

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Чучадеев Кирилл Константинович гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса отсекавателя механизма загрузки автоматической линии.

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 621.08.01

Чучадаев Кирилл Константинович

Технологический процесс изготовления корпуса отсекающего механизма загрузки автоматической линии. Тольяттинский государственный университет 2016

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Бакалаврская работа.

В данной работе подробно рассмотрен процесс проектирования технологического процесса изготовления корпуса отсекающего механизма загрузки автоматической линии, для условий среднесерийного типа производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, базы, маршрут, промышленный робот, оснастка, нормы времени, инструмент.

Работа выполнена в виде пояснительной записки, состоящей из пяти разделов в размере: 82 страницы, 23 таблицы, 9 рисунков и графической части состоящей из 7,5 листов.

В первом разделе работы проведен анализ исходных данных, проанализирован базовый техпроцесс, выявлены его недочеты и намечены способы их локализации во вновь проектируемом техпроцессе. Также сформулированные основные задачи, решаемые в работе.

Второй раздел, «Технологическая часть» посвящен решению и обзору таких задач как: определение типа производства, расчёт и проектирование заготовки методом штамповки с минимальными припусками, определенными аналитическим методом. Во вновь проектируемом ТП, с учетом результатов проведенного анализа базового ТП, выбран оптимальный маршрут обработки поверхностей, применено высокопроизводительное оборудование, оснастка с механизированным приводом, инструмент с износостойкими покрытиями, рассчитаны режимы резания и нормы времени на операции технологического процесса.

Третий раздел, посвящен проектированию станочного приспособления-патрона токарного рычажного с пневмоприводом и захватного устройства промышленного робота для загрузки деталей на токарных станках.

Четвертый и пятый раздел работы посвящены вопросам, связанным с безопасностью, экологичностью и экономической эффективностью объекта.

В «Заключении», представлены выводы о достижении цели работы и решении поставленных задач в процессе ее написания.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	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.....	29
2.5 Разработка технологических операций	33
3 Проектирование станочного приспособления и захватного устройства промышленного робота.....	51
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	51
3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота....	56
4 Безопасность и экологичность технического объекта	62
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	62
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	63
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	64
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	65
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	68

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	70
5 Экономическая эффективность работы.....	71
Заключение.....	75
Список используемой литературы.....	76
Приложения.....	77

Введение, цель работы

Машиностроение является одной из ключевых отраслей промышленности, зеркалом научно-технического развития и показателем обороноспособности страны. Также данная отрасль является и социально значимой, поскольку на предприятиях данной отрасли, на предприятиях и фирмах смежниках, деятельность которых возможна только в тесной кооперации с крупными машиностроительными предприятиями, задействован значительный процент населения.

Для развития предприятия и успешности его на рынке готового продукта необходимы постоянные инвестиции в производство, периодическая модернизация имеющихся мощностей, согласно последних разработок в области машиностроения, согласованность и рациональность логистических процессов, оптимизация технологических процессов, сокращение издержек. Выполнение всех этих условий, в перспективе даст результат - снижения себестоимости готового продукта, при сохранении его качественных характеристик, а то и превосходя их.

Однако, в данный кризисный период, инвестиции в промышленность делаются в недостаточном объеме, а сокращение издержек достигается, как правило, путем тотальной экономии. Повышение производительности и эксплуатационных характеристик готового изделия стараются достичь за счет внутренних резервов предприятия, т.е. оптимизации техпроцесса, логистики, сокращение всевозможных издержек, активно применяется практика- дозагрузки производственных мощностей предприятия изготовлением непрофильной продукции.

Такая продукция относится, как правило, к средней серии, проектирование и отладка технологического процесса производится имеющимися специалистами, на имеющихся производственных мощностях. Детали типа «Корпус» применяются в различных отраслях производства, исходя из высоких требований к технико-экономическим и эксплуатационным показателям машин и механизмов, они должны обладать высокой надёжностью, ремонтпригодностью, технологичностью, удобством в эксплуатации. Эти показатели обеспечиваются в процессе проектирования и изготовления корпусов.

Целью, бакалаврской работы является проектирование технологического процесса изготовления детали, повышение качества обработки, снижение себестоимости изготовления.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь «Корпус отсекателя», предназначена для установки сопрягаемых деталей в механизме загрузки автоматической линии.

На рисунке 1.1. показан фрагмент узла, в котором работает деталь.

