со станком, недостатком патрона является низкая точность установки заготовки.

Таким образом, следует спроектировать патрон с большей надежностью закрепления и большей точностью установки, спроектируем мембранный патрон.

3.1.2 Расчет усилия резания

При круглом и внутреннем шлифовании ведем расчет тангенциальной составляющей P_z .

Для этого вначале необходимо вычислить мощность резания N , кВт по формуле [15, с.303, табл.56]:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где C_N - поправочный коэффициент; $C_N = 0,17$ [15, с.303, табл. 56];

r, x, z - показатели степени; $r = 0,7, x = 0,5, z = 0,6$ [15, с.303, табл. 56];

t - глубина шлифования, мм/ход;

b - ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки, мм;

d - обрабатываемый диаметр, мм.

Подставив определенные данные в формулу (3.1), получим:

$$N = 0,17 \cdot 35^{0,7} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 40^{0,6} = 1,32 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка:

$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2$ кВт; $1,32 < 3,2$, т. е. обработка возможна.

Сила резания P_z , Н, определяется по формуле [15, с.303, табл. 56]:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

Подставив определенные данные в формулу (3.2), получим:

$$P_z = \frac{1,32 \cdot 1020 \cdot 60}{35} = 2315 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Из условия равновесия моментов сил резания и сил зажима и с учетом коэффициента запаса определяем необходимое усилие зажима.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1

В качестве установочных баз используем три кулачка с базированием на делительный диаметр зубьев и упор с базированием по торцу (рисунок 3.1).

Крутящий момент, стремящийся повернуть заготовку будет равен:

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.3)$$

где $\frac{d}{2}$ - плечо, на котором действует сила, мм.

Подставим значения в формулу (3.3), получим:

$$M_{рез} = 2315 \cdot \frac{0,065}{2} = 75,26 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Определим радиальную силу зажима W_z на одном кулачке по формуле [16, с.160]:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{рез}}{n \cdot f \cdot b}, \quad (3.4)$$

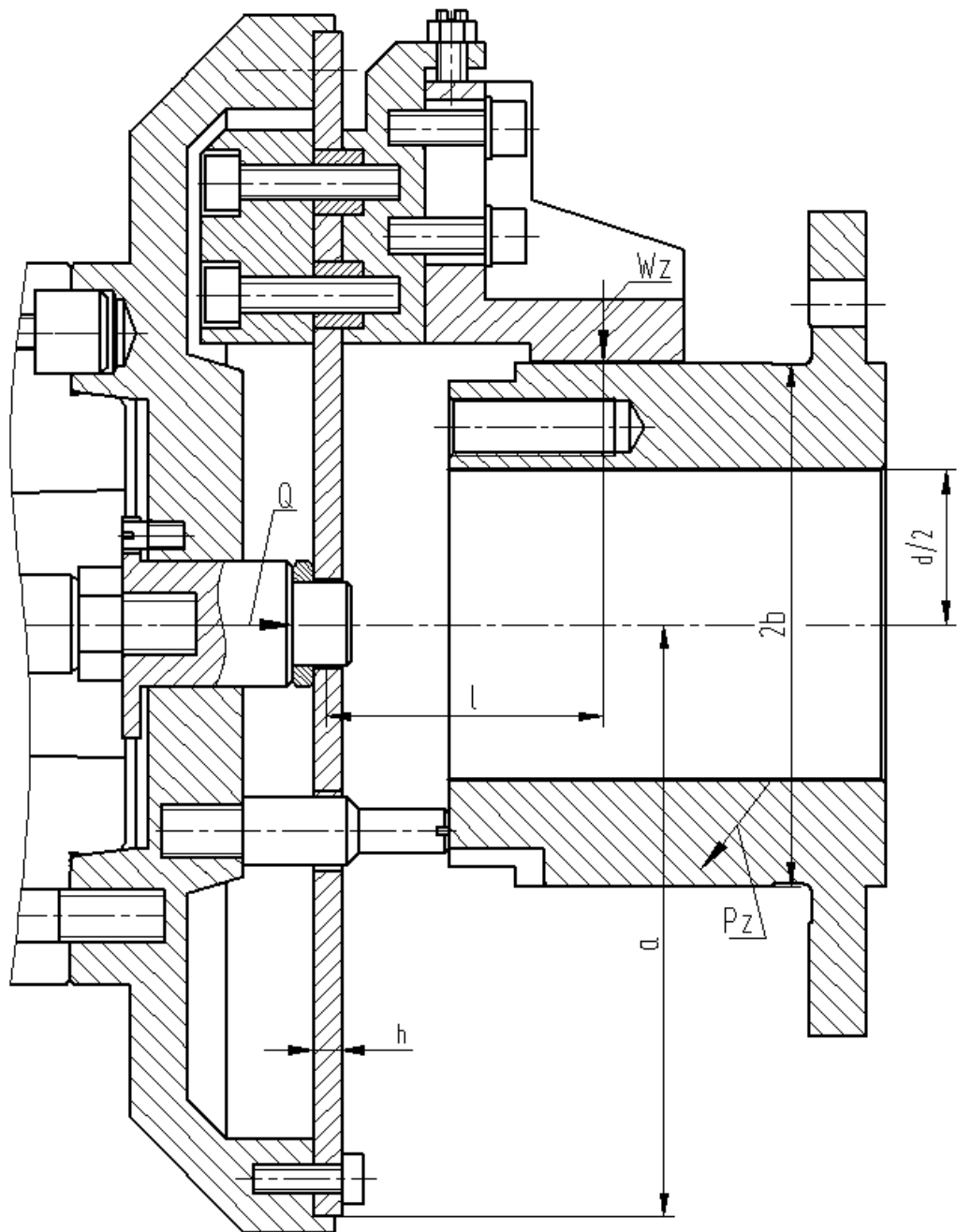


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

где K – коэффициент запаса;

$n = 3$ – число кулачков;

$2b$ – диаметр поверхности базы заготовки $2b = 110,14 \text{ мм} = 0.11014 \text{ м}$.

