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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления основания пресс-формы

Студент(ка)	Игошин И. А.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Расторгуев Д.А.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Виткалов В.Г.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Горина Л.Н.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Зубкова Н.В.	
	(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

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 Игошин Иван Александрович гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления основания пресс-формы.

_____

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

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

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и захватного устройства промышленного робота

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

УДК 621.13.01

Игошин Иван Александрович

Технологический процесс изготовления основания пресс-формы.

Бакалаврская работа. Тольяттинский Государственный университет 2016 г.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, инструмент, оснастка, оборудование, промышленный робот, экономический эффект.

В данной работе спроектирован новый технологический процесс изготовления основания пресс-формы в условиях среднесерийного типа производства (годовая программа выпуска детали составляет 10000 шт/год).

Работа состоит из пяти разделов, содержит введение и заключение, в которых формируется цель работы и представлены результаты по окончании работы, соответственно.

В первом разделе «Описание исходных данных» произведен анализ служебного назначения и условий работы детали, качественный и количественный анализ на технологичность детали. Проведен анализ базового ТП, на предмет выявления его недостатков и путей совершенствования ТП, а также, сформулированы задачи квалификационной работы.

Во втором разделе «Технологическая часть работы»: определен тип производства, выбран метод получения заготовки, спроектирована заготовка, припуски рассчитаны аналитическим методом, разработан новый технологический процесс изготовления детали, выбраны СТО, обеспечивающие получение заданного объема готовых деталей с заданными параметрами качества.

В третьем разделе спроектировано станочное приспособление и захватное устройство промышленного робота.

Четвертый и пятый раздел ВКР посвящены вопросам безопасности, экологичности и экономической эффективности работы.

Объем работы составляет: 77 страниц, 23 таблицы, 9 рисунков и графической части, содержащей 7,5 листов.

Содержание

Введение, цель работы 7
1 Описание исходных данных 8
1.1 Анализ служебного назначения детали 8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали 11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....14
1.4 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы 16
2 Технологическая часть работы.....18
2.1 Выбор типа производства 18
2.2 Выбор и проектирование заготовки.....18
2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки.....25
2.4 Выбор средств технологического оснащения.....28
2.5 Расчет операционных припусков 32
2.6 Расчет режимов резания аналитическим методом.....37
2.7 Расчет режимов резания табличным методом.....41
2.8 Определение норм времени на все операции 45
3 Проектирование станочного приспособления и захватного устройства промышленного робота.....48
3.1 Проектирование станочного приспособления.....48
3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота....53
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....60
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта 60
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....61
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....62
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...63

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта 67
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» 68
5 Экономическая эффективность работы.....70
Заключение. 74
Список используемой литературы. 75
Приложения.....77

Введение, цель работы

В условиях нынешней экономической ситуации необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий. Наблюдается тенденция к максимальному снижению себестоимости готовой продукции заводами изготовителями, для чего необходимо постоянно совершенствовать технологические процессы, применяя высокопроизводительное оборудование, оснастку и инструмент.

В современном производстве перед инженером-технологом постоянно стоят задачи связанные с повышением качества, снижением трудоемкости, металлоемкости и себестоимости продукции, а компетентность и профессионализм сотрудников играет не малую роль в получении прибыли предприятием или фирмой на рынке.

В данной работе будем стремится к увеличению рентабельности, получению максимального экономического эффекта от внесенных изменений.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка наиболее оптимального технологического процесса изготовления основания пресс-формы для условий среднесерийного типа производства, снижение себестоимости ее изготовления и повышение качества.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь «Основание», устанавливается в пресс-форме и служит для формирования контура заготовки детали «крыльчатка».

На рисунке 1.1. приведен фрагмент узла пресс-формы:

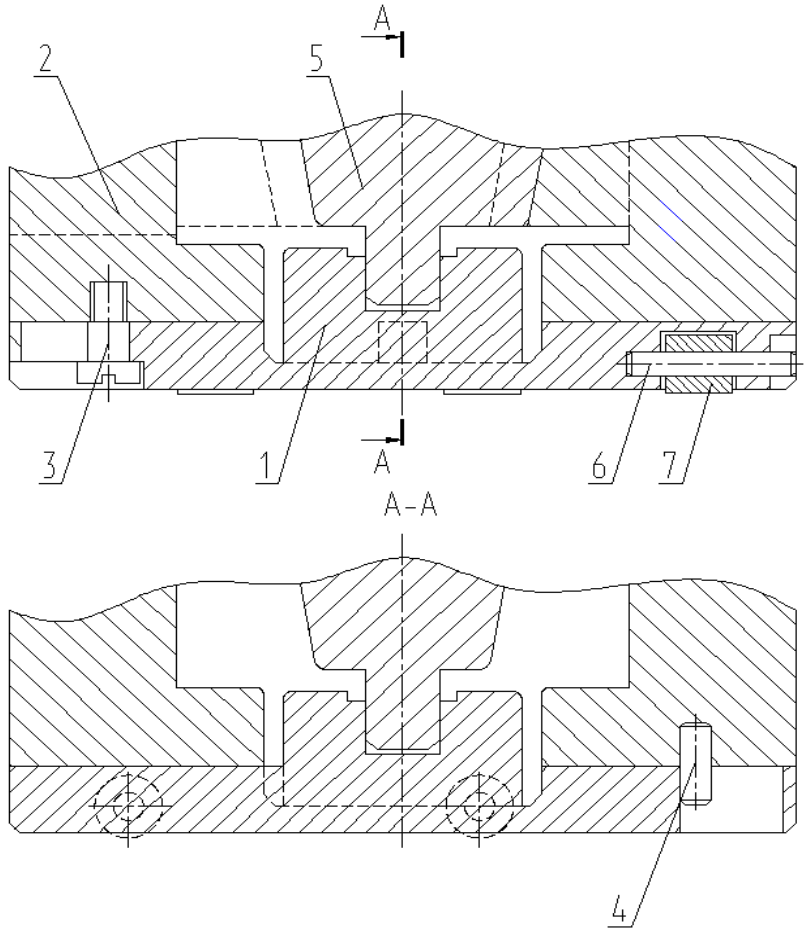


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Основание 1 (рисунок 1.1) крепится к матрице 2 с помощью винтов 3 и штифтов 4. В отверстие основания 2 входит стержень 5. В пазах основания 1 на штифтах 6 установлены ролики 7.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь «Основание» изготавливается из стали 45 по ГОСТ 1050-88 и имеет высокие к точности изготовления и физико механическим свойствам материала.

В табл. 1.1 и 1.2 приведен химический состав и физико-механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88 .

Таблица 1.1 - Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88

Элемент, в %	C	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si
		Не более						
Содержание	0.42-0.50	0.04	0.035	0,25	0.25	0.5-0.8	0.25	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88

Состояние поставки. режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_т$	$\sigma_в$	δ_5	ψ	KCU	HB
		МПа	МПа	%	%	Дж/см^2	Не более
Поковка. Нормализация	100-300	315	570	14	34	49	167-207
Сталь горячекатаная, кованая, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	360	600	16	40	50	200

Согласно таблицам 1.1 и 1.2 химический состав и механические свойства стали 45 вполне соответствуют служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним классифицирование всех поверхностей детали (см.рисунок 1.2), результаты - в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

N	Вид	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	14,11,21
2	База: основная конструкторская	14,16
3	База: вспомогательная конструкторская	1,18,25,8,9,10
4	Свободные поверхности	Остальные

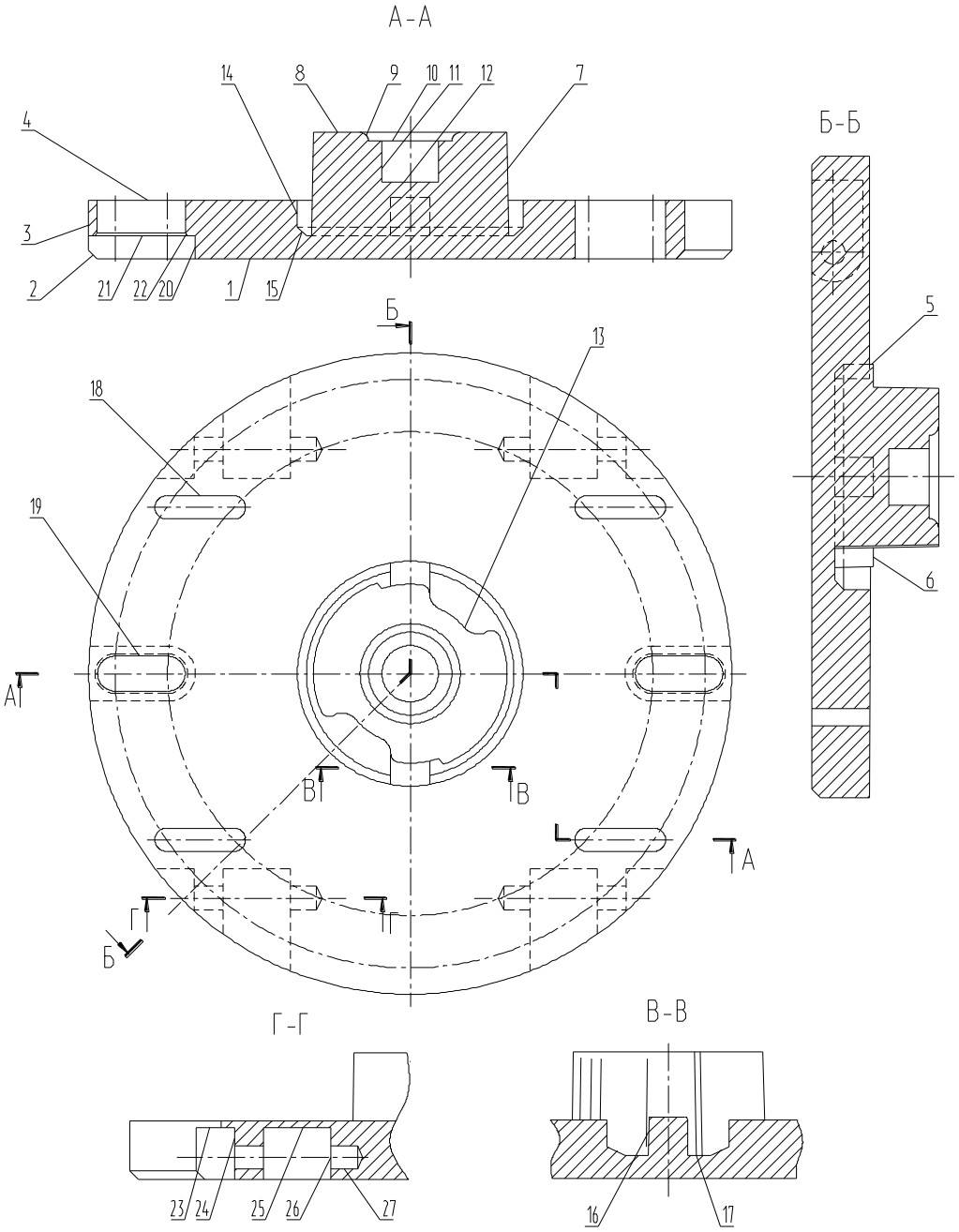


Рисунок 1.2 – Классифик. поверхностей детали «основание»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэф-т унификации поверхностей:

$$К_у = n_у / Σn, \quad (1.1)$$

где $n_у$ - число унифицированных поверхностей;

$Σn$ - сумма всех поверхностей.

$К_у = 1$

1.2.1.2 Коэф-т шероховатости поверхностей:

$$К_ш = \frac{1}{Бср}, \quad (1.2)$$

где $Б_{ср}$- среднее численное значение параметра шероховатости:

$$Бср = \frac{Б_{ni}}{Σni}, \quad (1.3)$$

где $Бn_i$ – числовое значение параметра шероховатости;

$Σn_i$ – число поверхностей.

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

Бср = (9·0,32+5·1,25+1·3,2+12·6,3)/27 = 3,25 мкм.

Подставим определенные значения, в формулу (1.2) получим:

$К_ш$ = 1/3,25 = 0,31.

По данному показателю деталь технологична, т.к Кш < 0,32.

1.2.1.3 Коэф-т точности

Коэф-т точности поверхностей, определяется по формуле:

$$К_Т = 1- \frac{1}{Аср}, \quad (1.4)$$

где Аср - средняя точность изготовления поверхностей:

$$Аср = \frac{A_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.5)$$

где An_i – числовое значение точности поверхностей;

Σn_i – число поверхностей одной точности.

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

$A_{ср} = (3 \cdot 7+3 \cdot 8+8 \cdot 9+1 \cdot 11+12 \cdot 14)/27 = 11,0;$

$К_Т = 1- 1/11 = 0,91.$

Деталь технологична, т.к Кт > 0,8.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Оценку технологичности заданной детали проведем, с целью, выявления возможности снижения себестоимости изготовления детали, путем совершенствования ее конструкции.

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Конфигурация детали «Основание» простая и не вызывает трудностей при получении заготовки. Материал детали сталь 45 ГОСТ 1050-88, заготовку, возможно изготовить методом горячей объемной штамповки, из проката или профильного проката.

Заготовку можно считать технологичной.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Чертеж основания содержит необходимую графическую информацию для полного представления о ее конструкции, точности и качестве поверхностей.