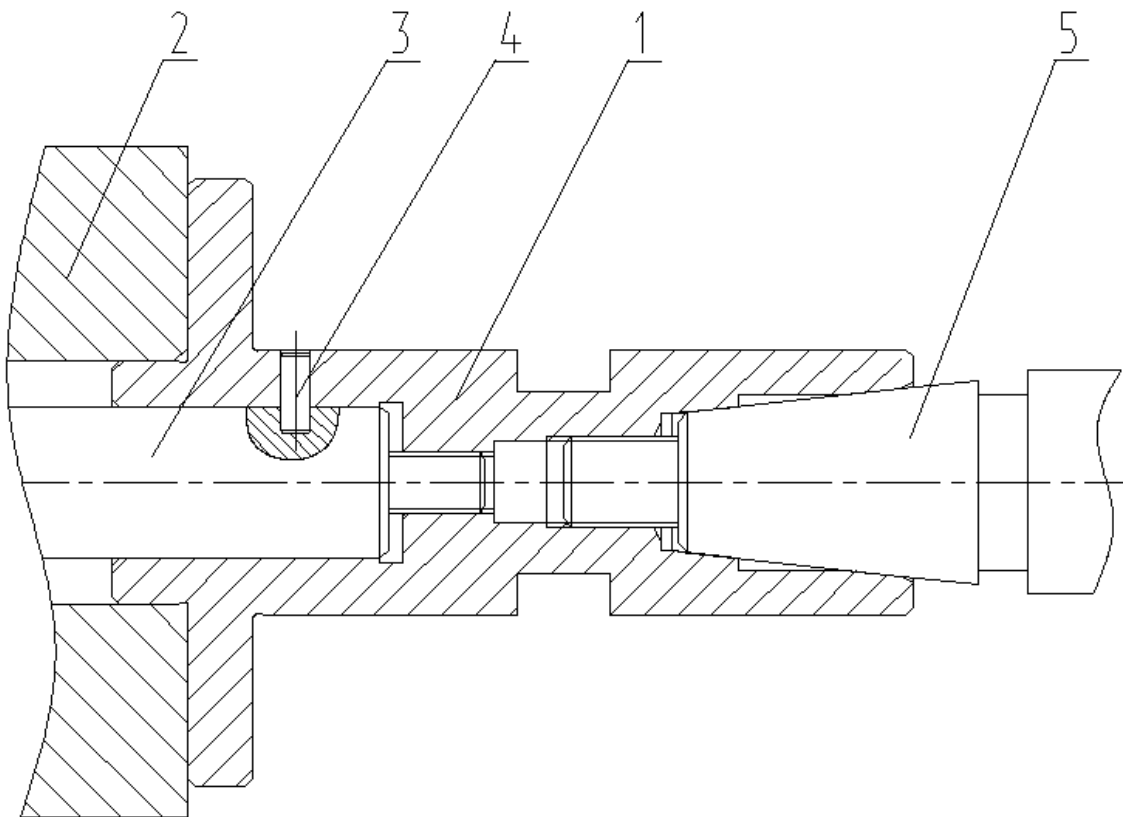


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Корпус 1 (рисунок 1.1) устанавливается на шейке отсекателя 2 с упором в торец. С левого отверстия во втулке 1 на резьбовом конце устанавливается вал 3, который дополнительно фиксируется штифтом 4.

С левого торца в коническом отверстии корпуса 1 на резьбовом конце устанавливается оправка механизма загрузки 5.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь «Корпус» изготавливается из стали 19ХГН по ГОСТ 1414-75 и имеет высокие требования к материалу и точности изготовления.

В таблице 1.1 приведен химический состав стали, а в таблице 1.2 приведены физико-механические свойства стали 19ХГН.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 19ХГН

Элемент, в %	С	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si
		Не более						
Содержание	0.17- 0.37	0.035	0.035	0,3	0.25	0.5- 0.8	0.7- 1.0	0.17- 0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

Состояние поставки. режим термообработки	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	НВ
Закалка 870°C, масло, От- пуск 150 - 180°C, воздух	930	1180- 1520	7	60	69	217

По своим механическим свойствам и химическому составу сталь 19ХГН полностью соответствует служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Для выявления поверхностей отвечающих за выполнение деталью «Корпус» своего служебного назначения, проведем систематизацию и классификацию поверхностей. Систематизация поверхностей и их классификация представлены на рисунке 1.2 и в таблице 1.3.

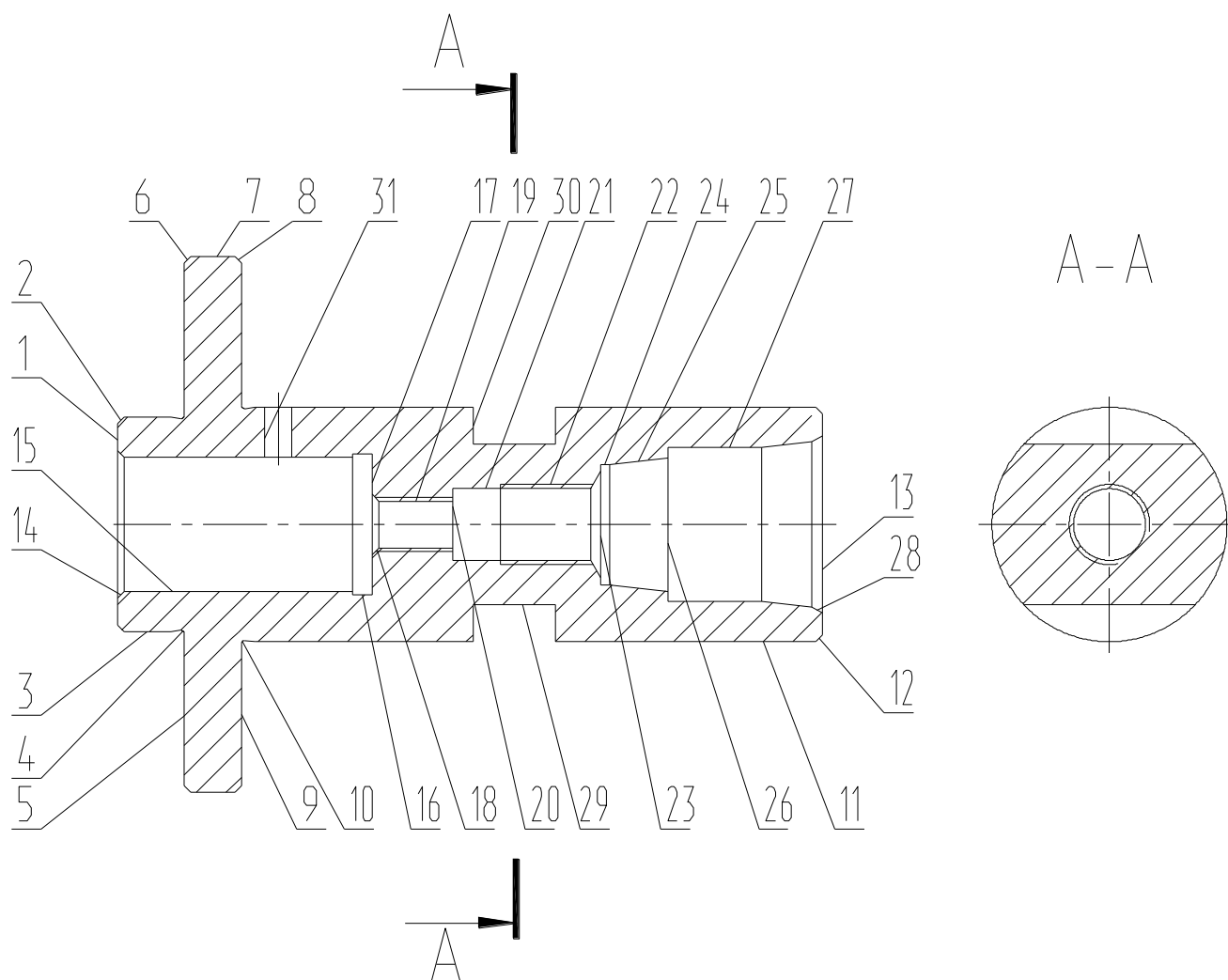


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Корпус»