$f = 0,16$ – коэффициент трения между роликами заготовки и кулачком.

Коэффициент запаса K определяется по формуле [16, с.382]:

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

где K_{0-6} - коэффициенты [16, с.382-384];

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8$ т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 75,26}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,11014/2} = 7117 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Силы W_z создают момент, изгибающий мембрану.

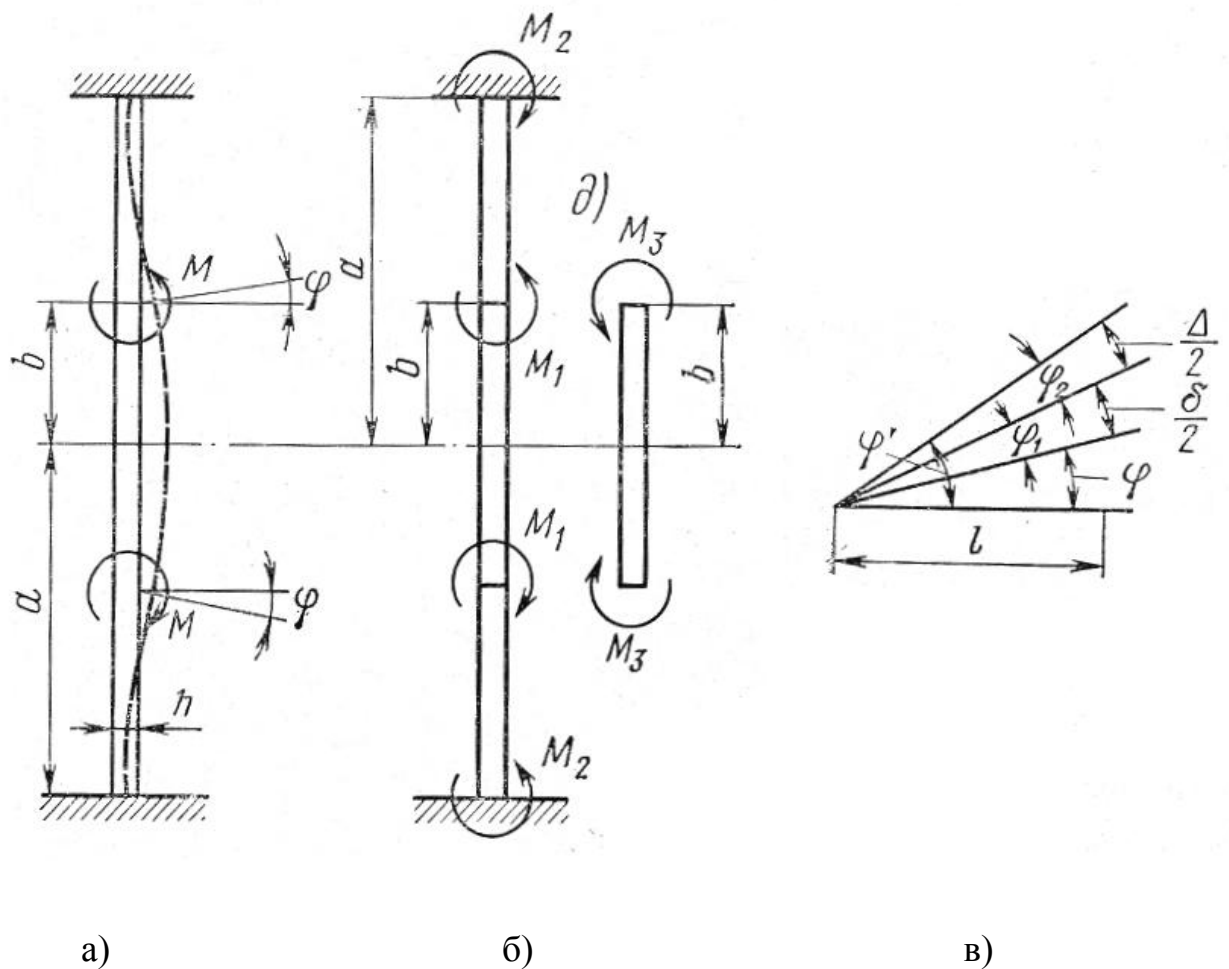


Рисунок 3.2 - Схема сил на мембране.