Деталь относится к классу деталей типа диск, для которых разработан типовой ТП., она не содержит конструктивных элементов, отличных от типовых и может быть обработана непосредственно по типовому ТП.

Конфигурация детали позволяет широко использовать механизацию и автоматизацию при ее установке, обработке и транспортировке и не требует специальных СТО. Все поверхности расположены удобно для обработки на обычных универсальных станках с помощью стандартного режущего инструмента.

Все поверхности имеют удобный доступ для обработки и контроля.

С точки зрения общей конфигурации - деталь технологична.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

Технологичность базирования и закрепления детали характеризуется выполнение принципов единства и постоянства баз при обработке, точностью и шероховатостью базовых поверхностей, возможностью захвата детали роботом.

За базы при установке заготовки на первой токарной операции возможно использовать наружный диаметр штамповки, пов. 3 и торец 1.

Далее при токарной обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 3 и торец 1, при токарной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 7 и торец, пов. 8.

При внутришлифовальной обработке в качестве баз используем пов. 3 и торец 1.

При фрезерной обработке пазов 18,19 в качестве баз используем отверстие, пов. 11 и торец 4.

При фрезерной обработке гнезда, пов. 6,7,14-17 в качестве баз используем отверстие, пов. 11, боковые поверхности паза 19 и торец 4.

При электроэрозионной обработке в качестве баз используем пов. 3, боко-

вые поверхности паза 19 и торец 1.

При координатно-шлифовальной обработке в качестве баз используем отверстие, пов. 11, боковые поверхности паза 19 и торец 4.

Таким образом, обработку цилиндрических поверхностей основания пресс-формы можно вести от одних и тех же баз. При закреплении детали возможно надежно обеспечить ее установочное положение.

Деталь технологична по данному пункту.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Доступ к местам обработки и контроля свободный. Точность поверхностей определяется требованиями работоспособности всего узла. Увеличение требований к точности и чистоте поверхности приведет к удорожанию готового изделия, а их занижение к неправильной работе всего узла и возможно, к его поломке.

Максимальные значения по точности и шероховатости следующее:

-квалитета: IT7 – поверхность 11,18,19;

-шероховатости: Ra 0,32 на поверхность 48,7,5,6,13,14,15,16,17.

Заданные параметры возможно обеспечить на станках нормальной точности.

Следовательно, конструкция основания пресс-формы является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Анализ базового ТП будем проводить на предмет выявления его недостатков и возможностей их устранения.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Порядок и содержание операций базового технологического маршрута приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (отрезная)				0,5
005	Токарная черновая	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло Р6М5 Резец Т5К10	1,9
010	Термическая (закалка)				
015	Токарная чистовая	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец Т15К6	1,2
020	Координатно-расточная	ИС500ПМ1Ф4	Тиски машинные	Сверло Р6М5 Зенкер Р6М5	1,5
025	Слесарная				0,15
030	Фрезерная	6Р11МФ3-1	Приспособление специальное	Фреза концевая Р6М5	2,2
035	Сверлильная	2Р135Ф2-1	Тиски машинные	Сверло Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5	1,2
040	Электроэрозионная	4Г721М	Тиски машинные	Электрод графитный	3,5
045	Маркировочная				
050	Слесарная			Шлифшкурка, паста полировальная, напильник	4,0
055	Контрольная				

1.4 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

1.4.1 Недостатки базового ТП

Проанализировав базовый ТП изготовления основания пресс-формы, можно сделать вывод, что он пригоден только для единичного и мелкосерийного производства, оснастка и оборудование недостаточно производительны для условий среднесерийного производства. Все это, сдерживает повышение производительности обработки и снижение себестоимости.

Основными недостатками базового техпроцесса являются:

- неоптимальный выбор оборудования (низкопроизводительные универсальные станки, например 16К20 или наоборот, дорогие – например ИС500ПМ1Ф4);

- большое штучное время на токарных на фрезерной, сверлильной и координатно-расточной операциях, вследствие большого припуска, неоптимальных режимов резания.

- неоптимальная последовательность переходов обработки отверстий и пазов с установкой заготовки в тисках с ручной выверкой;

- значительное время тратится на слесарные и разметочные операции;

- большое штучное время на операциях вследствие применения универсальной оснастки с ручным зажимом;

- большое время контроля на контрольных операциях вследствие применения универсальных низкопроизводительных контрольных инструментов и приспособлений.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Сформулируем задачи ВКР и обозначим направления совершенствования техпроцесса:

1. Рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку, полученную штамповкой;

2. Применить высокопроизводительные станки, в основном с ЧПУ или полуавтоматы;

3. Рассчитать оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность;

4. Оптимизировать структуру операций по обработке отверстий и пазов;

5. применить высокопроизводительный инструмент;

6. Применить высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом;

7. Применить высокопроизводительные контрольные приспособления и инструменты с высокоточными электронными индикаторами;

8. Спроектировать оснастку на токарной операции;

9. Спроектировать захватное устройство промышленного робота;

10. Проанализировать ТП по охране труда;

11. Определить экономическую эффективность.

В следующих разделах, приведено решение данных задач.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 5,9 кг и годовой программе выпуска Nг = 10000 шт производство – среднесерийное.

В проектируемом ТП используем универсальное и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование будем размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

Исходя из физико-технологических свойств, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки можно принять: штамповку или прокат. Оптимальный метод получения заготовки определим экономическим расчетом.

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 45, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки можно принять: поковку (штамповку) или прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штамповки ориентировочно определяется по формуле:

$$m_{зш} = m_д \cdot Кр, \qquad (2.1)$$

где $m_д$ – масса детали, кг;

Кр – расчетный коэф-т, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 22].

Подставив определенные значения в формулу (2.1) , получим:

$m_{зш} = 5,9 \cdot 1,4 = 8,26$ кг.

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

Штамповочное оборудование - КГШП, нагрев заготовки: индукционный, класс точности – Т3 [8, с.28, табл. 19], группа стали – М1 [8, с.8, табл. 1], степень сложности – С2 [8, с. 29].

Масса заготовки из проката определяется по формуле:

$$m_{зПР} = V \cdot \rho \, , \qquad (2.2)$$

где V – объем заготовки, мм^3, определяем по формуле (2.5);

ρ - плотность стали, кг/мм^3.

Форма заготовки из сортового проката для детали – тела вращения представляет цилиндр, с диаметром и длиной и вычисляется по формуле:

$$d_{пр} = d_д^{мах} \cdot 1,05 \, , \qquad (2.3)$$

$$l_{пр} = l_д^{мах} \cdot 1,05 \qquad (2.4)$$

где $d_д^{мах}$ – максимальный диаметр детали;

$l_д^{мах}$ – длина всей детали.

Подставим исходные данные в формулу (2.3) и (2.4), получим:

$d_{пр} = 220 \cdot 1,05 = 231$ мм;

$l_{пр} = 43,4 \cdot 1,05 = 45,57$ мм.

По ГОСТ принимаем стандартное значение: $d_{пр} = 230$ мм, $l_{пр} = 46$ мм.

Объем цилиндрических элементов заготовок (V, мм^3), определяем по формуле:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \qquad (2.5)$$

где d- диаметр рассматриваемого элемента, мм;

l- длина элемента, мм.

Произведем расчет объема заготовки, подставив определенные значения в формулу (2.5):

$V = 3{,}14 \cdot 230^2 \cdot 47/4 = 1910219$ мм^2.

Массу заготовки из проката определим по формуле (2.2), подставив значения получим:

$m_{ЗПР} = 1910219 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-6} = 15$ кг.

Выбираем прокат по ГОСТ 2590-2006:

Круг $\frac{230 - ГОСТ\ \ 2590 - 2006}{45 - ГОСТ\ \ 1050 - 88}$.

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

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

2.2.2.1 Стоимость штампованной заготовки

Стоимость заготовки, полученной методом штамповки, определяется по формуле:

$$S_{заг} = C_i/1000 \cdot (m_З \cdot k_т k_с k_в k_м k_п) - (m_з - m_д) \cdot S_{отх}/1000, \quad (2.6)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т заготовок, руб $C_i = 373$ руб [5, с. 37];

$m_з$ – ориентировочная масса заготовки, кг;

$m_д$ - масса готовой детали, кг;

$k_т$ - коэф-т точности: $k_т = 1.0$ [5, с. 37];

$k_с$ - коэф-т сложности: $k_с = 0{,}84$ [5, с. 38];

$k_в$ – коэф-т, массы: $k_в = 0{,}87$ [5, с. 38];

$k_м$ – коэф-т, марки материала: $k_м = 1{,}0$ [5, с. 37];

$k_п$ – коэф-т, программы выпуска: $k_п = 1,0$;

$S_{отх}$ -стоимость отходов, руб.

Определим стоимость заготовки, подставив определенные коэф-ты в формулу (2.6), получим:

$S_{заг} = 373/1000 \cdot (8,26 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0) - 24/1000 \cdot (8,26-5,9) = 2,195$ руб.

Стоимость штампованной заготовки с учетом коэф-та приведения цен 1985 г к ценам 2016 г составит, определяем по формуле:

$$S_{заг\ Ш} = S_{заг} \cdot К\ , \qquad (2.7)$$

Подставив значения, получим: $S_{заг\ Ш} = 2,195 \cdot 100 = 219,5$ руб.

2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

Стоимость заготовки, полученной из проката, определяется по формуле:

$$S_{заг\ п} = C_i/1000 \cdot m_з - (m_{з.п} - m_д)(C_{отх}/1000), \qquad (2.8)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т заготовок, руб $C_i = 190$ руб;

$m_з$ – ориентировочная масса заготовки, кг;

$m_д$ - масса готовой детали, кг;

$C_{отх}$ -стоимость отходов (в стружку), руб.

Определим стоимость заготовки, подставив данные в формулу (2.8), получим:

$S_{заг\ п} = 190/1000 \cdot 15 - (15-5,9)(24/1000) = 2,632$ руб.

Стоимость заготовки из проката с учетом коэф-та приведения цен 1985 г к ценам 2016 г, определим подставив значения в формулу (2.7):

$S_{заг\ п} = 2,632 \cdot 100 = 263,2$ руб.

Результаты расчетов получения заготовки двумя методами представлены в

таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

Показатели	Штамповка	Прокат
Степень сложности	С2	-
Класс точности	Т3	2
Группа стали	М1	М1
Масса, кг	8,26	15,0
Стоимость заготовки, руб	219,5	263,2

2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Переменные затраты на мехобработку, определяются по формуле:

$$C_{обр} = C_{уд} \cdot (m_з – m_д) / K_о, \quad (2.9)$$

где $C_{уд}$ = 26 - удельные затраты на снятие 1 кг стружки при черновой мехобработке, руб/кг [6, с. 3];

$K_о$ = 1,0 - коэф-т обрабатываемости материала [6, с.5].

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.9), получим:

для штамповки : $C_{обр\ ш} = 26 \cdot (8,26\text{-}5,9)/1,0 = 61,3$ руб;

для проката: $C_{обр\ п} = 26 \cdot (15\text{-}5,9)/1,0 = 236.6$ руб.

Тогда суммарный объем переменной доли затрат на получение заготовки и механическую обработку составит:

$$C = S_{заг} + C_{обр} \quad (2.10)$$

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.10), получим:

для штамповки: $C_{шт} = 219,5+61,3 = 280.8$ руб;

для проката: $С_{пр}$ = 263,2+280,8 = 544,0 руб.

Поэтому оптимальным является вариант заготовки штамповки.

Годовой экономический эффект, руб:

$$Э_г = (С_{пр} – С_{шт})·N_г \quad (2.11)$$

где Nг = 10000 шт/год- годовая программа выпуска.

Подставив данные в формулу (2.11), получим:

Эг = (544,0-280,8)·10000 = 2632000 руб.

2.2.3 Расчет и проектирование заготовки

Заготовка штампуется на КГШП, нагрев заготовки - индукционный. получаемая заготовка имеет класс точности – Т3 [8, с. 28, табл. 19], степень сложности – С2 [8, с. 29], по группе стали относится к М1 [8, с.8, табл. 1].

Заготовка имеет плоскую конфигурацию разъема штампа [8, с.8, табл. 1], исходный индекс заготовки определяем по рекомендациям [8, с.10, табл. 2], он равен 11.

Основные припуски принимаем по [8, с. 12, табл. 3].

Дополнительные припуски по [8, с.14, табл. 4];

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

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.1.

Штамповочный уклоны и радиуса:

-на наружной и внутренней поверхности – не более 5°;

-радиусы закругления наружных углов – 2,5 мм [8, с. 15, табл. 7].

-допускаемая величина остаточного облоя – 0,9 мм [8, с. 21, табл. 10].

-допускаемое смещение по поверхности разъема штампа – 0,7 мм [8, с. 20, табл. 9].