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей

Вид поверхностей	Номера поверхностей
Исполнительные	25
Основные конструкторские базы (ОКБ)	3,5
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	15,32,19,22,29
Свободные	Остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Проведем качественный и количественный анализ детали на технологичность, для выявления возможностей снижения затрат на изготовление детали,

путем устранения ее конструктивных недостатков.

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэф-т унификации поверхностей, вычисляется по формуле:

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

где n_y - число унифицированных поверхностей;

Σn - сумма всех поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.1.2 Коэф-т шероховатости поверхностей, определяем по формуле:

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

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

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

где B_{ni} – числовое значение параметра шероховатости;

Σn_i – число поверхностей шероховатости.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.3) и (1.2) получим:

$$B_{ср} = (1 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,8 + 1 \cdot 1,25 + 2 \cdot 3,2 + 24 \cdot 6,3) / 31 = 5,2 \text{ мкм};$$

$$K_{ш} = 1 / 5,2 = 0,19.$$

Так как $K_{ш} < 0,32$, то по данному показателю деталь технологична, следовательно шероховатость поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.1.3 Коэф-т точности, рассчитываем по формуле:

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

где A_{cp} - средняя точность изготовления:

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

где A_{ni} – числовое значение точности поверхности;

$\sum n_i$ – число поверхностей одной точности.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.4) и (1.5) получим:

$$A_{cp} = (1 \cdot 6 + 3 \cdot 7 + 1 \cdot 8 + 4 \cdot 10 + 2 \cdot 12 + 20 \cdot 14) / 31 = 12,2;$$

$$K_T = 1 - 1/12,2 = 0,92.$$

Так как $K_T > 0,8$, то по данному показателю деталь технологична, следовательно Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.2 Качественный анализ на технологичность

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Материал детали «Корпус» изготавливается из стали 19ХГН ГОСТ 1414-75. Варианты получения заготовки: прокат или методом горячей объемной штамповки. Конфигурация наружного проста и не вызывает трудностей при получении заготовки. Заготовка можно технологична.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Чертеж детали «Корпус», содержи всю необходимую для проектирования информацию: дает полное представление о конструкции детали, с указанием всех размеров, допусков, отклонений от правильности формы и расположения, шероховатостей.

Деталь может быть обработана по типовому технологическому процессу, для корпусных деталей типа тела вращения, так как не содержит никаких конструк-

тивных особенностей отличных от типовых.

Все поверхности имеют удобный доступ для обработки и контроля, удобно расположены для обработки на универсальных станках с помощью стандартного режущего инструмента, и не требует использования специальных СТО.

Возможно, вести обработку несколькими инструментами одновременно

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

При назначении технологических баз на операции обработки необходимо выполнять два условия:

во первых - технологические базы должны совпадать с измерительными базами; во вторых - необходимо стремиться вести обработку от одних и тех же баз на протяжении всего техпроцесса.

Исключение составляют черновые базы для первой механической обработки.

На первой токарной операции за базы возможно использовать наружный диаметр штамповки, пов. 11 и торец 9.

Далее при последующей токарной обработке за базы не используем пов. 3 и торец 5 при обработке правого конца детали и пов. 11 и торец, пов. 9 при обработке левого конца детали.

При круглошлифовальной предварительной обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 3 и торец 5, при обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 11 и торец, пов. 9.

При круглошлифовальной окончательной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать базовое отверстие, пов. 24 и торец 13.

При внутришлифовальной обработке отверстия, пов. 24 в качестве баз используем пов. 3 и торец 5.

При внутришлифовальной обработке отверстия, пов. 15 в качестве баз используем пов. 28 и торец 13.

При фрезерной обработке в качестве баз используем пов. 3,11 и торец 5.

На большинстве операций в качестве технологических баз можно использовать измерительные базы. Базовые поверхности имеют высокую точность и малую шероховатость, что обеспечивает точность и шероховатость обработанных поверхностей.

Деталь технологична, с точки зрения базирования и закрепления.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Исходя, из служебного назначения детали на ее поверхности назначаются параметры точности и шероховатости, в зависимости от их классификации.

Максимальные требования предъявляются, как правило, к наиболее ответственным поверхностям (ОКБ).

Максимальные требования к поверхности следующие:

- качества: IT6 – поверхность 24
- шероховатости: Ra 0,4 на поверхность 24
- биение 0,01 поверхностей 3,15 относительно пов. 24.

Для нормальной работы детали необходимо обеспечить получение заданных чертежом параметров, т.к. они являются оптимальными, соответствуют ее служебному назначению и определяются требованиями работоспособности всего узла. Завышение данных параметров приведет к увеличению стоимости изготовления детали, а занижение оптимальных параметров приведет к снижению работоспособности детали и к возможному выходу из строя всего узла.

Протяженность поверхностей и их параметры определяются компоновкой самого узла, элементом которого является деталь.