Момент определяем по формуле:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (3.6)$$

где l – расстояние от середины кулачка до середины плоскости мембраны, мм

$$l = 58 \text{ мм} = 0,058 \text{ м.}$$

Подставим определенные значения в формулу (3.6), получим:

$$M = \frac{7117 \cdot 3 \cdot 0,058}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,05507} = 3580 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Круглую, заделанную по контуру пластину считаем нагруженной равномерно распределенным моментом M (момент приложен по окружности радиусом b) влиянием растяжения и сжатия серединой плоскости мембраны пренебрегаем.

Рассматриваемая схема (рис. 3.2) может быть представлена, как результат наложения двух типовых схем (рис. 3.2 б), причем $M = M_1 + M_3$.

Моменты M_1 и M_3 зависят от отношения:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (3.7)$$

где a – радиус мембраны, мм. $a = 125$ мм

$$\text{Для } m = \frac{125}{55,07} \approx 2,27, \text{ определим } M_3 \text{ по [2, с.161]:}$$

$$M_3 = 0,52 \cdot M \quad (3.8)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.8), получим:

$$M_3 = 0,52 \cdot 3508 = 1824 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_1 = M - M_3 = 3528 - 1824 = 1704 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол φ разжима кулачков в радианах (рисунок 10.2 в) для закрепления заготовки находим по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D(1 + \mu)}, \quad (3.9)$$

где D - цилиндрическая жесткость мембраны, определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (3.10)$$

где E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па [2, с.161];

h - толщина мембраны; $h = 6$ мм;

μ - коэффициент Пуассона = 0,3.

Подставим определенные значения в формулу (3.9) и (3.10), получим:

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,006^3}{12(1 - 0,3^2)} = 4154 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = \frac{1824 \cdot 0,05507}{4154(1 + 0,3)} = 0,019 \text{ рад}.$$

Мембрана имеет отверстия диаметром $2C = 20$ мм, поэтому полученное значение угла φ умножаем на коэффициент K_1 , который находится в зависимости от отношения $\frac{a}{c}$.

$$\frac{a}{c} = \frac{125}{10} = 12,5 \Rightarrow K_1 = 1,16 \text{ [2, с.161];}$$

$$\varphi = 0,019 \cdot 1,16 = 0,022 \text{ рад}.$$

Наибольший угол разжима кулачков, определяется по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \quad (3.11)$$

где φ_1 - угол разжима кулачков, учитывающий допуск σ на диаметр заготовки;

φ_2 - угол разжима, обеспечивающий зазор Δ для свободного захвата заготовки в кулачках патрона.

$$\varphi' = \varphi + \frac{\sigma}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (3.12)$$

Величина Δ определяется по формуле [2, с.162]:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot b + 0,02 \quad (3.13)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.13), получим:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 50,07 + 0,02 = 0,060 \text{ ì}$$

$$\sigma = 0,05 \text{ мм.}$$

Подставив значения в формулу (3.12), получим:

$$\varphi' = 0,022 + \frac{0,05}{2 \cdot 55,07} + \frac{0,06}{2 \cdot 55,07} = 0,023 \text{ ðàä.}$$

Силу на штоке для разжима мембраны на угол φ' найдем по формуле:

$$Q = \frac{4\pi D \varphi'}{2,3 \lg(a/b)} \quad (3.14)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.14), получим:

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 4154 \cdot 0,023}{2,3 \lg(125/55,07)} = 1466 \text{ Н.}$$

Так как в мембране имеется отверстие, то полученное значение силы Q умножают на поправочный коэффициент K_2 , $K_2 = 0,83$.

$$\text{Тогда: } Q = 1466 \cdot 0,83 = 1217 \text{ Í}$$

3.1.5 Расчет силового привода

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

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра [16, с. 449, табл. 10]:

$$D=1.13 \cdot \sqrt{\frac{P}{p \cdot \eta}}, \quad (3.15)$$

где p - рабочее давление, МПа;

η - КПД привода

Подставим определенные значения в формулу (3.15), получим:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1217}{0,4 \cdot 0,9}} = 65,7 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 с учетом габаритов присоединительного конца шпинделя, конструктивно большее значение $D=125$ мм.

Ход поршня принимается из условия свободной установки заготовки на установочных элементах приспособления- $S_Q = 3$ мм.

Запас хода при отжиме мембраны (зажиме заготовки), когда поршень пневмоцилиндра занимает крайнее положение, примем равным $\Delta S_Q = 2$ мм.

3.1.6 Расчет погрешности базирования

Так как при установке заготовки в мембранный патрон измерительная база совпадает с технологической, то погрешность базирования принимаем равной нулю ($\varepsilon_B = 0$).

Погрешность установки заготовки в приспособлении $\varepsilon_y = 0$, т.к. рабочие поверхности кулачков патрона обрабатываются в сборе.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из мембранного патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится шпильками 38 с гайками 26 и шайбами 36.

Патрон состоит из корпуса 2, к которому с помощью винтов 20 крепится

мембрана 3, к которой с помощью шпонок 10 и винтов 21 с пластинами 6 крепятся кулачки постоянные 4. К кулачкам постоянным 4 с помощью винтов 21 с шайбами 35 крепятся постоянные кулачки 5. Для регулировки кулачков при их установке служит винт 22 с гайкой 25, который упирается в торец кулачка 5.

Центрирование и зажим обрабатываемой заготовки производится кулачками 5. Торцем заготовка упирается в опору 7, которая крепится к корпусу 2.