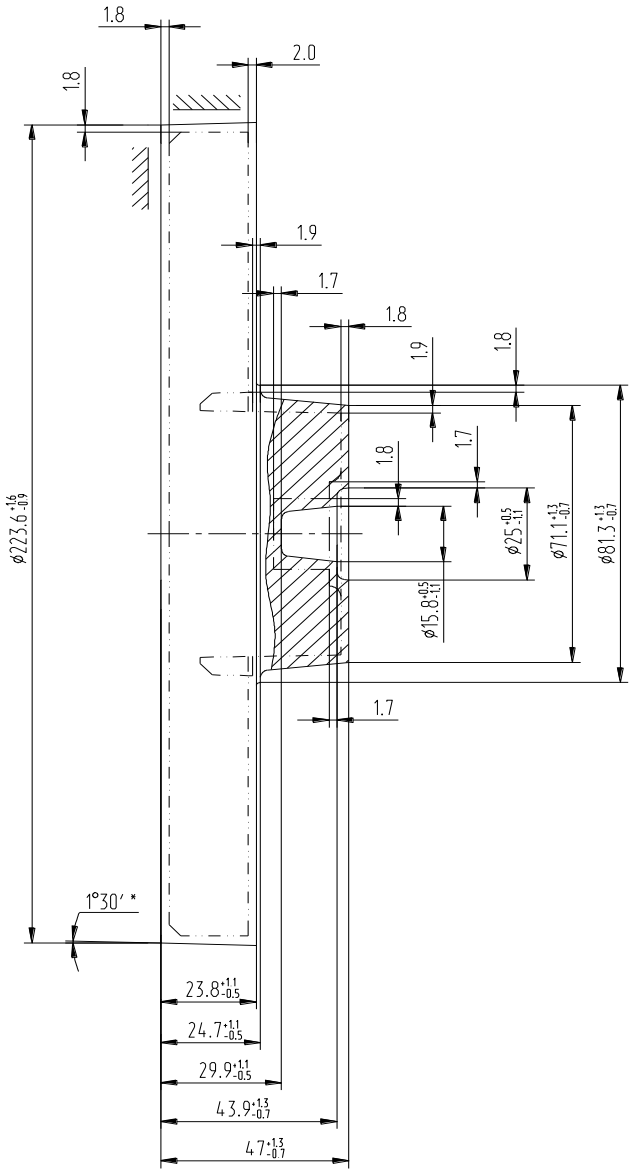


Рисунок 2.1 - Эскиз заготовки

-допускаемая величина заусенца – 5,0 мм [8, с. 21].

-шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм.

Объем цилиндрических элементов заготовки определим по формуле (2.5):

$V = 3{,}14/4 \cdot (223.6^2 \cdot 23{,}8 + 81{,}3^2 \cdot 0.9 + 71{,}1^2 \cdot 22{,}3 - 25^2 \cdot 3{,}1 - 15{,}8^2 \cdot 14) = 1022992$ мм^3 .

Массу штамповки $m_з$, кг, определяем по формуле:

$m_з = V \cdot \rho = 1022992 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-6} = 8$ кг.

Коэф-т использования материала:

$$КИМ = m_д / m_з \qquad (2.12)$$

Подставим, определенные величины масс в формулу (2.12), получим: КИМ = 5,9/8 = 0,74.

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

Для обеспечения минимальных погрешностей при изготовлении детали, при установке детали в приспособлении необходимо обеспечить выполнение принципа постоянства (обработка должна по возможности вестись от одних и тех же баз) и единства баз (технологической и измерительной).

Формирование черновых технологических баз для первой механической обработке происходит на заготовительной операции.

Для точности базирования заготовки на последующих операциях будем использовать самоцентрирующиеся зажимные приспособления.

При установке заготовки на первой токарной операции возможно использовать наружный диаметр штамповки, пов. 3 и торец 1.

В дальнейшем при токарной обработке в качестве баз будем использовать пов. 3 и торец 1 или пов. 7 и торец, пов. 8 при обработке правого и левого конца соответственно.

На внутришлифовальной операции в качестве баз используем пов.3 и торец 1.

При обработке пазов 18,19 в качестве баз используем отверстие, пов. 11 и торец 4, при фрезеровании гнезда, пов. 6,7,14-17 в качестве баз используем отверстие, пов. 11, боковые поверхности паза 19 и торец 4.

При электроэрозионной обработке в качестве баз используем пов. 3, боковые поверхности паза 19 и торец 1.

На координатно-шлифовальной операции за базы примаем отверстие, пов. 11, боковые поверхности паза 19 и торец 4.

2.3.2 Определение методов обработки отдельных поверхностей

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

Результаты выбора маршрутов обработки основания пресс-формы приведены в таблице 2.2, где обозначено:

Т- обтачивание черновое, $Т_ч$- обтачивание чистовое,

Р- растачивание черновое, $Р_ч$- растачивание чистовое,

С- сверление, З- зенкерование,

Раз- развертывание, Ф- фрезерование,

Ш- шлифование, Э-электроэрозионная обработка

П- полирование, ТО- термообработка

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршрут обработки	IT	Ra
1	Т, ТО, Тч	11	3,2
1,2,3,8	Т, ТО, Тч	14	6,3
48	Т, ТО, Тч, Ш,П	8	0,32
9,10,12	Р, ТО, Рч	14	6,3
11	Р, ТО, Рч, Ш	7	1,25
7,5,6	Т, ТО, Тч, Э,П	9	0,32
13,14,15,16,17	ТО, Э, П	9	0,32
22,20,23,24,25,26	ТО, Ф	14	6,3
18,19 21	ТО, Ф, Ш	7 8	1,25 1,25
27	ТО,С,З,Раз	8	1,25

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Технологический маршрут обработки всех поверхностей детали представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки детали

№ оп	Наименование операции	Содержание операции
1	2	4
000	Заготовительная	Штамповать заготовку
005	Токарная (черновая)	Установить, снять заготовку Точить пов. 4,5,6,7,8 начерно. Расточить отв., пов. 9,10,11,12 начерно
010	Токарная (черновая)	Установ Б. Переустановить заготовку Точить пов. 1,2,3 начерно.
015	Термическая	Закалка и низкий отпуск
020	Токарная (чистовая)	Установить, снять заготовку Точить пов. 4,5,6,7,8 начисто. Расточить отв., пов. 9,10,11,12 начисто
025	Токарная (чистовая)	Переустановить заготовку Точить пов. 1,2,3 начисто
030	Внутришлифовальная	Установить, снять заготовку Шлифовать отв., пов. 11 начисто Шлифовать торец, пов. 4 начисто
035	Фрезерная	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 20,21 начисто Фрезеровать пов. 19 начисто Снять фаски 22 начисто Фрезеровать пов. 18 начисто
040	Фрезерная	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 23,24,25,26 начисто Фрезеровать углы у пов. 26 начисто Центровать отв. 27

Продолжение таблицы 2.3

1	2	4
		Сверлить отв. 27 Зенкеровать отв. 27, Развернуть отв. 27
045	Электроэрозионная	Установить, снять заготовку. Прожечь контур рабочего гнезда, пов. 6,7,13-17 начисто
050	Координатно-шлифовальная	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 18 начисто Шлифовать пов. 19 начисто
055	Слесарная	Зачистить заусенцы Полировать пов. 4,6,7,13-17 начисто Маркировать
060	Моечная	Промыть, обдуть горячим воздухом
065	Контрольная	Окончательный контроль

2.3.4 План изготовления детали

План изготовления детали "Основание", выполняем в графической части работы, он представляет собой таблицу, в которой указывается номер и наименование операции, содержится операционный эскиз, с указанием теоретических точек (схемы базирования), операционных размеров и величин их допусков.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

Правильный выбор оборудования, приспособлений и инструмента, есть залог выполнения требований предъявляемых к качеству детали и снижение затрат при ее изготовлении.

2.4.1 Выбора оборудования

Правильно подобранные оборудование, приспособления и инструмент, гарантия выполнения требований предъявляемых к качеству детали и снижение затрат при ее изготовлении.

Выбранное оборудование занесем в таблицу 2.4.

2.4.1 Обоснования выбора приспособлений

Приспособление должно обеспечивать материализацию теоретических схем базирования на данной операции, быстродействие, надежность закрепление заготовки при обработке, предпочтительно использовать стандартные и нормализованные, универсально - сборные приспособления.

Выбранные приспособления занесем в таблицу 2.4

2.4.2 Выбор режущего инструмента

При выборе режущего инструмента (РИ) будем руководствоваться следующим:

-при выборе РИ отдавать предпочтение нужно стандартным, нормализованным инструментам, материал режущей части выбирается исходя из

Выбранный инструмент представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор оборудования, приспособления, инструмента

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Патрон токарный 3-х кулачковый клиновый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=93^{\circ}$, $\varphi_1=8^{\circ}$, $\lambda=0$ $\alpha=11^{\circ}$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69; Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=92^{\circ}$, $\lambda=0$ $\alpha=11^{\circ}$ h=10 b=10 L=60 ОСТ 2И.101-83	
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Патрон токарный 3-х кулачковый клиновый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=93^{\circ}$, $\varphi_1=8^{\circ}$, $\lambda=0$ $\alpha=11^{\circ}$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=97^{\circ}$, $\lambda=0$ $\alpha=11^{\circ}$ h=10 b=10 L=70 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69; Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный	Круг шлифовальный 5 16х15х5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 60х25х12 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
035	Фрезерная	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11МФ3-1	Приспособление специальное ГОСТ 17205-71	Фреза шпоночная Ø7,6; ∅ 11,6; ∅19 8Р6М5 ГОСТ 9140-78 Зенковка 45° ∅16 Р6М5К5	Шаблон ГОСТ 2534-79
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Приспособление специальное ГОСТ 17205-71	Фреза шпоночная Ø12; ∅4 Р6М5К5 ГОСТ 9140-78 Сверло центровочное ∅2 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5 Сверло спиральное ∅7,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 Зенкер цельный ∅7,9 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5 Развертка машинная цельная ∅8 ГОСТ 1672-80 Р6М5К5	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
045	Электро-эрозионная	Электроэрозионный станок 4Г721М	Приспособление ГОСТ 17205-71.	Электрод графитный	Шаблон ГОСТ 2534-79
050	Координатно-шлифоваль-ная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 32К84СФ4	Приспособление специальное самоцентрирующее ГОСТ 17205-71	Головка шлифовальная AW 7х20 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-
060	Моечная	Камерная моечная машина			

2.5 Расчет операционных припусков

2.5.1 Расчет операционных припусков и размеров расчето-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 19{,}28H7(^{+0{,}021})$.

Таблица 2.5 - Последовательность обработки поверхности, оборудование, установка

№	Методы обработки поверхности	Код операции	Оборудование	Установка заготовки
1	Растачивание черновое	005	TRENS SE 320	В патроне кулачковом
2	Растачивание чистовое	020		В патроне кулачковом
3	Шлифование	030	3К227В	В патроне мембранном

Таблица 2.6 - Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min мм	Операц допуск Td/JT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски мм	
		Rz^{i-1}	h^{i-1}	Δ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}{}^{i-1}$			d^i max	d^i min	2Z max	2Z min
1	Штамповать	160	200	673	-	-	1600 15	16,380	14,780	-	-
2	Расточить начерно	50	50	40	440	2,330	33 13	18,710	18,380	3,600	2,330
3	Расточить начисто	25	25	27	90	0,377	84 10	19,087	19,003	0,623	0,377
4	Шлифовать	10	15	13	50	0,214	52 9	19,301	19,280	0,277	0,214

Элементы припуска Rz и h (величину микронеровностей и глубину дефектного слоя) определяем по таблицам [5, с. 66] и [9,с. 69].

Суммарные отклонения Δ_o определим по формуле:

$$\Delta_o = \sqrt{\Delta^2_{деф} + \Delta^2_{экс}}, \qquad (2.13)$$

где $\Delta_{деф}$ - деформация заготовки, мм.

$\Delta_{экс}$ – эксцентричность, мм.

Погрешность деформации, $\Delta_{деф}$, мм, определяем по формуле [5, с. 66]:

$$\Delta_{деф} = \Delta у \cdot Lк, \quad (2.14)$$

где $\Delta_у$ - величина удельного отклонения [5, с.64], $\Delta_у$=1 мкм/мм;

$L_к$- длина заготовки, Lк = 43 мм.

Подставим определенные значения в формулу (2.14), получим:

$\Delta_{деф} = 1 \cdot 43 = 43$мкм.

Величина отклонения $\Delta_{экс}$

$$\Delta_{экс} = 0{,}25\sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.15)$$

где δ_3- допуск на поверхности баз, мм.

Подставим значения в формулу (2.15), получим:

$\Delta_{экс} = 0{,}25\sqrt{2.5^2 + 1} = 0{,}673$ мм = 673 мкм.

Тогда, суммарное отклонение расположения по формуле (2.14) составит:

$\Delta_о = \sqrt{43^2 + 673^2} = 674$ мкм.

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

$\varepsilon_{уст2}$= 90 мкм [5, с. 75];

$\varepsilon_{уст3}$= 50 мкм [5, с. 75].

Остаточное суммарное расположение:

$$\Delta_{ост} = Ку \cdot \rho_о, \quad (2.16)$$

где Ку- коэф-т уточнения (для перехода 2 -Ку =0,06; для перехода 3- Ку =0,04; для перехода 4 -Ку =0,02).

Определим $\Delta_{ост}$, подставив определенные значения $К_у$ в формулу (2.16):

Δ_2 = 674·0,06 = 40 мкм;

Δ_3 = 674·0,04 = 27 мкм;

Δ_4 = 674·0,02 = 13 мкм.

Минимальный припуск на черновую обработку определяем по формуле:

$$2Zmin=2(Rz+h)+2\sqrt{\Delta^2+\varepsilon_{уст}^2} \quad (2.17)$$

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.17) и получим величину минимального припуска для каждого из переходов:

$2Z_{min.р.чр.} = 2(160+200+\sqrt{674^2+440^2}) = 2{,}330$ мкм;

Минимальный припуск на чистовые операции:

$2Z_{min.р.чт} = 2\ (50+40+\sqrt{40^2+90^2}) = 377$ мкм;

$2Z_{min.ш} = 2\ (25+25+\sqrt{27^2+50^2}) = 214$ мкм.