Следовательно, конструкция детали технологична

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 ТП приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, мин
№оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособ- ление	Инструмент (ма- териал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				
010	Токарная черно- вая	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло спираль- ное Р6М5 Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Резец расточной Т5К10	45
015	Токарная чисто- вая	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец расточной Т5К10	20
020	Фрезерная	Вертикально- фрезерный 6Р11	Тиски	Фреза концевая Р6М5	9
025	Круглошлифо- вальная	Круглошлифовальный п/а 3М151	Патрон цан- говый	Шлифовальный круг	10
030	Координатно- расточная	Вертикально- сверлильный 2Р135Ф2-1	Приспособ- ление специ- альное	Сверло центро- вочное Р6М5 Сверло спираль- ное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5	12
035	Термическая (цементация)				
040	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Метчик машин- ный Р6М5	4

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
045	Термическая (закалка)				
050	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный п/а 3925	Приспособление специальное	Шлифовальная головка	5
055	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	10
060	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный станок 3К228В	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	12
065	Моечная	КММ			5
070	Контрольная				
075	Маркировочная				

1.4 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

1.4.1 Недостатки базового ТП

Основными недостатками базового техпроцесса, мешающие росту производительности и снижению стоимости готового изделия, являются:

- низкопроизводительное оборудование (универсальные станки).
- низкопроизводительный универсальный инструмент;
- неоптимальная структура фрезерных и расточных операций;
- большое штучное время на токарных операциях вследствие большого припуска, неоптимальных режимов резания и применения универсального оборудования и оснастки;
- большое штучное время на операциях вследствие применения универсальной оснастки с ручным зажимом;
- круглошлифовальная обработка производится в центрах, что снижает точность обработки, т.к. базой является отверстие, поз. 25;

Вывод: данный технологический процесс пригоден для использования только в условиях единичного или мелкосерийного производства.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Сформулируем задачи ВКР и обозначим направления совершенствования техпроцесса:

- применить для условий среднесерийного производства высокопроизводительные станки, в основном с ЧПУ или полуавтоматы, специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом, высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектировать заготовку, полученную штамповкой;
- сверлильные и фрезерные переходы выполнять на одной горизонтально-фрезерной операции с ЧПУ;
- оптимизировать схемы базирования на шлифовальных операциях;
- спроектировать патрон 3-х кулачковый с механизированным приводом для токарной операции;
- спроектировать захватное устройство промышленного робота;
- определить возможность возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия;
- определить экономический эффект от внесенных в ТП изменений.

В последующих разделах работы, приведено решение данных задач.

2 Технологическая часть

2.1 Выбор типа производства

По рекомендациям [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 0,82 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт, определяем тип производства, как среднесерийное.

Форма организации технологического процесса поточная или переменноточная.

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 Проектирование и расчет заготовки получаемой штамповкой

Штамповочное оборудование: КГШП, нагрев заготовки: индукционный.

Заготовка: класса точности – Т3 [8, с. 28], группа стали – М2 [8, с.8], степень сложности – С2 [8, с. 29], исходный индекс 9 [8, с.10].

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

Припуски на номинальные размеры детали определяем в зависимости от определенных выше параметров и шероховатости заготовки по [8, с. 12].

Дополнительные припуски [8, с.14];

Допуски на штамповку по [8, с. 17].

Штамповочный уклон – не более 5° ;

Радиусы закругления – 2,5 мм [8, с. 15];

Допускаемый облой – 0,6 мм [8, с. 21];

Допускаемое смещение штампов 0,4 мм [8, с. 20];

Допускаемый заусенец – 3,0 мм [8, с. 21];

Шероховатость – Ra 40 мкм.