В центральной отверстии корпуса 2 устанавливается толкатель 8, конец которого входит в отверстие мембраны 3. Регулировочное кольцо 9, установленное на толкателе 8 служит для регулировки хода толкателя.

В паз толкателя 8 входит голова винта 11, который служит для предотвращения проворачивания толкателя в корпусе 2.

Толкатель 8 с помощью гайки 27 соединяется с тягой 12, которая, в свою очередь соединена со штоком 15 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 13, в котором с помощью винтов 21 с шайбами 37 установлена крышка 14. В пневмоцилиндре установлен поршень 16, который с помощью гайки 24 с шайбой 34 крепится к штоку 15. В штоке установлена втулка 27 с кольцами 18 и 19. В отверстие втулки 17 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 13 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 28-33.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 13 и крышки 14 на поршне 16 установлены демпферы 20.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя и фиксируется винтом 23.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в кулачках 5 с упором в опору 7.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 16 через шток 15, тягу 12 толкателем 8 прогибает мембрану 3, кулачки 5 отходят вверх, раскрепляя заготовку.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 16 отходит влево, мембрана за счет упругих сил выпрямляется и кулачками зажимает заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 090 Контрольная происходит выборочный контроль геометрических параметров кулачка.

После шлифовальной операции происходит контроль биения торца и наружных поверхностей относительно базового отверстия. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

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

3.2.2 Описание сущности усовершенствований

В отличие от базового варианта с механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм применим электронный индикатор ABSOLUTE" DIGIMATIC ID-F производства фирмы Mitutoyo Co.Ltd



Рисунок 3.3 - Электронный индикатор ABSOLUTE" DIGIMATIC ID-F

3.2.3 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание 4, к которому с помощью винтов 10 с шайбами 12 и штифтами 14 крепится стойка 6, в отверстии которой устанавливается оправка 3, на которую устанавливается контролируемая заготовка.

К основанию 4 с помощью винтов 9 с шайбами 11 крепится плита 5, на которую устанавливаются индикаторные стойки 1,2, с помощью которых осуществляется контроль радиального и торцевого биения.

К основанию 4 винтами 8 крепится табличка 7 с маркировкой приспособления.

Приспособление работает следующим образом:

При контроле биения относительно посадочного отверстия деталь устанавливается на клино-плунжерную оправку 3, отжимной винт которой выкручивается, кулачки выдвигаются и центрируют деталь. Вставку индикатора подводят к контролируемой поверхности, оправку 3 поворачивают на 360° и определяют максимальные отклонения показаний индикатора. Разница показаний индикатора и определяет величину биения.

У индикатора есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по цвету дисплея: дисплей становится красным при преодолении верхнего или нижнего предела допуска.

3.2.4 Расчет точности приспособления

Определим допустимую погрешность контроля.

$$[\varepsilon] = (0,2 \dots 0,4)Td \quad (3.16)$$

$K = 0,2$ – для более грубых квалитетов

$K = 0,4$ – для более точных квалитетов.

В нашем случае для контроля биения:

$$[\varepsilon] = 0,4 \times 0,02 = 0,008 \text{ мм.}$$

Фактическое значение погрешности контроля:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{прибора}}^2 + \varepsilon_{\text{эталона}}^2}, \quad (3.17)$$

где $\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки детали на приспособлении;

$\varepsilon_{\text{прибора}}$ – погрешность измерительного прибора;

$\varepsilon_{\text{эталона}}$ – погрешность эталона.

$$\varepsilon_{\text{прибора}} = 0,5 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{эталона}} = 0$, так как в нашем случае приспособление настраивают непосредственно по контролируемой детали.

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закрепл}}^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2}, \quad (3.18)$$

где $\varepsilon_{\text{баз.}}$ – погрешность базирования;

$\varepsilon_{\text{закр.}}$ – погрешность закрепления детали в приспособлении;

$\varepsilon_{\text{полож.заг.}}$ – погрешность положения заготовки;

$\varepsilon_{\text{баз.}} = 0$, так как измерительная и технологическая базы совпадают;

$\varepsilon_{\text{закр.}} = 0$, так как усилие закрепления незначительное;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}, \quad (3.19)$$

где Δ_1 – максимальный зазор в сопряжении фланца и оправки $\Delta_2 = 6$ мкм;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{6^2} = 6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{уст.}} = \sqrt{0^2 + 0^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2} = 6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{0,5^2 + 6^2} = 6,02 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{факт.}} < [\varepsilon]: 0,00602 \text{ мм} < 0,008 \text{ мм}$, таким образом, приспособление обеспечивает необходимую точность контроля.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Металл, СОЖ
3	Сверление, фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Металл, СОЖ
4	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т	Металл, СОЖ
6	Координатное шлифование	Координатно-шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Металл, СОЖ
7	Полирование	Полировальная операция	Полировщик	Полировально-шлифовальный станок 3В854	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	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 станок с ЧПУ SAMAT 135 NC
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500
4	Внутришлифовальная операция Круглошлифовальная операция Координатно-шлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4
5	Полировальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте	Полировально-шлифовальный станок 3В854

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
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; передвижающиеся 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

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

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

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

б) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

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

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4 Полировально-шлифовальный станок 3В854	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	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 недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

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

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

Наименование технического объекта	Фрезерование
1	2
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