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям определяется по формулам (2.18) и (2.19):

$$D^{i-1}{}_{max} = D^{i}{}_{max} - 2Z_{min} \quad (2.18)$$

$D_{max.ш.}$ = 19,301 мм;

$D_{max.р.чт}$ = 19,301-0,214 = 19,087 мм;

$D_{max.р.чр.}$ = 19,087-0,377 = 18,710 мм;

$D_{max.з.}$= 18,710-2,330 = 16,380 мм.

$$D^{i}\,min = D^{i}\,max - Td^{i} \quad (2.19)$$

$D_{min.ш.}$ = 19,301-0,021 = 19,280 мм;

$D_{min.р.чт}$ = 19,087-0,084 = 19,003 мм;

$D_{min.р.чт}$ = 18,710-0,330= 18,380 мм;

$D_{min.зг.}$ = 16,380-1,6 = 14,780 мм.

Максимальные припуски $2Z_{max}$, мм, определим по формуле:

$$2Z_{max} = D^{i-1}{}_{min} - D^{i}{}_{min} \quad (2.20)$$

Тогда, подставив значения в формулу (2.20), получим:

$2Z_{max.ш.}$ =19,280-19,003 = 0,277 мм;

$2Z_{max.р.чт.}$ = 19,003-18,380 = 0,623 мм;

$2Z_{max.р.чр}$ = 18,380-14,780 = 3,600 мм.

Минимальные припуски $2Z_{min}$, мм, определяем по формуле:

$$2Z_{min} = D^{i-1}{}_{max} - D^{i}{}_{max} \quad (2.21)$$

Тогда, подставив значения в формулу (2.20), получим:

$2Z_{min.ш.}$ = 19,301-19,087 = 0,214 мм;

$2Z_{min.р.чт}$ = 19,087-18,710 = 0,377 мм;

$2Z_{min.р.чр}$ = 18,710-16,380 = 2,330 мм.

Проверим правильность расчетов, для этого должно выполнятся условие:

$$2Z^{i}{}_{max} - 2Z^{i}{}_{min} = TD^{i-1} - TD^{i} \quad (2.22)$$

$2Z^4max - 2Z^4min = 0,277-0,214 = 0,063$

$TD^i - TD^{i-1} = 0,084-0,021 = 0,063$

$2Z^4max - 2Z^4min = TD^i + TD^{i-1} = 0,063$ – условие проверки выполняется, значит расчёт припусков выполнен верно.

Схему расположения припусков, допусков и операционных размеров, приведена на рисунке 2.2

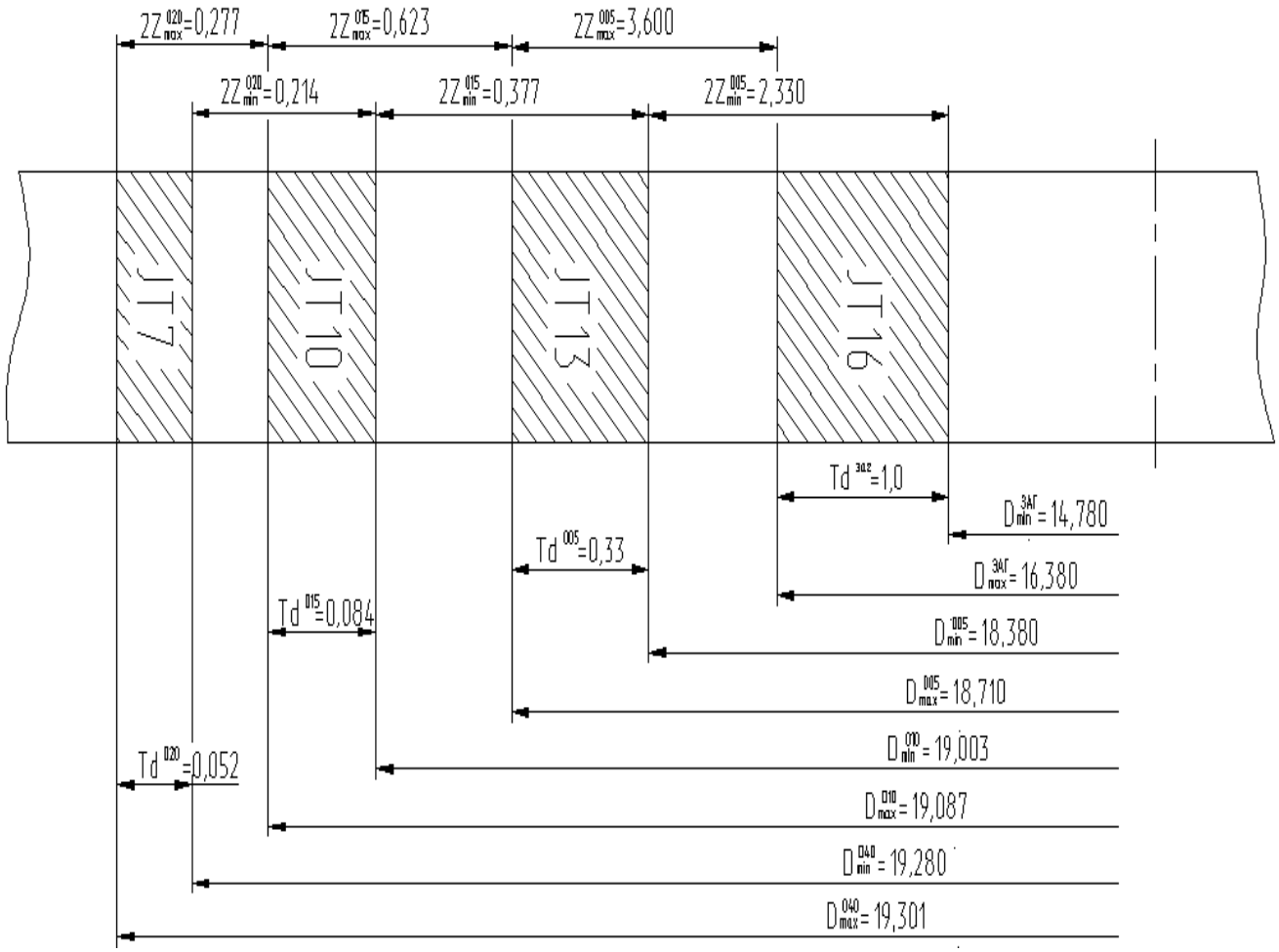


Рисунок 2.2- Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров на $\varnothing 19{,}28H7^{(+0{,}021)}$

2.5.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Промежуточные припуски на обработку поверхностей табличным методом определяются следующим по методике изложенной в [15, с. 191].

Результаты определения припусков табличным методом приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей основания пресс-формы

№ оп	Наименование операции	№ обрабатываемой поверхности	Припуск на сторону, мм
005	Токарная (черновая)	4-12	1,3max
010	Токарная (черновая)	1-3	1,3max
015	Токарная (чистовая)	4-12	0,5max
020	Токарная (чистовая)	1-3	0,5max
030	Внутришлифовальная	11 4	0,14 0,20
050	Координатно-шлифовальная	18,19	0,20

2.6 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на 025 токарную операцию.

2.6.1 Исходные данные

Материал - сталь 45 ГОСТ 1050-88 $\sigma_в$ = 570 МПа.

Заготовка - штамповка

Обработка - токарная чистовая

Приспособление - патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий

Смена детали - ручная

Жесткость станка – средняя

2.6.2 Структура операции (последовательность переходов)

Операция 25 Токарная (чистовая)

Содержание операции: точить поверхность, выдержать размеры $Ø220_{-0,185}$;

$43{,}4_{-0{,}1}$; 3х45°.

2.6.3 Выбор режущих инструментов

Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин, пластина Т15К6 с геометрическими параметрами : φ=97˚, h=25, b=25, L=125.

2.6.4 Данные оборудования

Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC, мощность- 10 КВт

2.6.5 Расчет режимов резания

2.6.5.1 Глубина резания: t = 0.5 мм.

2.6.5.2 Подача S, мм/об:

-при точении ∅ 220: S= 0.25 мм/об [15, с.268];

-при подрезке торца: S= 0.15 мм/об [15, с.268].

2.6.5.3 Определим расчётную скорость резания V, м/мин, по формуле:

$$V=\frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \qquad (2.23)$$

где C_U - поправочный коэф-т; C_U = 350 [15, с.270];

T – стойкость,мин; T= 60 мин;

t - глубина резания, мм;

m ,x ,y - показатели степени: m= 0.2, x= 0.15, y= 0.35 [15, с.270];

K_U - поправочный коэф-т [15,с.282], определяется по формуле:

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПU} \cdot K_{ИU}, \qquad (2.24)$$

где K_{MU} - коэф-т, [15, с.261], определяется по формуле (2.25);

$K_{ПU}$ - коэф-т, $K_{ПU} = 1$ [15, с.263];

$K_{ИU}$ - коэф-т, $K_{ИU} = 1$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{Г} \cdot (\frac{750}{\sigma_{в}})^{n_U}, \qquad (2.25)$$

где $K_{Г}$ - коэф-т, $K_{Г} = 1.0$ [15,с.262];

$\sigma_{в}$ - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1{,}0$ [15,с.262].

Подставим определенные значения в формулу (2.25) и (2.24), получим:

$$K_{MU} = 1.0 \cdot (\frac{750}{570})^{1,0} = 1.31.$$

$$K_U = 1{,}0 \cdot 1.0 \cdot 1.31 = 1.31.$$

Подставим определенные значения в формулу (2.23), получим:

при точении ∅ 220: $V_т = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0{,}5^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 1.31 = 355.2$ м/мин;

при подрезке торца: $V_п = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0{,}5^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} \cdot 1.31 = 393.3$ м/мин.

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \qquad (2.26)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

Подставим значения в формулу (2.26), получим:

при точении ∅ 220: $n_1 = \frac{1000 \cdot 355.2}{3.14 \cdot 220} = 514$ мин$^{-1}$;

при подрезке торца: $n_2 = \frac{1000 \cdot 393.3}{3.14 \cdot 220} = 569$ мин$^{-1}$.

2.6.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка: Фактическая частота вращения шпинделя: $n_1 = 500$ мин$^{-1}$; $n_2 = 500$ мин$^{-1}$.

Определим фактическая скорость резания V, м/мин:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 220 \cdot 500}{1000} = 345.4 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 220 \cdot 500}{1000} = 345.4 \text{ м/мин}.$$

2.6.5.6 Расчёт сил резания

Определим главную составляющую силы резания, P_z, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (2.27)$$

где C_P - поправочный коэф-т; $C_P = 300$ [15,с.273];

x, y, n - показатели степени; x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15 [15,с.273];

K_P - поправочный коэф-т:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.28)$$

K_{MP} - поправочный коэф-т [15,с.264];

$$K_{MP} = (\frac{\sigma_в}{750})^n , \quad (2.29)$$

где $\sigma_в$ - предел прочности;

n - показатель степени; n = 0.75 [15,с.264];

Подставим значения в формулу (2.29), получим:

$$K_{MP} = (\frac{570}{750})^{0.75} = 0.81.$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp}- поправочные коэф-ты: $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$ [15,с.275].

Подставив определенные значения коэф-тов в формулу (2.27), получим:

$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0{,}5^{1{,}0} \cdot 0{,}25^{0{,}75} \cdot 345.4^{-0{,}15} \cdot 0.81 \cdot 0{,}89 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 159$ Н.

2.6.5.7 Мощность резания N, кВт определяем по формуле:

$$N = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} \qquad (2.30)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.30), получим:

$$N = \frac{159 \cdot 245.4}{1020 \cdot 60} = 0{,}63 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка:

$N_{шп} = N_д \cdot \eta = 10 \cdot 0{,}75 = 7{,}5$ кВт; $0{,}63 < 7{,}5$, т. е. обработка возможна.

2.7 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на 040 внутришлифовальную операцию

2.7.1 Исходные данные

Деталь «Основание», изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88 с пределом прочности $\sigma_в = 570$ Мпа, в качестве заготовки принимается штамповка, обработка на операции – торцевнутришлифовальная, заготовка устанавливается в мембранный патрон, закрепление производится по наружной поверхности с упором в торец.

2.7.2 Структура операций (последовательность переходов)

Операция 40 Внутришлифовальная:

переход 1: Шлифовать отверстие Ø19,28Н7;

переход 2: Шлифовать торец в размер $20_{-0{,}05}$.

2.7.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Круг шлифовальный 5 16х15х5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Переход 2: Круг шлифовальный 6 60х25х12 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

2.7.4 Расчет режимов резания

2.7.4.1 Глубина резания t , мм:

переход 1: t = 0,14 мм.

переход 2: t = 0,20 мм.

2.7.4.2 Поперечная минутная продольная Sм пр, мм/мин, определяется по формуле:

$$S_{м\ пр} = S_м \cdot К_1 \cdot К_2, \quad (2.31)$$

где Sм – минутная подачи по таблице, мм/мин [1, с. 214];

$К_{1\text{-}2}$ – коэф-ты

Подставим определенные значения в формулу (2.31), получим:

Sм = 7000·0,77·1,0 = 5400 мм/мин.