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.1

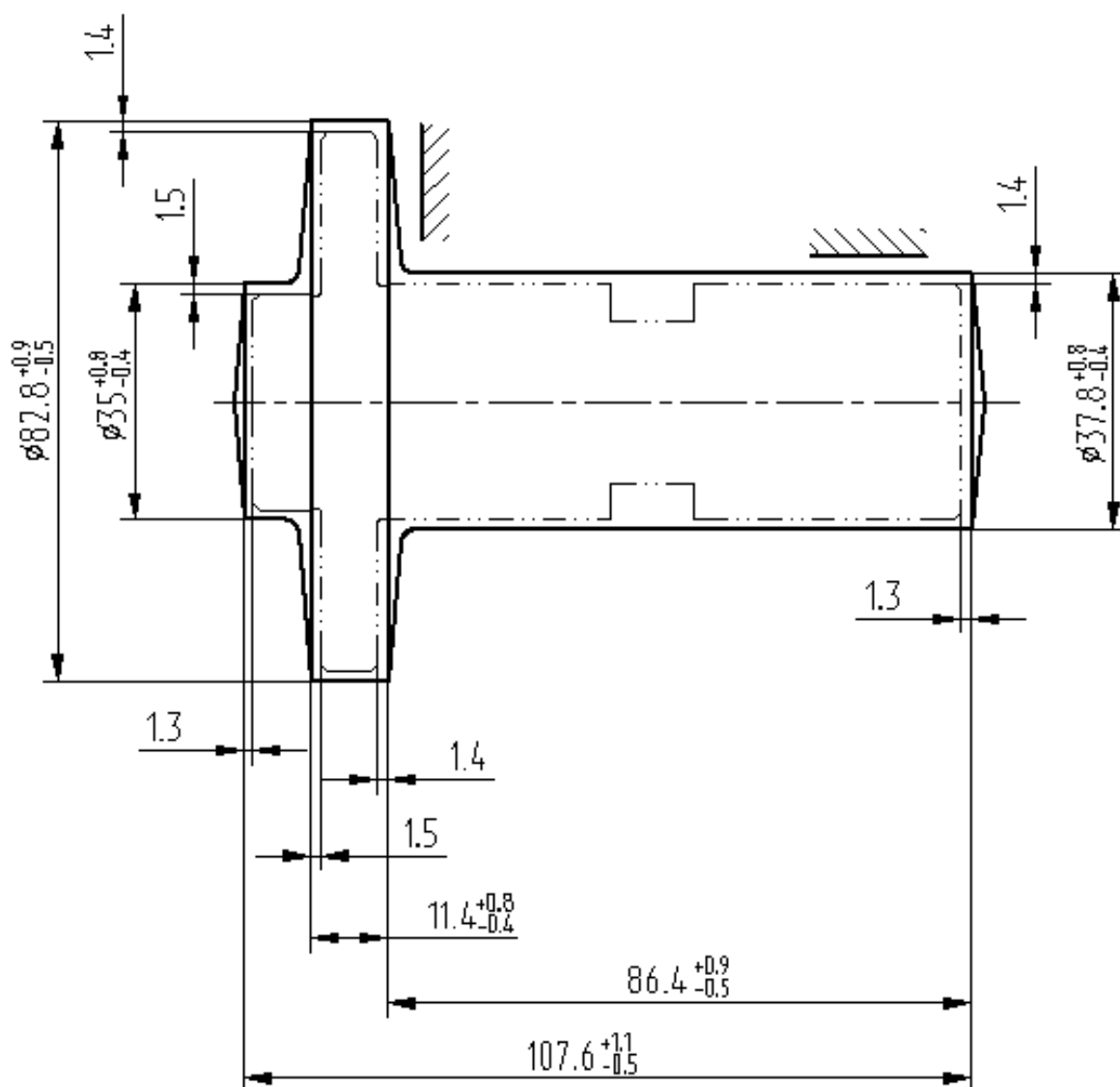


Рисунок 2.1 - Эскиз заготовки

Объем заготовки $V_{\text{п}}$, мм³ определяем по формуле:

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

где V_i - объем i -го элемента заготовки, мм^3 .

Объем цилиндрических элементов заготовки вычисляем по формуле:

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

где d - диаметр элемента, мм ;

l -длина элемента, мм .

Тогда, подставим исходные данные в формулу (2.2), вычислим объем отливки:

$$V = 3,14/4 \cdot (35^2 \cdot 9,8 + 82,8^2 \cdot 11,4 + 37,8^2 \cdot 86,4) = 167686 \text{ мм}^3 .$$

Массу заготовки определим по формуле, m_3 , кг :

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

где V – объем заготовки, мм^3 ;

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

Подставим данные в формулу (2.3), получим:

$$m_3 = 167686 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,31 \text{ кг}.$$

Коэф-т использования материала на штампованную заготовку вычисляем по формуле:

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,82 / 1,31 = 0,63 \quad (2.4)$$

Тогда: $\text{КИМ} = 0,82 / 1,31 = 0,63$.

2.2.2 Проектирование заготовки, полученной из проката

Для определения диаметра заготовки из проката, на наибольший диаметр детали назначим припуски: учитывая рекомендации [9, с. 42, табл.3.13], для первичной токарной обработки припуск на обработку составит 3,5 мм , при чистовом точении 1,5 мм .

Тогда расчетный диаметр заготовки из проката равен:

$$D = 80 + 3,5 + 1,5 = 85 \text{ мм.}$$

Принимаем

$$\text{Круг } \frac{85 - \text{В ГОСТ } 2590 - 2006}{19\text{ХГН ГОСТ } 1414 - 75}.$$

Длину заготовки определяем как сумму длины детали и припусков на крайние торцовые поверхности. Припуски на подрезание торцовых поверхностей определяем по рекомендациям [9, с. 41]: на черновую подрезку 2 мм на сторону, чистовую 0,5 мм на сторону.

Тогда, общая длина заготовки составит: $L_3 = 105 + 2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 = 110 \text{ мм.}$

Окончательно принимаем заготовку длиной 110 мм.

Объем заготовки определяем по формуле (2.2) с плюсовым допуском ($\varnothing 85^{+0,5}_{-1,3}$): $V = 3,14/4 \cdot (85,5^2 \cdot 110) = 631240 \text{ мм}^3.$

Массу заготовки вычисляем по формуле (2.3), тогда:

$$m_3 = V \cdot \gamma = 631240 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 4,96 \text{ кг.}$$

Коэф-т КИМ:

$$\text{КИМ} = 0,82/4,96 = 0,16.$$

2.2.3 Техничко-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

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

2.2.3.1 Стоимость штампованной заготовки

Стоимость заготовки, полученной штамповкой, определяется по формуле:

$$S_{\text{заг}} = C_i/1000 \cdot (m_3 \cdot k_T k_C k_B k_M k_{\Pi}) - (m_3 - m_d) \cdot S_{\text{отх}}/1000, \quad (2.5)$$

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

m_3 - масса заготовки, кг;

m_d - масса детали, кг;

k_T -коэф-т точности, для штамповки нормальной точности: $k_T=1.0$ [5, с. 37];

k_c -коэф-т сложности, для стали 2 группы сложности: $k_c = 0,84$ [5, с. 38];

k_B - коэф-т, зависящий от массы заготовки: $k_B = 1,29$ [5, с. 38];

k_M - коэф-т, зависящий от марки материала: $k_M = 1,21$ [5, с. 37];

k_P - коэф-т, зависящий от программы выпуска детали (коэф-т серийности): $k_P = 1,0$;

$S_{отх}$ -стоимость отходов, руб.

$$S_{заг} = 373/1000 \cdot (1,31 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,29 \cdot 1,21 \cdot 1,0) - 24/1000 \cdot (1,31 - 0,82) = 0,629 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки с учетом коэффициента приведения:

$$S_{заг III} = S_{заг} \cdot K, \quad (2.6)$$

Тогда: $S_{заг III} = 0,629 \cdot 100 = 62,9$ руб .