Продолжение таблицы 4.8

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления кулачка расточного полуавтомата, 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 кулачка расточного полуавтомата, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое представление изменений по сравниваемым операциям, чтобы экономически обосновать их эффективность. Основные отличия между вариантами представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика операций по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>Программа выпуска – 10000 шт. Деталь – кулачок расточного полуавтомата Метод получения заготовки – штамповка Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71 Масса детали – $M_D = 5,6$ кг. Масса заготовки – $M_3 = 9,22$ кг.</p>	
<p><u>Операция 030 – Токарная тонкая</u> Получистовая обработка шеек и торцев тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16А20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон цанговый. <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения; пластина 3-хгранная, Т30К4. $T_O = 2,404$ мин $T_{шт} = 3,481$ мин</p>	<p><u>Операция 030 – Торцекруглошлифовальная черновая</u> Получистовая обработка шеек и торцев производится черновым шлифованием. <u>Оборудование</u> – торцекруглошлифовальный станок, модель ЗБ153Т. <u>Оснастка</u> – патрон цанговый. <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 3 450×85×203 91АФ36Р4ВА ГОСТ Р 52781-2007. $T_O = 0,383$ мин $T_{шт} = 1,417$ мин</p>
<p>Тип производства – серийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p>	

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику [10], согласно которой данная величина составляет $K_{ВВ.ПР} = 261916,9$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение оборудования, оснастки, инструмента, затрат на проектирование и других затрат, необходимых для осуществления предложенных изменений.

Далее согласно методике расчета себестоимости [10], определим технологическую себестоимость, которая зависит от материала заготовки, заработной платы, начисления на нее и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения не окажут влияния на конечный результат. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 5.1 и 5.2.