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

2.7.4.3 Подача минутная поперечная Stдв.ход, мм/дв.ход, определяется по формуле:

$$S_{тдв.ход} = S_t \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot К_6 \cdot К_7, \quad (2.32)$$

где St – минутная подачи по таблице, мм/дв.ход [1, с. 214];

$К_{1\text{-}7}$ – коэф-ты

Подставим определенные значения коэф-тов в формулу (2.32), получим- для переходов 1 и 2:

Stдв.ход = 0,007·1,0·0,93·1,0·1,2·1,0·1,0·1,0 = 0,007 мм/дв.ход.

2.7.4.4 Скорость круга: V = 35 м/с.

2.7.4.5 Скорость вращения детали: $V_з$ = 45 м/мин.

2.7.4.6 Частота вращения шпинделя n, мин$^{-1}$

для перехода 1: $n_1 = \frac{1000 \cdot 45}{3.14 \cdot 19.28} = 743$ мин$^{-1}$;

для перехода 2: $n_2 = \frac{1000 \cdot 45}{3.14 \cdot 220} = 65$ мин$^{-1}$.

2.7.4.7 Произведем корректировку режимов резания по паспортным данным станка:

-переход 1: n_1 = 743 мин$^{-1}$.

-переход 2: n_2 = 65 мин$^{-1}$.

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

Таблица 2.8 - 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 коэф-тов V, м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Точить Ø69,8	1,3	0,5	161	734	630	138,1
		Подрезать торец до ∅223,6	1,3	0,5	161	229	200	140,4
		Расточить Ø18,3	1,25	0,5	145	2523	2000	114,9

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Токарная (черновая)	Точить Ø221 Подрезать торец до ∅221	1,3 1,3	0,5 0,5	161 161	232 232	200 200	138,8 138,8
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø67,9 Подрезать торец до ∅221 Расточить Ø19	0,5 0,5 0,35	0,25 0,25 0,25	355 355 338	1665 511 5665	1600 500 2000	341,1 346,9 119,3
25	Токарная (чистовая)	Точить Ø221 Подрезать торец до ∅221	0,5 0,5	0,25 0,15	355 393	514 569	500 500	345,4 345,4
30	Внутришли-фовальная	Шлифовать отв. ∅19,28 Шлифовать торец∅220	0,14 0,2	5400* 0,007** 5400* 0,007*	45 45	743 65	743 65	45 45
35	Фрезерная	Фрезер. фрезой ∅7,6 Фрезер. фрезой ∅11,6 Фрезер. фрезой ∅19 Зенковать фаску 1,0	4·5 6·2 8 1,0	0,06 0,08 0,08 0,3	26 28 32 36	1089 768 536 818	1000 800 500 800	23,8 29,1 29,8 35,1
40	Фрезерная	Фрезер. фрезой ∅ 12 Фрезер. фрезой ∅ 4 Центровать Ø 2 Сверлить ∅7,5 Зенкеровать ∅ 7,9 Развернуть ∅ 8	5 1,5 1 3,75 0,2 0,05	0,06 0,03 0,1 0,20 0,40 0,30	29 20 12 22 16 9	769 1592 1910 934 645 358	800 1600 2000 1000 630 315	30,1 20,1 12,5 23,5 15,6 7,9
50	Координат-но-шли-фовальная	Шлифовать Ø8 Шлифовать ∅ 12	0,20 0,20	1000* 0,005** 1000* 0,005**	25 м/с 25 м/с	- -	- -	25 м/с 25 м/с

* - подача в мм/мин; ** - подача в мм/ход.

2.8 Определение норм времени на все операции

Штучно-калькуляционное время, определяем по формулам [5]:

Расчет норм времени на 025 токарную операцию

Основное время определим по формуле:

$$T_o = \frac{L_{рх} \cdot i}{nS}, \quad (2.39)$$

где $L_{рх}$ – суммарная длина рабочего хода, мм:

$$L_{рх} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.40)$$

где $L_{рез}$ – длина рабочего хода, мм.

l_1 – величина подвода, мм;

l_2 - величина врезания, мм;

l_3 - величина перебега, мм;

i- число проходов.

$$To = \frac{27}{500 \cdot 0{,}25} + \frac{111}{500 \cdot 0{,}15} = 0{,}216 + 1{,}48 = 1{,}696 \text{ мин.}$$

$T_в = (0{,}12+0{,}01+0{,}05 \cdot 3 \cdot 0{,}2) \cdot 1{,}85 = 0{,}296$ мин.

$T_{оп} = 1{,}696+0{,}296 = 1{,}992$ мин.

$T_{об.от} = 0{,}06 \cdot 1{,}992 = 0{,}119$ мин.

$T_{п-з} = 17$ мин.

$T_{шт} = 1{,}992+0{,}119 = 2{,}111$ мин.

$T_{шт-к} = 2{,}111+17/236 = 2{,}183$ мин.

Расчет норм времени на 030 внутришлифовальную операцию

Основное время на внутришлифовальную операцию определим по формуле:

$$T_o = \frac{2Lh}{St \cdot S} K, \qquad (2.41)$$

где L- длина хода стола, мм;

h- припуск на сторону, мм;

S_t – продольная подача, мм/мин;

S – поперечная подача в мм/дв. ход;

К- коэф-т точности, учитывающий выхаживание.

$$T_o = \frac{2 \cdot 14 \cdot 0{,}14}{5400 \cdot 0{,}007} \cdot 1{,}1 + \frac{2 \cdot 71 \cdot 0{,}2}{5400 \cdot 0{,}007} \cdot 1{,}1 = 0{,}114 + 0{,}826 = 0{,}940 \text{ мин.}$$

$T_в = (0{,}12+0{,}01+0{,}09 \cdot 2 \cdot 0{,}2) \cdot 1{,}85 = 0{,}307$ мин

Топ = 0,940+0,307 = 1,247 мин

$T_{тех} = 1{,}2 \cdot 0{,}940/15 = 0{,}075$ мин

$T_{орг} = 0{,}017 \cdot 1{,}247 = 0{,}021$ мин

$T_{от} = 0{,}06 \cdot 1{,}247 = 0{,}075$ мин

$T_{п\text{-}з} = 21$ мин.

$T_{шт} = 1{,}247+0{,}075+0{,}021+0{,}075 = 1{,}418$ мин.

$T_{шт\text{-}к} = 1{,}418+21/236 = 1{,}507$ мин.

Аналогично рассчитаем нормы времени для остальных операций, результаты расчетов занесем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб. от мин	Тп-з мин	Тшт мин	n	Тшт-к мин
05	Токарная (черновая)	1,058	0,373	1,431	0,085	21	1,516	236	1,605
10	Токарная (черновая)	1,380	0,285	1,665	0,100	17	1,765	236	1,837
20	Токарная (чистовая)	0,858	0,425	1,283	0,077	21	1,360	236	1,448
25	Токарная (чистовая)	1,696	0,296	1,992	0,119	17	2,111	236	2,183
30	Внутришлифовальная	0,940	0,307	1,247	0,171	21	1,418	236	1,507
35	Фрезерная	12,320	0,462	12,782	0,767	36	13,549	236	13,701
40	Фрезерная	16,254	0,499	16,753	1,005	38	17,758	236	17,919
45	Электроэрозионная	18,120	0,670	18.79	1,127	26	19.917	236	20,027
50	Координатно-шлифовальная	2,130	0,506	2,636	0,202	22	2,838	236	2,931

3 Проектирование приспособления и захватного устройства промышленного робота

3.1 Проектирование станочного приспособления

Проектировать будем токарный рычажный патрон для обработки детали на 025 токарной операции.

3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо определить главную составляющую силы резания, она вычислена в разделе 2.6 ВКР и составляет $P_z = 159$ Н.

3.1.2 Расчет усилия зажима

В процессе обработки на заготовку воздействует: сила резания, которая стремиться провернуть заготовку в кулачках, а с другой стороны сила зажима, препятствующая этому. Необходимое усилие зажима определяется из условия равновесия моментов сил действующих на заготовку в процессе обработки с учетом коэф-та запаса.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

Сила зажима 3-мя кулачками от тангенциальной составляющей силы резания вычисляется по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot Ro}{f \cdot R}, \qquad (3.1)$$

где К – коэф-т запаса;

P_Z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

Ro- радиус обрабатываемой поверхности, мм

f – коэф-т трения на рабочей поверхности кулачка; f = 0,25;

R- радиус зажимаемой поверхности, мм.

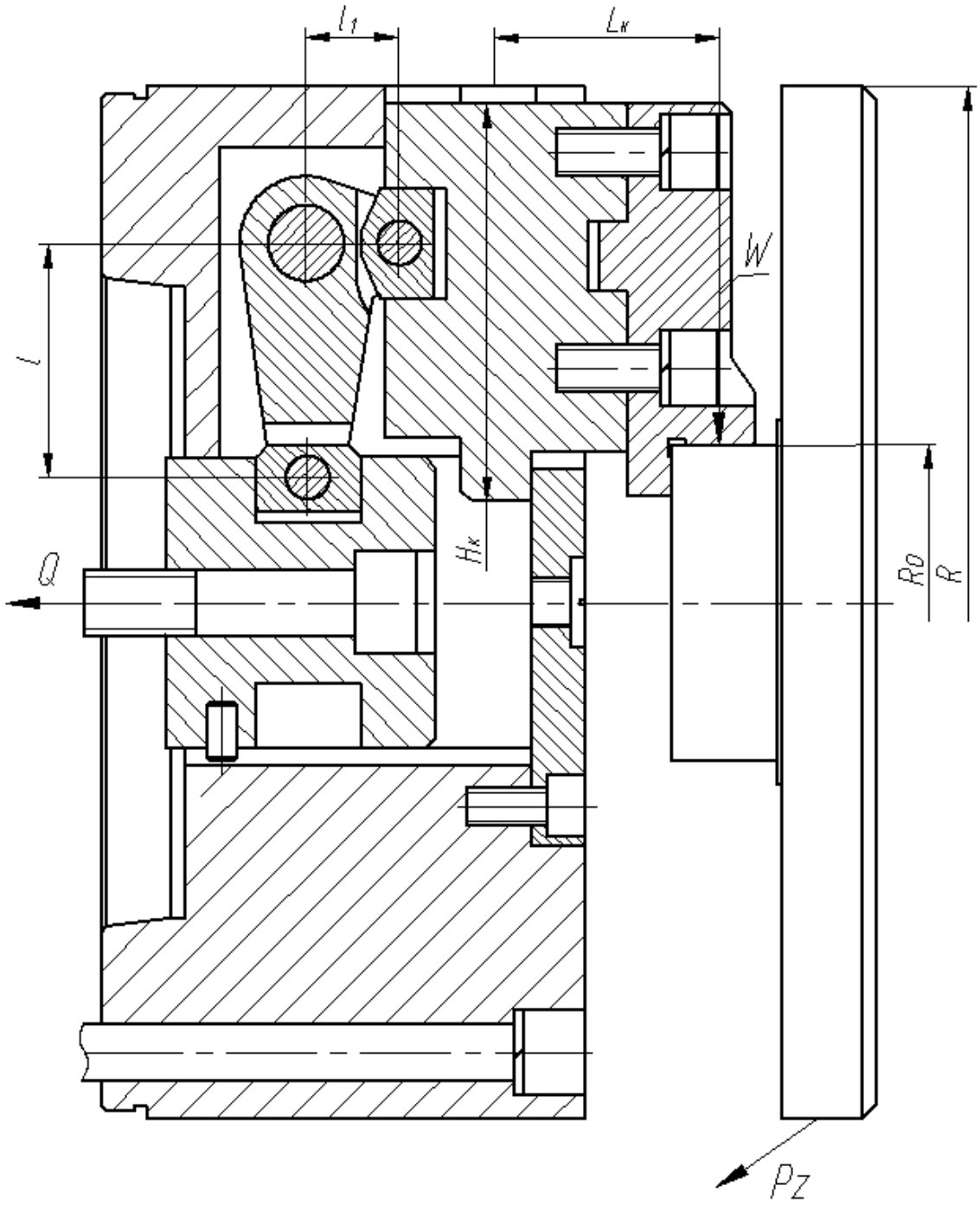


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Коэф-т запаса определяется по формуле [16, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 , \quad (3.2)$$

где K_0 - гарантированный коэф-т запаса, K_0 =1,5 [16, с.382];

K_{1-6} - коэф-ты [16, с.382];

Подставим определенные значения коэф-тов в формулу (3.2), получим:

К=1,5·1,0·1,2·1,2·1,0·1,0·1,0 = 2,16, т.к. К<2,5, принимаем К=2,5.

Подставим определенные значения в формулу (3.1), получим:

$$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 159 \cdot 220/2}{0{,}25 \cdot 67.9/2} = 5151 \text{ Н.}$$

3.1.3 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

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

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_к / H_к)}, \qquad (3.3)$$

где K_1 = (1,05÷1,1) – коэф-т, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, K_1 = 1,05 [2, с.153];

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

L_K – вылет кулачка, мм; L_K = 48 мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; H_K = 85 мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.3), получим:

$$W_1 = 1.05 \cdot \frac{5151}{1 - 3 \cdot 0{,}1 \cdot (48/85)} = 6510 \text{ Н.}$$

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

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \qquad (3.4)$$

где l_1, l – плечи рычага, мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$Q = 6821 \cdot \frac{20}{50} = 2604 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

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

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \qquad (3.5)$$

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p - рабочее давление, МПа;

η = 0,9-КПД привода.