2.2.3.2 Стоимость заготовки из проката

Стоимость заготовки, полученной из проката, определяется по формуле:

$$S_{заг II} = C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{з.п} - m_d) (C_{отх}/1000), \quad (2.7)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т заготовок, руб $C_i = 220$ руб;

m_3 – ориентировочная масса заготовки, кг;

m_d - масса готовой детали, кг;

$C_{отх}$ -стоимость отходов, руб.

$$S_{заг II} = 220/1000 \cdot 4,96 - (4,96 - 0,82)(24/1000) = 0,992 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката с учетом коэф-та приведения:

$$S_{заг II} = S_{заг} \cdot K = 0,992 \cdot 100 = 99,2 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов получения заготовки двумя методами представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

Показатели	Штамповка	Прокат
Степень сложности	C2	-
Класс точности	T3	2
Группа стали	M2	M2
Масса, кг	1,31	4,96
Стоимость заготовки, руб	62,9	99,2

2.2.3.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Переменные затраты на механическую обработку заготовки, определяем по формуле:

$$C_{\text{обр}} = C_{\text{уд}} \cdot (m_z - m_d) / K_o, \quad (2.8)$$

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

$K_o = 0,9$ – коэф-т, зависящий от обрабатываемости материала.

Подставив значения в формулу (2.8), получим $C_{\text{обр}}$:

- для штамповки: $C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (1,31 - 0,82) / 0,9 = 14,1$ руб;

- для проката: $C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (4,96 - 0,82) / 0,9 = 119,6$ руб.

Суммарный объем переменной доли затрат на получение заготовки и механическую обработку вычисляется по формуле:

$$C = S_{\text{заг}} + C_{\text{обр}} \quad (2.9)$$

Тогда, подставив значения в выражение (2.9), получим:

-для заготовки полученной штамповкой: $C_{\text{шт}} = 62,9 + 14,1 = 77,0$ руб.

-для заготовки из проката: $C_{\text{пр}} = 99,2 + 119,6 = 218,8$ руб.

По итогам произведенных расчетов видно, что метод получения заготовки штамповкой наиболее оптимален, так как технологическая себестоимость получения заготовки данным методом, существенно ниже себестоимости получения заготовки из проката.

Годовой экономический эффект от применения , руб определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = (C_{\text{пр}} - C_{\text{шт}}) \cdot N_r \quad (2.10)$$

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

Годовой экономический эффект, составит:

$$\mathcal{E}_r = (218,8-77) \cdot 10000 = 1418000 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Разработка схем базирования

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).

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

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

При установке заготовки на первой токарной операции возможно использовать в качестве баз наружный диаметр штамповки, пов. 11 и торец 9.

Далее при токарной обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 3 и торец 5, при токарной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 11 и торец, пов. 9.

При круглошлифовальной предварительной обработке правого конца в каче-

стве баз необходимо использовать пов. 3 и торец 5, при обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 11 и торец, пов. 9.

При круглошлифовальной окончательной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать базовое отверстие, пов. 24 и торец 13.

При внутришлифовальной обработке отверстия, пов. 24 в качестве баз используем пов. 3 и торец 5.

При внутришлифовальной обработке отверстия, пов. 15 в качестве баз используем пов. 28 и торец 13.

При фрезерной обработке в качестве баз используем пов. 3,11 и торец 5.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Маршрут обработки поверхности определяем в зависимости от точности и шероховатости поверхностей, учитывая рекомендации:

1. Определяем способ и вид окончательной обработки каждой поверхности детали по [5] и [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19]

2. Определяем коэф-т трудоемкости на основании [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Результаты выбора, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Технологический маршрут	Коэф-т трудоемкости
				Размеры, мм		Формы	Расположение				
				d	l						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Плоск	32/20	8	14	14	-	-	6,3	61	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
2	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
3	Цил	32	10	7	14	-	0.01	0,8	61	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+Шчист(7)	4,6

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Канав-ка	0,2x2	2	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
5	Плоск	80/32	24	8	14	-	0.02	0,8	61	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9) +ТО+Шчист(8)	4,6
6	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
7	Цил	80	8,5	14	14	-	-	6,3	61	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
8	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
9	Плоск	80/35	22,5	10	14	-	-	3,2	61	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9) +ТО	3,4
10	Канав-ка	0,2x2	2	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
11	Цил	35	86,5	10	14	-	-	3,2	61	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9) +ТО	3,4
12	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Тчист(11)+ТО	1,2
13	Плоск	35/25	10	14	14	-	-	6,3	61	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
14	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Рчист(11)+ТО	1,4
15	Цил	20	35	7	14	-	0,01	0,8	61	С(13)+Рчист(10)+Шчер(8) +ТО+ Шчист(7)	8,2
16	Цил	21	3	14	14	-	-	6,3	61	Рчист(11)+ТО	1,4
17	Плоск	21/8	6,5	14	14	-	-	6,3	61	С(14)+Рчерн(13)+Рчист(10)+ТО	3,6
18	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	6,3	61	Рчист(11)+ТО	1,4
19	Резьб	M8	11	10	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рез(10)+ТО	2,6
20	Плоск	17/8	4,5	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рчист(10)+ТО	2,6
21	Цил	17	22	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+ТО	1,2
22	Резьб	M12	11	10	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рез(10)+ТО	2,6
23	Плоск	18/16	1	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рчист(10)+ТО	2,6
24	Цил	18	1,3	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рчист(10)+ТО	2,6
25	Конич	25x6°20'	30	6	14	-	0,01	0,4	61	С(13)+Рчист(10)+Шчер(8) +ТО+ Шчист(6)	8,2
26	Плоск	23/20	1,5	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рчист(10)+ТО	2,6
27	Цил	23	14	14	14	-	-	6,3	61	С(13)+Рчист(10)+ТО	2,6
28	Конич	1,6x30°	1,6	14	14	-	-	6,3	61	Рчист(11)+ТО	1,4
29	Плоск	12,2	25,5	14	14	-	-	6,3	61	Ф(13)+ТО	1,0
30	Плоск	5,5	25,5	14	14	-	-	6,3	61	Ф(13)+ТО	1,0
31	Цил	4	7,5	7	14	-	0,1	1,25	61	С(13)+З(10)+РЗчерн(8)+РЗчис т(7)+ТО	3,2

Сокращения приведенные в таблице 2.2:

Т _{чер} - точение черновое,	Т _{чист} - обтачивание чистовое,
Р _{чер} - растачивание черновое,	Р _{чист} - растачивание чистовое,
Ш _{чер} - шлифование черновое,	Ш _{чист} - шлифование чистовое,
С - сверление,	З - зенкерование,
РЗ _{черн} - развертывание черновое,	РЗ _{чист} - развертывание чистовое,
Рез - резьбонарезание,	Ф-фрезерование,
ТО - термообработка	

Выбранные методы обработки и их последовательность обеспечивают обработку поверхностей с заданным качеством.