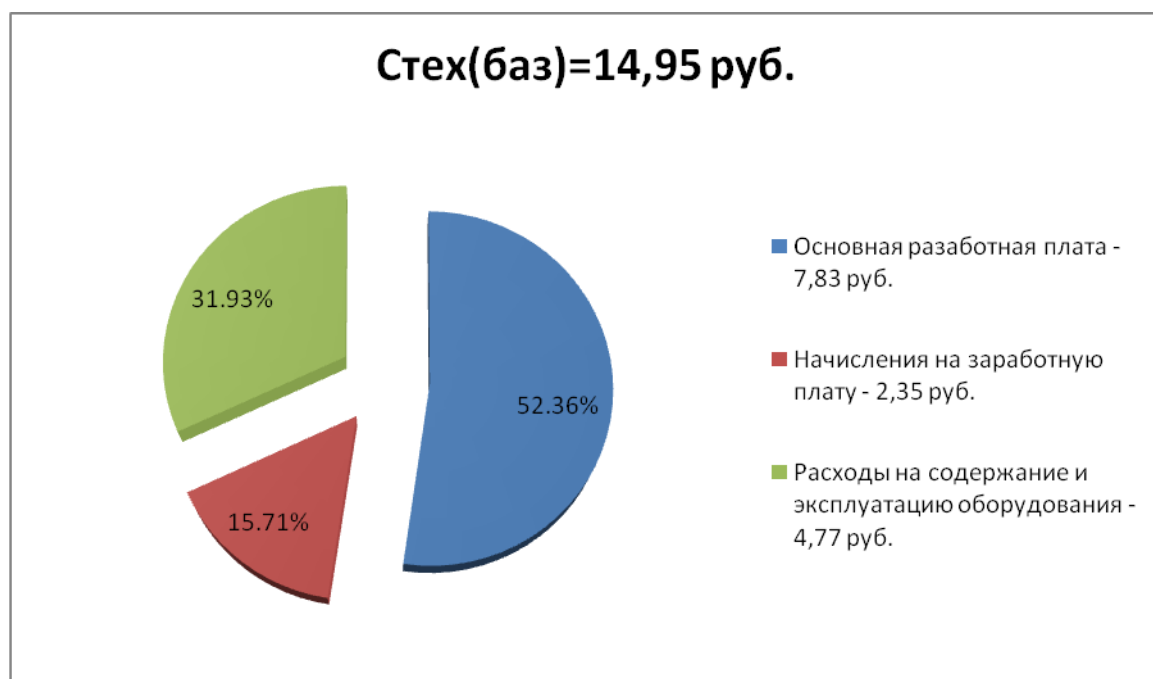


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030 по базовому варианту

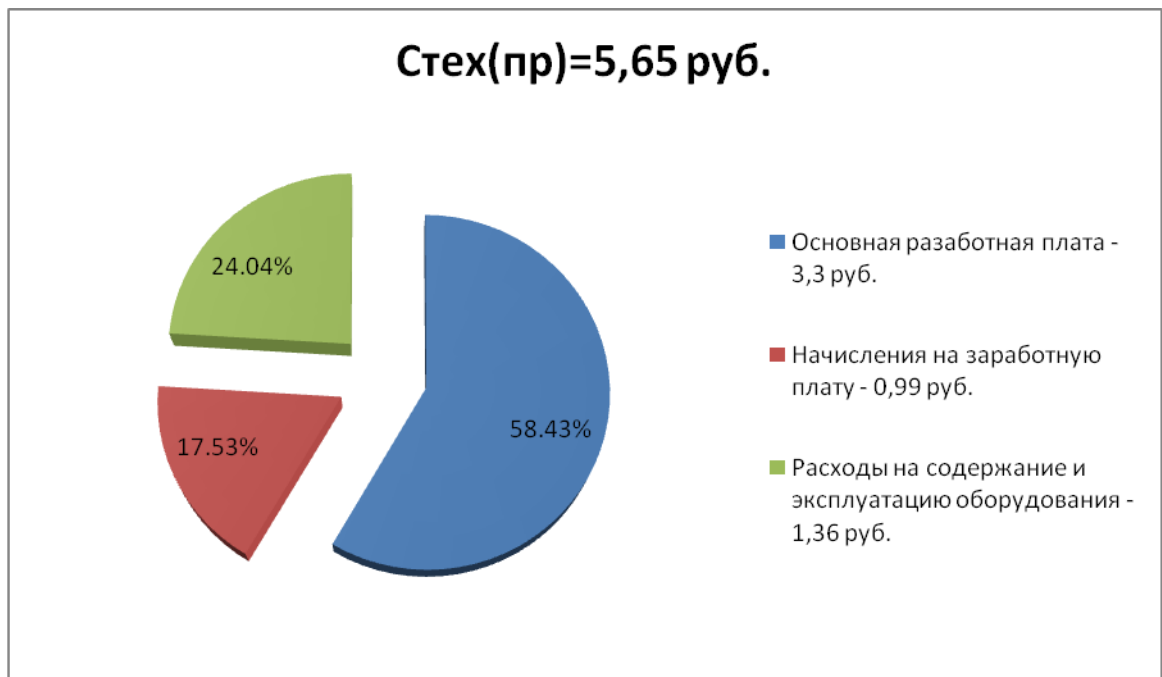


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030, по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [10] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 030. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 43,57 руб.; а по проектному варианту – 17,72 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

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

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (43,57 - 17,72) \cdot 10000 = 258800 \text{ руб.}$$

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

$$H_{\text{ПРИБ}} = 258800 \cdot 0,2 = 51700 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 258800 - 51700 = 206800 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{261916,9}{206800} + 1 = 2,27 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 206800 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 328398,4 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 328398,4 - 261916,9 = 66481,5 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{328398,4}{261916,9} = 1,25 \text{ руб./руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 030 технологического процесса, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 59,3%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 66481,5 руб., что подтверждает эффективность работы.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была решена задача по проектированию технологического процесса изготовления кулачка расточного полуавтомата, с заданными характеристиками по качеству, в определенном объеме (10000 шт/год), с более низкой себестоимостью в сравнении с базовым вариантом технологического процесса.

При выполнении работы были получены следующие результаты:

- спроектирован новый технологический процесс изготовления детали для среднесерийного типа производства;
- спроектирована заготовка (метод горячей объемной штамповки), припуски на самую точную поверхность рассчитаны аналитическим методом;
- при проектировании технологического процесса применены высокопроизводительные станки (с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы), оснастка, инструмент;
- спроектировано станочное приспособление (патрон мембранный с пневмоприводом) для внутришлифовальной операции;
- спроектировано приспособление для контроля биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo Co.Ltd с точностью контроля 1 микрон.

Все это, вместе, позволило обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость изготовления детали и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса. Таким образом, цели выпускной квалификационной работы, можем считать достигнутыми.

Экономический эффект составит 66481,5 рубля.

Список используемой литературы

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов, 1995.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, 1980
- 3 Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки 2013
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса, 2013
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2007
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки., 2004.
- 7 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта», 2016
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные 1990. – 86 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" 1985
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей, 2015
- 11 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения, 2008.
- 12 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках, 1986
- 13 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту, 1990
- 14 Справочник технолога - машиностроителя Т. 1 / А.М.Дальский, 2003.
- 15 Справочник технолога - машиностроителя Т. 2 / А.М.Дальский 2003.
- 16 Станочные приспособления: Справочник Т. 1./ Б.Н. Вардашкин, 1984
- 17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент, 2008
- 18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности 1982
- 19 Промсервис – М. Справочник оборудования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://promservis24.ru/Directory>

20 Станкокомпания «Гигант». Техническая документация на станки. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/import/58/>

21 База нормативной технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>

Приложения

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

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разраб.	Михалева				ПГУ				XXXX XXXX									
Пров.	Расторгуев								10141 00001									
Н. Контр.	Виткалов				Кулачок расточного полуавтомата													
М01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ						
М02	-	166	5,6			0,60	41211XXX	∅211x96,4			1	9,22						
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.	
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93													
02Б	391148XXX	SAMAT 135 NC		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	21	1,681				
03Т	392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																	
04Т	392195XXX- резец-вставка расточной ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69																	
05Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																	
06																		
07А	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93													
08Б	391148XXX	SAMAT 135 NC		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	17	1,250				
09Т	392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																	
10Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																	
11																		
12А	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93													
13Б	391148XXX	SAMAT 135 NC		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	21	1,535				
14Т	392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																	
МК																		