Приняв приближенно d = 0.2D и подставив выражение в формулу (3.5), получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2(1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \qquad (3.6)$$

Выразив из данного равенства величину D, получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \qquad (3.7)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.7):

$$D = 1{,}17 \cdot \sqrt{\frac{2604}{0{,}63 \cdot 0{,}9}} = 79.3 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартный размер пневмоцилиндра с диаметром поршня D = 80 мм.

3.1.5 Расчет суммарных погрешностей приспособления

Так как измерительная и технологическая база при установке заготовки в приспособлении совпадают, то погрешность базирования принимаем равной 0 ($\varepsilon_Б = 0$), погрешность установки так же равна 0, так как рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе ($\varepsilon_у = 0$).

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из рычажного самоцентрирующего 3-х кулачкового патрона с установкой заготовки по отверстию в кулачках и пневмопривода.

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами 27 с гайками 31 и шайбами 42. Патрон состоит из корпуса 1, в направляющие которого установлены подкулачники 2. К подкулачникам винтами 23 с шайбами 41 крепятся сменные кулачки 3. В центральном отверстии корпуса патрона установлена втулка 6. В паз подкулачника 2 и в кольцевую выточку втулки 7 входят сухари 9 и 10, установленные на рычаге 7 с помощью осей 21 и 22. Рычаг 7 установлен в корпусе патрона на оси 20. Ось 18 фиксируется винтами 29 и 30. Отверстие корпуса закрывает крышка 4 с пробкой 5.

Винт 28, установленный в отверстии втулки 6, соединен с тягой 8, которая, в

свою очередь соединена со штоком 13 пневмоцилиндра.

Пневмопривод содержит корпус 11, в котором на подшипниках 37 установлена крышка 13, крепящаяся винтами 25 с шайбами 40 к корпусу пневмоцилиндра 12. На конце штока 16 установлен поршень 15, закрепленный гайкой 32 со стопорной шайбой 38. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра на нем установлены демпферы 17.

Между подшипниками 37 установлена втулка 14. Левый подшипник фиксируется кольцом 36.

Для подачи воздуха в корпусе пневмоцилиндра просверлены каналы, выходные отверстия которых закрыты пробками 19.

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

Патрон работает следующим образом: заготовка устанавливается в кулачках 3 с упором в торец. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 15 через шток 16, тягу 8, винт 28 тянет втулку 6 влево, рычаг 7 поворачивается на оси 20, сдвигая сухарями 9 подкулачники 2 с закрепленными на них сменными кулачками 3, которые зажимают заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 15 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается

3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота

3.2.1 Описание робото-технического комплекса механической обработки

Для загрузки и выгрузки деталей на токарных операциях будем использовать робото-технический комплекс.

Разработку планировки РТК будем проводить, принимая во внимание следующие условия: должны обеспечиваться условия техники безопасности, удоб-

ства эксплуатации и обслуживания оборудования.

Исходя из данных условий, компонуем РТК следующим образом: промышленный робот (ПР) располагаем перед станком как можно ближе к рабочим приспособлениям станка с таким расчетом, чтобы деталь при загрузке не задевала выступающих частей рабочих приспособлений (кулачков патрона, заднего центра).

Положение ожидания ПР выбираем таким образом, чтобы робот не мешал открыванию и закрыванию защитного экрана станка, но не слишком далеко от шпинделя, в целях сокращения вспомогательного времени. По высоте ПР располагаем так, чтобы ось манипулятора была над осью вращения шпинделя.

Транспортер-накопитель с заготовками располагаем слева от ПР на одной оси с осью шпинделя. Транспортер-накопитель с обработанными деталями для передачи на другую операцию располагаем справа от ПР.

На основе конструктивных параметров обрабатываемой заготовки, техпроцесса их обработки и выбранного станка по выбираем транспортер-накопитель СТ220, предназначенный для хранения запаса заготовок и подачи их в зону захвата загрузочным устройством (в зону смены деталей на транспортере-накопителе).

Основные параметры транспортера-накопителя СТ-220: длина L=3260 мм, ширина В=700 мм, высота Н= 700…850 мм, количество пластин nст=24, грузоподъемность одной пластины q=10 кг, ширина пластины А=220 мм, длина пластины Б=252 мм.

Рабочая площадь пластины: ширина пластины b=A= 220 мм, длина пластины l=220 мм.

Технические характеристики промышленного робота М20П.40.01:

Грузоподъемность, кг	20
Число степеней подвижности	5
Число рук	1
Наибольший вылет руки R, мм	1100

Линейные перемещения, мм:	
по оси Z	500
по оси R	1100
Скорость перемещения, м/с:	
по оси Z	0,008…0,5
по оси R	0,008…1,0
Угловые перемещения, град:	
в направлении α	-90…180
в направлении β	±3,5
в направлении θ	300
Скорость угловых перемещений, град/с:	
в направлении α	60
в направлении β	30
в направлении θ	0,001…0,06
Погрешность позиционирования, мм	±1,0

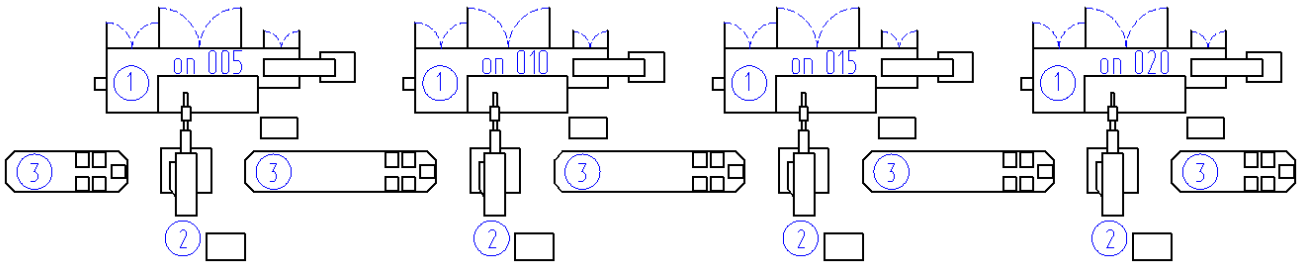


Рисунок 3.2 – Эскиз робото-технического комплекса

1 - Токарно станок с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC, 2 - Промышленный робот М20П.40.01, 3 - Тактовый стол СТ-220

3.2.2 Анализ конструкции базового захватного устройства.

Цели проектирования

Целью проектирования является разработка нового захватного устройства, отличающегося простотой конструкции, небольшими габаритами, надежностью

конструкции.

3.2.3 Расчет нагрузок и реакций в губках

Определим точки приложения сил, реакции в губках для наихудшего случая положения детали в случае ее вертикального перемещения. Схема закрепления показана на рисунке 3.3

Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения определим по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g , \qquad (3.8)$$

где K_1 - коэф-т безопасности; принимаем $K_1=3$;

K_2 - коэф-т передачи, определяется по формуле:

$$K_2 = \sin a / (2 \cdot \mu), \qquad (3.9)$$

где μ - коэф-т трения в месте контакта губок с заготовкой, для губок с канавками $\mu = 0,3$;

m - масса заготовки, кг;

G =9,8 м/с^2 - ускорение свободного падения.

Подставим определенные значения в формулу (3.8), получим:

$W = 3 \cdot \sin 45 \cdot 6,5 \cdot 9.8/(2 \cdot 0.3) = 225$ Н.

3.2.4 Расчет усилия привода

Определим момент и силы привода захватного устройства, расчетная схема захватного устройства показана на рисунке 3.3

Соотношение между силой Q привода, силами на губках захватного устройства определим из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \qquad (3.10)$$

где Q- усилие на приводе;

η- КПД реечной передачи;

m_c- модуль зубчатого сектора;

r_c- полное число зубьев сектора;

M- наибольший момент.

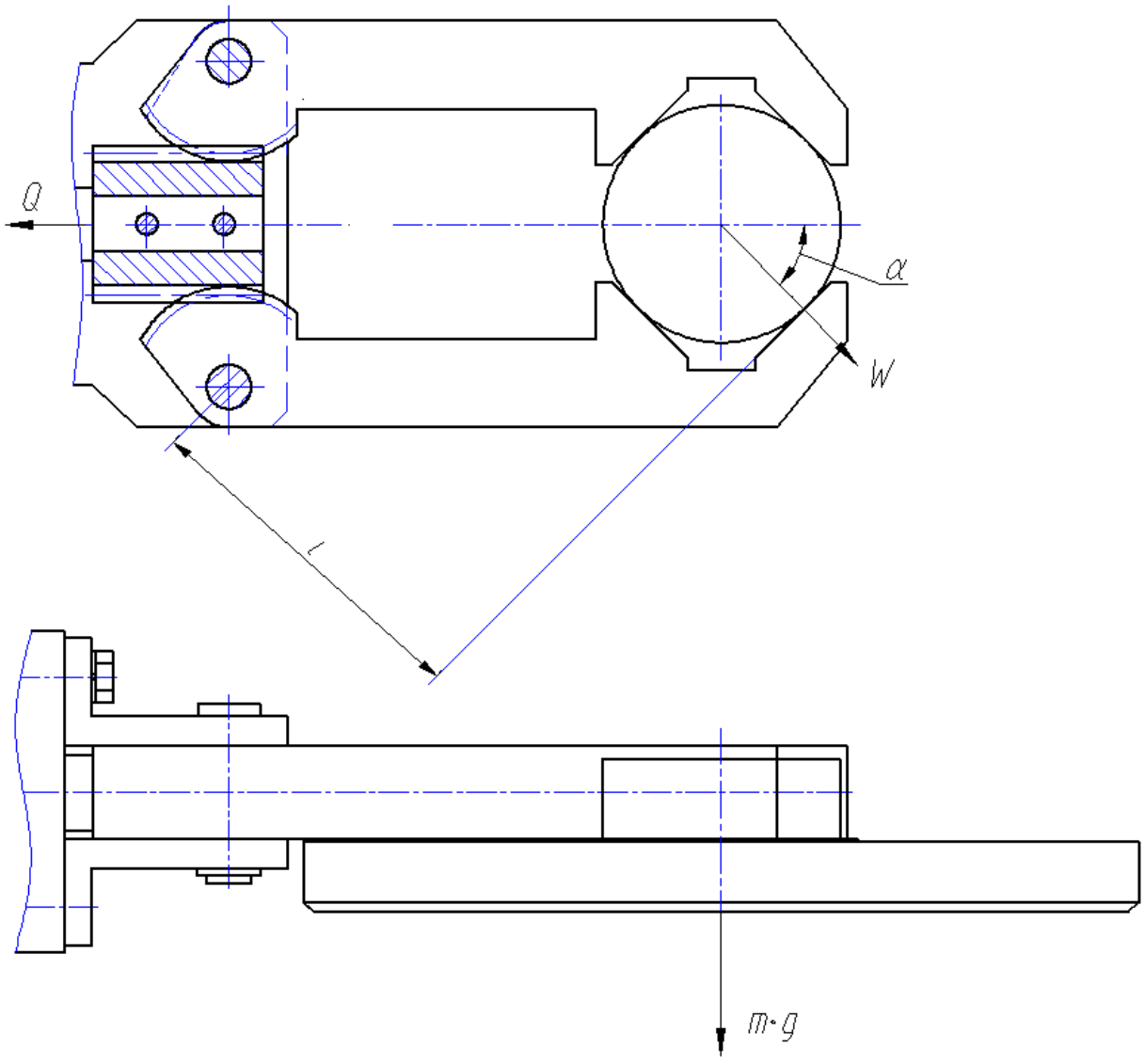


Рисунок 3.3 - Схема захватного устройства

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма:

$$Q = \frac{1}{m_c \cdot r_c \cdot \eta} \cdot 2 \cdot W \cdot l \qquad (3.11)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.11), получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 225 \cdot 90}{2 \cdot 18 \cdot 0.9} = 1250 \text{ Н.}$$

3.2.4 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением p=0,63 МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле.

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{1250}{0{,}63 \cdot 0.9}} = 54.9 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное большее значение: D = 63 мм.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 17 мм.

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода равен 4 мм.

3.2.5 Описание конструкции и принципа работы захватного устройства

Описание захватного устройства:

Захватное устройство содержит губки 2, служащие для зажима заготовки. Губки 2 установлены на угольниках 11 с помощью осей 7, зафиксированных кольцами 6. Губки 2 своим зубчатым сектором входят в зацепление с зубчатой рейкой 10. Рейка 10 установлена на осях 8 на штоке 12 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр состоит из двух крышек 4 и 5, установленных во втулке 1 и скрепленных шпильками 21 с гайками 14. Болты 13 с шайбами 19 крепят угольники 11 к крышке 5. Для точного центрирования угольники установлены с помощью штифтов 20. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца 16,17. Для предотвращения ударов поршня о стенки цилиндра в крышке 9 установлен демпфер 3. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резь-

бой М12.

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 9 тянет шток 12, губки 2, входящие в зацепление с зубьями рейки 10 поворачиваются на оси 7 и закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость шток с рейкой отходит вправо и разжимает заготовку.