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Предполагаемый маршрут обработки детали представлен в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	КГШП	Штамповать заготовку
005	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить пов. 1,3,5,7 начерно. Сверлить отв. 15 начерно Сверлить отв. 19 начерно Расточить торец 17 начерно
010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить пов. 9,11,13 начерно. Сверлить отв. 25 начерно Сверлить отв. 21 начерно Расточить отв., пов. 26,27 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить пов. 1,3,5,7, фаски 2,6, канавку 4 начисто Расточить отв., пов. 15,17, фаску 14, канавку 16 начисто

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить пов. 9,11,13, фаски 8,12, канавку 10 начисто Расточить отв., пов. 20,21,22,23,25,26,27, фаску 28 начисто Нарезать резьбу 19 начисто Нарезать резьбу 22 начисто
025	Круглошли- фовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 3,5 начерно
030	Круглошли- фовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3М151	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 9,11 начисто
035	Внутришли- фовальная (черновая)	Торцевнутришлифо- вальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв., пов. 25 начерно
040	Фрезерная	Горизонтально- фре- зерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 29,30 начисто Центровать отв. 31 начерно Сверлить отв. 31 начерно Зенкеровать отв. 31 начерно Развернуть отв. 31 предварительно Развернуть отв. 31 окончательно
045	Слесарная	Электрохимический станок для снятия за- усенцев 4407	Снять заусенцы электрохимическим ме- тодом
050	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
055	Контрольная		Предварительно контролировать основ- ные параметры
060	Термическая		Цементация, закалка и низкий отпуск
065	Круглошли- фовальная (чистовая)	Торцекруглошлифо- вальный п/а 3Б153Т	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 3,5 начисто
070	Внутришли- фовальная (чистовая)	Торцевнутришлифо- вальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв., пов. 25 начисто

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
075	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв., пов. 15 начисто
080	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
085	Контрольная		Окончательно контролировать основные параметры

2.3.4 План обработки детали

План изготовления детали "Корпус", 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 Обоснование выбора оборудования

Мощность, производительность, точность и габариты должны быть минимальными, но достаточными для выполнения требований предъявляемых к операции. Также, при выборе оборудования, необходимо учитывать, габариты и форму обрабатываемых поверхностей заготовки, их расположение в пространстве. Оборудование должно быть безопасным, эргономичным, а так же соответствовать нормам экологической безопасности.

На операциях необходимо стремиться к максимальной концентрации переходов, для среднесерийного производства, необходимо, применять высокопроизводительные станки-автоматы, агрегатные станки, станки с ЧПУ.

Выбранное оборудование занесем в таблицу 2.4

2.4.2 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

2.4.3 Обоснование выбора режущего инструмента

При выборе режущего инструмента следует учитывать, что: режущий инструмент (РИ) выбирается исходя из метода обработки, оборудования, расположения обрабатываемой поверхности, а материал режущего инструмента выбираем исходя из обрабатываемого материала, состояния поверхности и вида обработки. Стандартным и нормализованным инструментам будем отдавать предпочтение.

Выбранные инструменты занесем в таблицу 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 рычажный	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная,	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69;

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				<p>T5K10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, T5K10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=8$ $b=8$ $L=60$ ОСТ 2И.101-83 Сверла спиральные $\varnothing 19$, $\varnothing 7$, $\varnothing 17$ ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Сверло спиральное комбинированное, $\varnothing 24$ ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p>
<p>015 020</p>	<p>Токарная (чистовая)</p>	<p>Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC</p>	<p>Патрон токарный 3-х кулачковый рычажный</p>	<p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, T15K6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, T15K6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=97^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=8$ $b=8$ $L=70$ ОСТ 2И.101-83</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69; Шаблон ГОСТ 2534-79</p>

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				Метчик машинный М8, М12 ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 3 600x35x305 91А F46 L 9 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
030	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F46 L 9 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
035	Внутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71 Люнет	Круг шлифовальный 5 15x25x5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Приспособление специальное самоцентрирующее ГОСТ 17205-71	Сверло центровочное Ø2 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Сверло спиральное Ø3,3 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Зенкер цельный Ø3,7 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Развертка машинная цельная Ø3,9, Ø 4 ГОСТ 1672-80 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза концевая Ø12,2 ГОСТ 17025-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
045	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407			
050 080	Моечная	Камерная моечная машина			
065	Круглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 3 600x35x305 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
070	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76	Круг шлифовальный 5 15x25x5 91А F100 О 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором
075	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71 Люнет	Круг шлифовальный 5 15x25x5 91А F100 О 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Расчет будем производить на $\varnothing 32h7_{(-0.025)}$.