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
А	цех	Уч.	ФМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.				
01Т	392195XXX- резец-вставка расточной ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69																			
02																				
03А	XXXXXX 020 4110 Токарная ИОТ И 37.101.7034-93																			
04Б	391148XXX SAMAT 135 NC 2 15929 411 1P 1 1 1 236 1 17 1,626																			
05Т	392195XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																			
06																				
07А	XXXXXX 025 4132 Внутришлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																			
08Б	38132XXX ЗК227В 2 18873 411 1P 1 1 1 236 1 21 1,535																			
09Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 50х40х15 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																			
10Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																			
11																				
12А	XXXXXX 030 4131 Круглошлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																			
13Б	38132XXX ЗБ153Т 2 18873 411 1P 1 1 1 236 1 24 1,316																			
14Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450х85х203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																			
15Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																			
16Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																			
17																				
18А	XXXXXX 035 4260 Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89																			
МК																				

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Б	3816XXX				S500	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	42	7,526			
02Т	391810XXX- фреза концевая с коническим хвостовиком Ø26 Z=6 P6M5 K5 ГОСТ 17026-71;																		
03Т	391267XXX- сверло центровочное Ø4 тип А ГОСТ 14952-75 P6M5K5;																		
04Т	391267XXX- сверло спиральное Ø9 ГОСТ 10903-77 P6M5K5; 391267XXX- сверло спиральное Ø14 ГОСТ 10903-77 P6M5K5;																		
05Т	391278XXX- зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø9,7 P6M5K5 ГОСТ 12489-71;																		
06Т	391278XXX- зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø14,7 P6M5K5 ГОСТ 12489-71;																		
07Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
08																			
09А	XXXXXX	040	4260	Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89															
10Б	3816XXX				S500	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	29	3,401			
11Т	391267XXX- сверло специальное ступенчатое под резьбу M12 ОСТ 2И21-2-76 P6M5K5;																		
12Т	391810XXX- фреза шпоночная тип 1 – с цилиндрическим хвостовиком Ø10 P6M5K5 ГОСТ 9140-78;																		
13Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
14																			
15А	XXXXXX	045	0190	Слесарная															
16Б	XXXXXX	4407																	
17																			
18А	XXXXXX	050	0130	Моечная															
МК																			

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.				
01Б	375698XXX КММ																			
02																				
03А	XXXXXXX 055 0200 Контрольная																			
04																				
05А	XXXXXXX 060 0511 Термическая																			
06																				
07А	XXXXXXX 065 4132 Внутришлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																			
08Б	38132XXX 3К227В					2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,270				
09Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 50x40x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																			
10Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																			
11																				
12А	XXXXXXX 070 4131 Круглошлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																			
13Б	38132XXX 3Б153Т					2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	24	1,233				
14Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450x85x203 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																			
15Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																			
16Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																			
17																				
18А	XXXXXXX 075 4133 Координатно-шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																			
МК																				

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
												01101	25211		5	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.		
01Б	38132XXX				3284СФ4	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	6,068	
02Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 8x15x3 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																
03	391810XXX- шлифовальный круг 5 25x15x10 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																
04Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																
05Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																
06																	
07А	XXXXXX 080 4135 Полировальная ИОТ И 37.101.7419-85																
08Б	38132XXX				ЗВ854	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,253	
09Т	391810XXX- лента полировальная; 393140XXX- микроинтерферометр МИИ-6																
10																	
11А	XXXXXX 085 0130 Моечная																
12Б	375698XXX				КММ												
13																	
14А	XXXXXX 090 0200 Контрольная																
15																	
16																	
17																	
18																	
МК																	

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
Разраб.	Михалева															XXXX.XXXX						
Пров.	Рассторгуев															10141.00001						
Н. Контр.	Виткалов																					
Наименование операции											Материал				твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
4110 Токарная											Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				180 НВ	166	5,6	∅211x96,4			9,22	1
Оборудование, устройство ЧПУ											Обозначение программы				То	Тс	Тпз	Тшт	СОЖ			
САМАТ 135 NC											XXXXXX				0,910	0,647	17	1,250	Украинол-1			
P																						
01																						
02O	Установить и снять заготовку																					
03T	396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80																					
04O	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5																					
05T	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																					
06T	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																					
07P																						
08P																						
09P																						
10																						
11																						
12																						
ОКП																						

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб.	Михалева		
Проб.	Расторгуев		