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	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Металл, СОЖ
3	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11МФ3-1 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
4	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ
5	Электро-эрозионный прожиг	Электро-эрозионная операция	Оператор станка с ЧПУ	Электроэрозионный станок 4Г721М	Металл, СОЖ
6	Координатное шлифование	Координатно-шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32К84СФ4	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; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11МФ3-1 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
4	Электро-эрозионная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, токсические, раздражающие	Электроэрозионный станок 4Г721М
5	Координатно-шлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32К84СФ4

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; предвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

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

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (A);

2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B);

3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (C);

4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);

5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);

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

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

1) пламя и искры;

2) тепловой поток;

3) повышенная температура окружающей среды;

4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

5) пониженная концентрация кислорода;

6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и требопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
2	Участок лезвийной обработки	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11МФ3-1 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок электроэрозионной обработки	Электроэрозионный станок 4Г721М	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
4	Участок абразивной обработки	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32К84СФ4	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (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 пажаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	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
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 основания пресс-формы, 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 основания пресс-формы, 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 безопасно-

сти. 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

<table>
<tr><th>Базовый вариант</th><th>Проектируемый вариант</th></tr>
<tr><td colspan="2">Программа выпуска – 10000 шт.
Деталь – основание пресс-формы
Метод получения заготовки – штамповка
Материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса детали – $M_Д$ = 5,9 кг.
Масса заготовки – $M_З$ = 8 кг.</td></tr>
<tr><td>Операция 030 – Токарная тонкая

Получистовая обработка отверстий и базового торца производиться тонким точением за два перехода.

Оборудование – токарно-винторез-ный станок с ЧПУ, модель 16А20Ф3.

Оснастка – мембранный патрон.

Инструмент – переход 1 – резец-вставка токарный для контурного точения с 3-хгранной пластиной, Т30К4 (То=0,2 мин); переход 2 – резец-вставка токарный расточной с 3-хгранной пластиной, Т30К4 (То=2,896 мин).
T_O = 3,096 мин
$T_{ШТ}$ = 3,696 мин</td><td>Операция 030 – Внутришлифовальная черновая

Получистовая обработка отверстий и базового торца производиться черновым шлифованием за два перехода.

Оборудование – внутришлифовальный станок, модель 3К228В.

Оснастка – мембранный патрон.

Инструмент – переход 1 – круг шлифовальный 5 16×15×5 91А F60 М7 ГОСТ Р 52781-2007 (То=0,114 мин); переход 2 – круг шлифовальный 6 60×25×12 91А F60 М7 ГОСТ Р 52781-2007 (То=0,826 мин).
T_O = 0,383 мин
$T_{ШТ}$ = 1,417 мин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тип производства – серийный
Условия труда – нормальные.
Форма оплата труда – повременно-премиальная.</td></tr>
</table>

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 $К_{ВВ.ПР}$ = 214207,9 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.

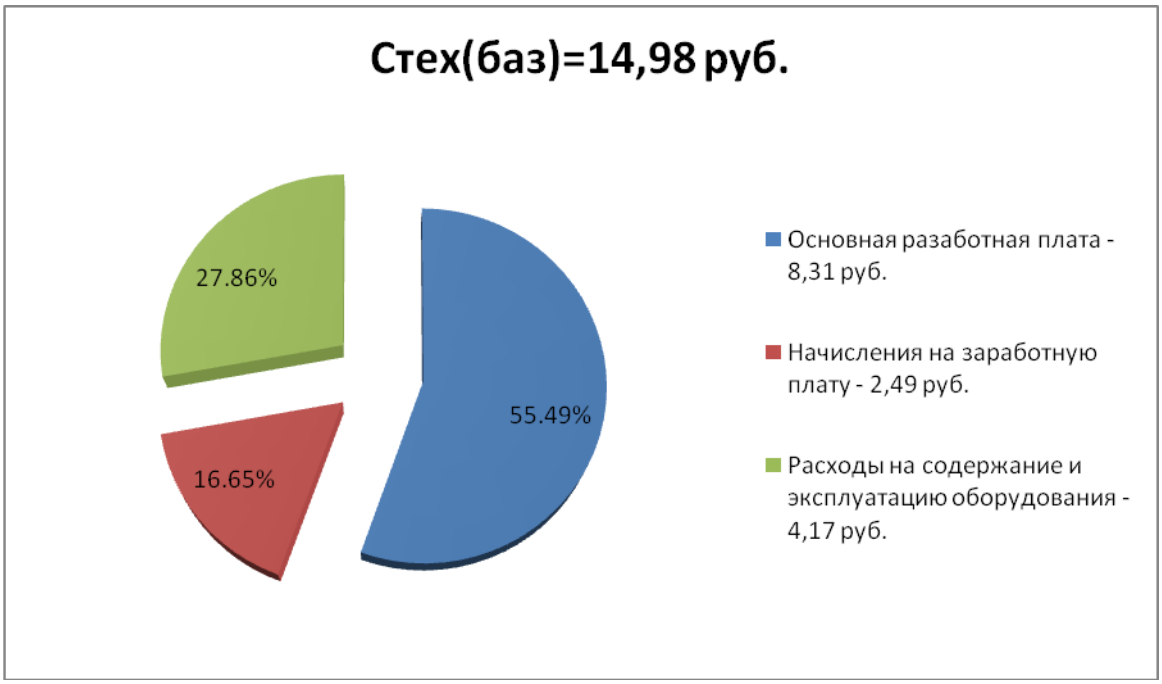


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030 по базовому варианту

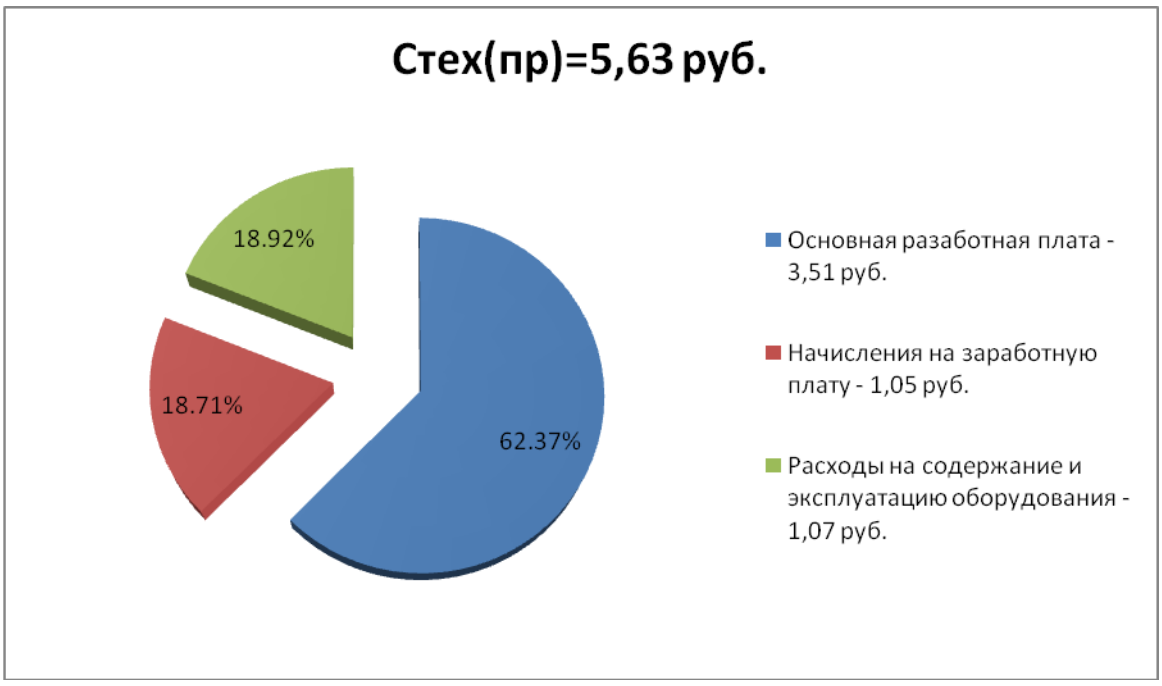


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030, по проектному варианту

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 45,37 руб.; а по проектному варианту – 18,47 руб.

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

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (С_{ПОЛ(БАЗ)} - С_{ПОЛ(ПР)}) \cdot П_Г \quad (5.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (45{,}37 - 18{,}47) \cdot 10000 = 269000 \text{ руб.}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot К_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = 269000 \cdot 0{,}2 = 53800 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - Н_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$П_{Р.ЧИСТ} = 269000 - 53800 = 215200$ руб.

$$Т_{ОК.РАСЧ} = \frac{К_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \quad (5.4)$$

$Т_{ОК.РАСЧ} = \frac{214207,9}{215200} + 1 = 1,99 = 2$ года

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(Т) = \sum_{1}^{Т} П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+Е)^{t}}, \quad (5.5)$$

$Д_{ОБЩ.ДИСК} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(Т) = 215200 \cdot \left(\frac{1}{(+0,2)^{1}} + \frac{1}{(+0,2)^{2}} \right) = 263404,8$руб

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - К_{ВВ.ПР} \quad (5.6)$$

$Э_{ИНТ} = ЧДД = 263404,8 - 214207,9 = 49196,9$ руб.

$$ИД = \frac{Д_{ОБЩ.ДИСК}}{К_{ВВ.ПР}} \quad (5.7)$$

$ИД = \frac{263404,8}{214207,9} = 1,23$ 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 49196,9 руб., что подтверждает эффективность работы.

Заключение

При выполнении ВКР были решены задачи сформулированные в начале работы и достигнуты цели поставленные во введении данной работы, а именно был разработан новый технологический процесс изготовления основания пресс-формы для условий среднесерийного типа производства. Достигнута цель –по снижению себестоимости готовой детали и повышения ее качества, обеспечен заданный объем выпуска.

Также в процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

1. Спроектирована заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
2. Применено высокопроизводительное оборудование (станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы), оснастка, инструмент;
3. Спроектировано захватное устройство промышленного робота и патрон рычажный для токарной операции.

В совокупности, все это позволило достичь основных целей работы, обеспечить заданные параметры по качеству, снизить себестоимость изготовления в сравнении с базовым вариантом.

Экономический эффект от внедрения данного ТП в производство составит 49196,9 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 техникумах, 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.
5. Спецификация к чертежу захватного устройства промышленного робота

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Игошин	ТГУ	XXXX.XXXX 10141.00001
Пров.	Расторгуев		
		Основание пресс-формы	
Н. Контр.	Виткалов		

М01	Сталь 45 ГОСТ 1050-88									
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
	-	166	5,9			0,74	41211XXX	⌀223,6x47	1	8,0

	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
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 ВСТ-625-21 CNC					2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,516
03																
04А	XXXXXX			010	4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
05	391148XXX 16К20Ф3					2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	1,765
06А																
07Б	XXXXXX			015	0511 Термическая											
08																
09А	XXXXXX			020	4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
10Б	391148XXX ВСТ-625-21 CNC					2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,360
11																
12А	XXXXXX			025	4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
13Б	391148XXX ВСТ-625-21 CNC					2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	2,111
14																
МК																

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

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.
01А	ХХХХХХ	030	4132	Внутришлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
02Б	38132ХХХ			3К227В		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,418
03																
04А	ХХХХХХ	035	4260	Фрезерная	ИОТ И 37.101.7026-89											
05Б	3816ХХХ			6Р11МФ3-1		2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	36	13,549
06																
07А	ХХХХХХ	040	4260	Фрезерная	ИОТ И 37.101.7026-89											
08Б	3816ХХХ			6904ВМФ2		2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	38	17,758
09																
10А	ХХХХХХ	045	0210	Электроэрозионная	ИОТ И 37.101.7026-89											
11Б	3816ХХХ			4Г721М		2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	26	19,917
12																
13А	ХХХХХХ	050	4142	Координатно-шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
14Б	38132ХХХ			32К84СФ4		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	22	2,838
15																
16А	ХХХХХХ	055	0190	Слесарная												
17																
18А	ХХХХХХ	060	0130	Моечная												
МК																

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.				
Взам.				
Подп.				