ТГУ

01101.24.205|1

1

XXXX.XXXX
2014.1.00003

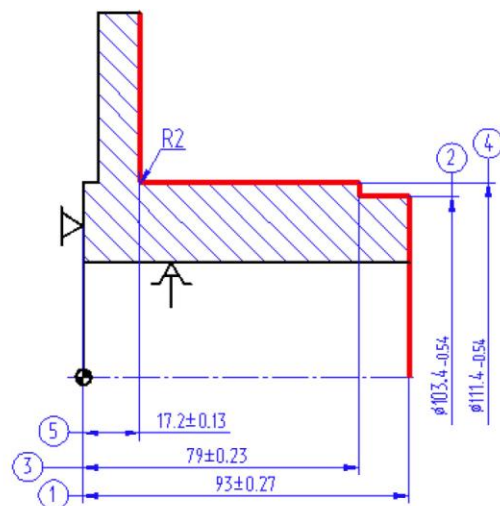
Н.контр.			
----------	--	--	--

Кулачок расточного полуавтомата

Цех | Уч. | РМ | Опер.
010

Установ Б

√ Ra6.3



КЭ

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Михалева			ТГУ				XXXX.XXXX						
Пров.	Расторгуев							10141.00001						
Н. Контр.	Виткалов			Кулачок расточного полуавтомата						Цех	Уч.	РМ	Опер	
Наименование операции				Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
4132 Внутришлифовальная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		180 НВ	166	5,6	∅211x96,4			9,22	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		To	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ				
ЗК227В				XXXXXX		0,519	0,644	21	1,270	Укринол- 1				
P			PI	D или B		L	t	i	S	n	V			
01			MM		MM	MM	MM/ход		об/мин	M/мин				
020	1. Установить и снять заготовку													
03T	396111XXX- патрон мембранный самоцентрирующий OCT 3-3843-77													
04O	2. Шлифовать отв, выдерж. разм. 1													
05T	391810XXX- шлифовальный круг 5 50x40x15 91A F60 L 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;													
06T	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором													
07P			XX	65	90	0,07	1	0,005	171	35				
08														
09														
10														
11														
12														
ОКП														

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб.	Михалева		
Проб.	Расторгуев		

ТГУ

01101.24.205|1

1

XXXX.XXXX
2014.1.00003

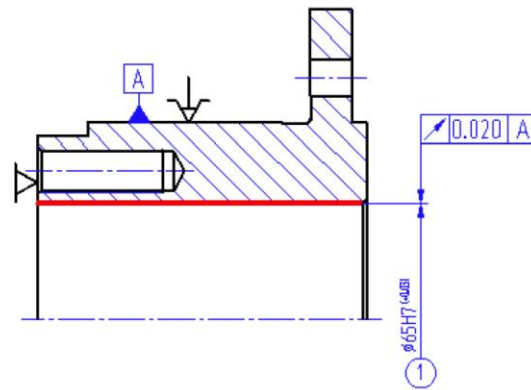
Н.контр.			
----------	--	--	--

Кулачок расточного полуавтомата

Цех Уч. ТРМ

Опер.
065

√Ra1.6



КЭ

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.541.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.541.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.541.60.002	Корпус патрона	1	
		3	16.07.ТМ.541.60.003	Мембрана	1	
		4	16.07.ТМ.541.60.004	Кулачок постоянный	3	
		5	16.07.ТМ.541.60.005	Кулачок сменный	3	
		6	16.07.ТМ.541.60.006	Пластина	3	
		7	16.07.ТМ.541.60.007	Опора	1	
		8	16.07.ТМ.541.60.008	Толкатель	1	
		9	16.07.ТМ.541.60.009	Кольцо	1	
		10	16.07.ТМ.541.60.010	Шпонка	6	
		11	16.07.ТМ.541.60.011	Винт	1	
		12	16.07.ТМ.541.60.012	Тяга	1	
		13	16.07.ТМ.541.60.013	Корпус	1	
		14	16.07.ТМ.541.60.014	Крышка	1	
		15	16.07.ТМ.541.60.015	Шток	1	
			16.07.ТМ.541.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Михалева			Лит.	Лист
Пров.		Расторгуев				Листов
						1
						3
Н. Контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1101	
Утв.		Бобровский				

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.541.60.016	Поршень	1	
		17	16.07.ТМ.541.60.017	Втулка	1	
		18	16.07.ТМ.541.60.018	Кольцо	1	
		19	16.07.ТМ.541.60.019	Демпфер	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-84		
		20		М6х20.88	6	
		21		М8х22.88	20	
				Винты ГОСТ 1477-75		
		22		М6х16.48	3	
		23		М10х10.48	1	
		24		Гайка М39х1,5-6Н		
				ГОСТ 11871-88	1	
				Гайка ГОСТ 5927-70		
		25		М6х1-6Н.5.029	3	
		26		М12х1,5-6Н.5.029	3	
		27		М14х1,5-6Н.5.029	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		28		120-180-46-2-4	1	
		29		180-230-46-2-4	1	
		30		300-400-56-2-4	1	
		31		320-420-56-2-4	2	
		32		2000-1950-46-2-4	1	
		33		2000-1900-56-2-4	2	
		34		Шайба 39.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
				Шайбы ГОСТ 6425-70		
				16.07.ТМ.541.60.000		Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
				<u>Документация</u>			
A1			16.07.ТМ.541.61.000.СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	16.07.ТМ.541.61.100	Индикаторный блок	1		
		2	16.07.ТМ.541.61.200	Индикаторный блок	1		
		3	16.07.ТМ.541.61.200	Оправка	1		
				<u>Детали</u>			
		4	16.07.ТМ.541.61.004	Основание	1		
		5	16.07.ТМ.541.61.005	Плита	1		
		6	16.07.ТМ.541.61.006	Стойка	1		
		7	16.07.ТМ.541.61.007	Табличка	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		8		Винт М5х10.58			
				ГОСТ 17473-80	2		
				Винты ГОСТ 11738-72			
		9		М6х20.88	4		
		10		М8х30.88	2		
			16.07.ТМ.541.61.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Михалева					
Пров.		Расторгуев					
Н. Контр.		Виткалов					
Утв.		Бобровский					
Приспособление контрольное					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ, гр. ТМбз-1101		

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		11		6 65Г 02 9	4	
		12		8 65Г 02 9	2	
				Штифты ГОСТ 9464-79		
		13		4x18	1	
		14		6x30	2	
						Лист
16.07.ТМ.541.61.000						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		