3	3

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	375698ХХХ КММ															
02																
03А	ХХХХХХ 065 0200 Контрольная															
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
МК																

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

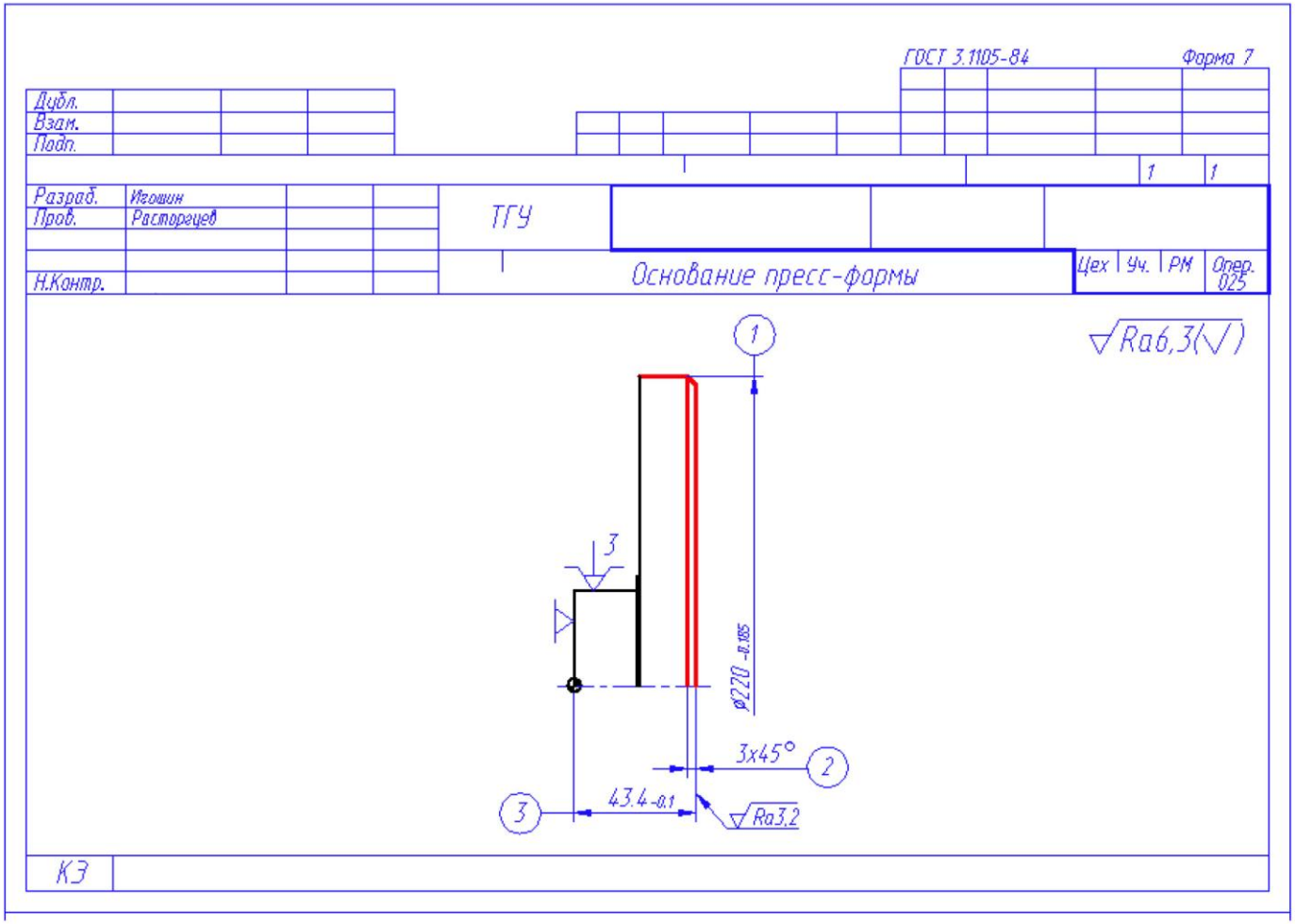
Разраб.	Игошин	ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001	
Пров.	Расторгуев				
Н. Контр.	Виткалов	Основание пресс-формы			Цех / Уч. / РМ / Опер 025

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4110 Токарная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	180 HB	166	5,9	⌀223,6x47	8,0	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
ВСТ-625-21 CNC	XXXXXX	1,696	0,296	17	2,111	Укринол- 1

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
О02	1. Установить и снять заготовку								
Т03	396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80								
О04	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-3								
Т05	392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;								
Т06	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84								
Р07		XX	220,0	27	0,5	1	0,25	500	345,4
Р08		XX	220,0	111	0,5	1	0,15	500	345,4
09									
10									
11									
12									

ОКП


ГОСТ 3.1105-84
Форма 7
Дубл.
Взам.
Подп.
1
1
Разраб.
Игошин
Пров.
Расторгуев
Н.Контр.
ТГУ
Основание пресс-формы
Цех
Уч.
РМ
Опер.
025
Ra6,3
1
3
ø220 -0,185
3x45°
2
43,4 -0,1
Ra3,2
3
К3

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Игошин			ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001
Пров.	Расторгуев					
Н. Контр.	Виткалов			Основание пресс-формы		Цех / Уч. / РМ / Опер 030

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4132 Внутришлифовальная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	180 НВ	166	5,9	⌀223,6x47	8,0	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
3К227В	XXXXXX	0,940	0,307	21	1,418	Укринол- 1

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/ход	об/мин	м/мин
О02	1. Установить и снять заготовку								
Т03	396111XXX- патрон мембранный ОСТ 3-3843-77								
О04	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1								
Т05	391810XXX- шлифовальный круг 5 16x15x5 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007								
Т06	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84								
Р00		XX	19,28	14	0,14	1	0,007	743	45
О08	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 2								
Т09	391810XXX- шлифовальный круг 6 60x25x12 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007								
Т10	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
Р11		XX	77/220	71	0,20	1	0,007	65	45
12									

ОКП

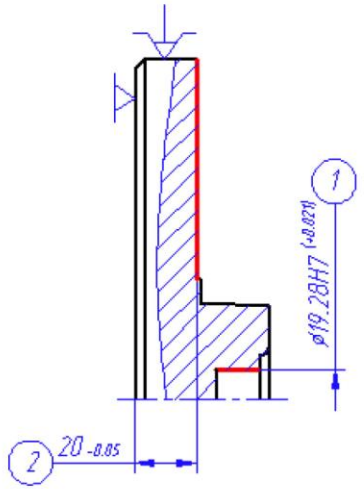
ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

								1	1

Разраб.	Игошин			ТГУ			
Пров.	Расторгуев						
Н.Контр.				Основание пресс-формы	Цех	Уч.	РМ	Опер. 030

Ra 1,25



КЭ

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Игошин	ТГУ	XXXX.XXXX 10141.00001
Пров.	Расторгуев		
Н. Контр.	Виткалов	Основание пресс-формы	Цех / Уч. / РМ / Опер 035

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4260 Фрезерная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	180 НВ	166	5,9	⌀223,6х47	8,0	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
6Р11МФ3-1	XXXXXX	12,320	0,462	12,782	13,549	Укринол- 1

Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
02О	1. Установить и снять заготовку								
03Т	3961811XXX- приспособление специальное ГОСТ 17205-71								
04О	2. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-5								
05Т	391810XXX- фреза шпоночная Ø7.6 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
06Р		XX	7,6	18	4,0	5	0,06	1000	23,8
07О	3. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 6,7,4,5								
08Т	391810XXX- фреза шпоночная Ø19 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
09Р		XX	19	27	8	1	0,08	500	29,8
10О	4. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 8,4,5								
11Т	391810XXX- фреза шпоночная Ø11,6 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
12Р		XX	11,6	18	6	2	0,08	800	29,1

ОКП

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

2	2

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
02О	4. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 9,4,5								
03Т	391810ХХХ- зенковка Ø16 45° ГОСТ 14958-69 Р6М5К5; 393120ХХХ- шаблон ГОСТ 9038-83								
04Р		ХХ	16	18	1,0	1	0,3	800	35,1
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
11									
19									
ОКП									

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Игошин		
Пров.	Расторгуев		
Н.Контр.			

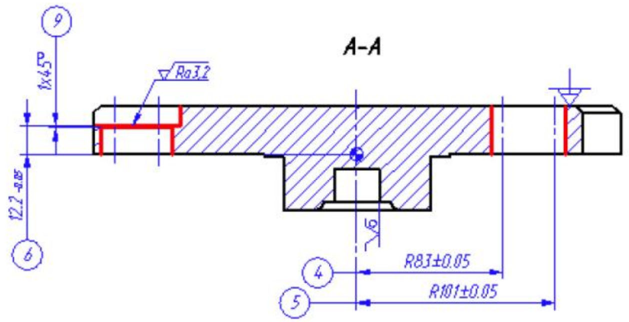
1 2

ТГУ

Основание пресс-формы

Цех	Уч.	РМ	Опер.
			035

$\bigtriangledown$ Ra 1,25



КЭ

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

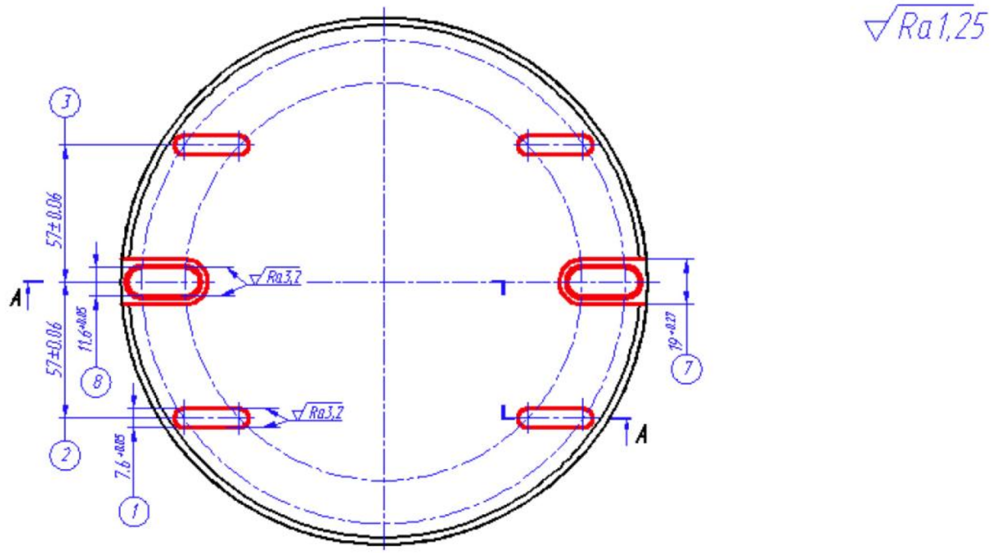
2 2

Разраб.	Игошин		
Пров.	Расторгуев		
Н.Контр.			

ТГУ

Основание пресс-формы

Цех	Уч.	РМ	Опер.
			035



КЭ

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
А1			16.07.ТМ.601.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	16.07.ТМ.601.60.001	Корпус патрона	1	
		2	16.07.ТМ.601.60.002	Подкулачник	3	
		3	16.07.ТМ.601.60.003	Кулачок	3	
		4	16.07.ТМ.601.60.004	Крышка	1	
		5	16.07.ТМ.601.60.005	Пробка	1	
		6	16.07.ТМ.601.60.006	Втулка	1	
		7	16.07.ТМ.601.60.007	Рычаг	3	
		8	16.07.ТМ.601.60.008	Тяга	1	
		9	16.07.ТМ.601.60.009	Сухарь	3	
		10	16.07.ТМ.601.60.010	Сухарь	3	
		11	16.07.ТМ.601.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.ТМ.601.60.012	Корпус	1	
		13	16.07.ТМ.601.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.ТМ.601.60.014	Втулка	1	
		15	16.07.ТМ.601.60.015	Поршень	2	
		16	16.07.ТМ.601.60.016	Шток	1	
		17	16.07.ТМ.601.60.017	Демпфер	2	
		18	16.07.ТМ.601.60.018	Прокладка	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.601.60.000		
Разраб.		Игошин			Патрон рычажный	Лит.	Лист 1 / Листов 3
Пров.		Расторгуев					
Н. Контр.		Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.		Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		19	16.07.ТМ.601.60.019	Пробка	2	
		20	16.07.ТМ.601.60.020	Ось	3	
		21	16.07.ТМ.601.60.021	Ось	3	
		22	16.07.ТМ.601.60.022	Ось	3	
		23	16.07.ТМ.601.60.023	Штифт	1	
				Стандартные изделия		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		24		М8х18.88	6	
		25		М8х28.88	6	
		26		М10х22.88	8	
		27		М12х120.88	3	
		28		М14х60.88	1	
		29		Винт М10х20.48		
				ГОСТ 1477-75	3	
		30		Винт М10х25.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		31		Гайка М12.5		
				ГОСТ 8381-73	3	
		32		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	1	
				Кольцо ГОСТ 9833-73		
		33		330-230-46-2-4	2	
		34		700-600-56-2-4	3	
		35		800-700-56-2-4	3	
		36		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		37		Подшипник 3108		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.601.60.000	Лист 2

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				ГОСТ 12941-76	3	
		38		Шайба 16.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
		39		Шайба 12.65Г		
				ГОСТ 6425-70	3	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		40		8.65Г.029	12	
		41		10.65Г.029	6	
		42		12.65Г.029	3	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.601.60.000	Лист 3

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
А1			16.07.ТМ.601.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	16.07.ТМ.601.61.001	Втулка	1	
		2	16.07.ТМ.601.61.002	Губка	2	
		3	16.07.ТМ.601.61.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.601.61.004	Крышка	1	
		5	16.07.ТМ.601.61.005	Крышка	1	
		6	16.07.ТМ.601.61.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.601.61.007	Ось	2	
		8	16.07.ТМ.601.61.008	Ось	2	
		9	16.07.ТМ.601.61.009	Поршень	1	
		10	16.07.ТМ.601.61.010	Рейка	1	
		11	16.07.ТМ.601.61.011	Угольник	2	
		12	16.07.ТМ.601.61.012	Шток	1	
				Стандартные изделия		
		13		Болт М8х22.58		
				ГОСТ 7805-70	4	
		14		Гайка М8х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	8	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.601.61.000		
Разраб.		Игошин			Захватное устройство	Лит.	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Расторгуев					
Н. Контр.		Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.		Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		15		Гайка М14.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
				Кольцо ГОСТ 9833-73		
		16		100-080-46-2	2	
		17		250-130-46-2	4	
		18		Шайба 14.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
		19		Шайба 8.65Г.029		
				ГОСТ 6402-70	4	
		20		Штифт 8х25		
				ГОСТ 9464-79	2	
		21		Шпилька М8-6gх145.58		
				ГОСТ 22034-76	4	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.601.61.000	Лист 2