Таблица 2.5 - Последовательность обработки поверхности, оборудование, установка

Методы обработки поверхности	Код операции	Оборудование	Установка заготовки
Точение черновое	005	ВСТ-625-21 CNC	В патроне кулачковом
Точение чистовое	015	ВСТ-625-21 CNC	В патроне кулачковом
Шлифование черновое	025	3М151	В патроне мембранном
Шлифование чистовое	065	3М151	В патроне цанговом

Таблица 2.6 - Расчет припуска

№	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min, мм	Операц допуск Td/JT	Предельн. Размеры, мм		Предельн. Припуски, мм	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹			D ⁱ max	D ⁱ min	2Z max	2Z min
		000	Штамповать	160	200			567	-	-	120015
005	Точить начерно	50	50	34	320	2022	39013	32,611	33,001	2,832	2,022
010	Точить начисто	25	25	23	70	356	10010	32,255	32,355	0,646	0,356
015	Шлифовать начерно	10	20	11	35	184	398	32,071	32,110	0,245	0,184
035	Шлифовать начисто	5	15	6	20	96	257	31,975	32,000	0,110	0,096

Элементы припуска - Rz и h назначаем по [5, с. 66] и [9, с. 69].

Суммарные отклонения Δ₀, мм, штампованной заготовки типа "Втулка" определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{CM}^2 + \rho_{КОР}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.11)$$

где ρ_{ом} = 0,4 мм – погрешность смещения разъема штампов.

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

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L, \quad (2.12)$$

где L - расстояние до точки расчета коробления, мм;

$\Delta_{\text{к}}$ – удельное коробление, мкм/мм.

Тогда: $\rho_{\text{кор}} = 1.0 \cdot 95 = 95$ мкм.

Величина отклонения расположения заготовки центровки определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.13)$$

где δ_3 – допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на первой операции, $\delta_3 = 1,2$ мм.

Подставив значения в формулу (2.13), получим:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{1,2^2 + 1} = 0,391 \text{ мм.}$$

Определим суммарное отклонение расположения, подставив значения в формулу (2.11), получим:

$$\rho_0 = \sqrt{0,4^2 + 0,095^2 + 0,391^2} = 0,567 \text{ мм.}$$

Погрешность $\varepsilon_{\text{уст1}} = 320$ мкм [5, с. 75];

$\varepsilon_{\text{уст2}} = 70$ мкм;

$\varepsilon_{\text{уст3}} = 35$ мкм;

$\varepsilon_{\text{уст4}} = 20$ мкм.

Остаточное суммарное расположение заготовки после черновой обработки:

$$\rho_{\text{ост}} = K_{\text{у}} \cdot \rho_0, \quad (2.14)$$

где $K_{\text{у}}$ - коэф-т уточнения (для перехода 2: $K_{\text{у}} = 0,06$; для перехода: 3 $K_{\text{у}} = 0,04$; для перехода: 4 $K_{\text{у}} = 0,02$; для перехода 5: $K_{\text{у}} = 0,01$).

Тогда, погрешность установки определим подставив определенные значения

в формулу (2.14):

$$\rho_2 = 567 \cdot 0,06 = 34;$$

$$\rho_3 = 567 \cdot 0,04 = 23;$$

$$\rho_4 = 567 \cdot 0,02 = 11;$$

$$\rho_5 = 567 \cdot 0,01 = 6.$$

Минимальный припуск на черновую обработку определяем по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(Rz+h+2\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.15)$$

$$2Z_{\min \text{ т.черн}} = 2(160+200+\sqrt{567^2 + 320^2}) = 2022 \text{ мкм};$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\min \text{ т.чист}} = 2(50+50+\sqrt{34^2 + 70^2}) = 356 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min \text{ ш.черн}} = 2(25+25+\sqrt{23^2 + 35^2}) = 184 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min \text{ ш.чист}} = 2(10+15+\sqrt{11^2 + 20^2}) = 96 \text{ мкм}.$$

Промежуточные расчетные размеры заготовки по обрабатываемым поверхностям, определяем по формулам (2.16) и (2.17):

$$d^{i-1} \min = d^i \min + 2Z_{\min}, \quad (2.16)$$

$$d^i \max = d^i \min + Td^i, \quad (2.17)$$

Подставив значения в формулы (2.16) и (2.17), получим:

$$d_{\min \text{ ш.чист}} = 31,975 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ ш.черн}} = 31,975+0,096 = 32,071 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ т.чист}} = 32,071+0,184 = 32,255 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ т.черн}} = 32,255+0,356 = 32,611 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ заг.}} = 32,611+2,022 = 34,633 \text{ мм}.$$

$$d_{\max \text{ ш.чист}} = 31,975+0,025 = 32,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ ш.черн}} = 32,071+0,039 = 32,110 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ т.чист}} = 32,255+0,100 = 32,355 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ т.черн}} = 32,611 + 0,39 = 33,001 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ заг.}} = 34,633 + 1,2 = 35,833 \text{ мм}.$$

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

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

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

$$2Z_{\min} = d^{i-1} \min - d^i \min \quad (2.19)$$

Подставив значения в формулы (2.18) и (2.19), получим:

$$2Z_{\max \text{ ш.чист}} = 32,110 - 32,000 = 0,110 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ ш.черн}} = 32,355 - 32,110 = 0,245 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т.чист}} = 33,001 - 32,355 = 0,646 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т.черн}} = 35,833 - 33,001 = 2,832 \text{ мм}.$$

$$2Z_{\min \text{ ш.чист}} = 32,071 - 31,975 = 0,096 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ ш.черн}} = 32,255 - 32,071 = 0,184 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т.чист}} = 32,611 - 32,255 = 0,356 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т.черн}} = 34,633 - 32,611 = 2,022 \text{ мм}.$$

Проверим правильность расчетов, условие проверки следующее:

$$2Z^i_{\max} - 2Z^i_{\min} = TD^i - TD^{i-1} \quad (2.20)$$

Подставив определенные ранее значения в равенство (2.20), получим:

$$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = 0,254 - 0,184 = 0,061;$$

$$TD^i + TD^{i-1} = 0,100 - 0,039 = 0,061;$$

$$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = TD^i + TD^{i-1} = 0,061 \text{ – условие проверки выполняется, т. е.}$$

расчёт припусков выполнен верно.

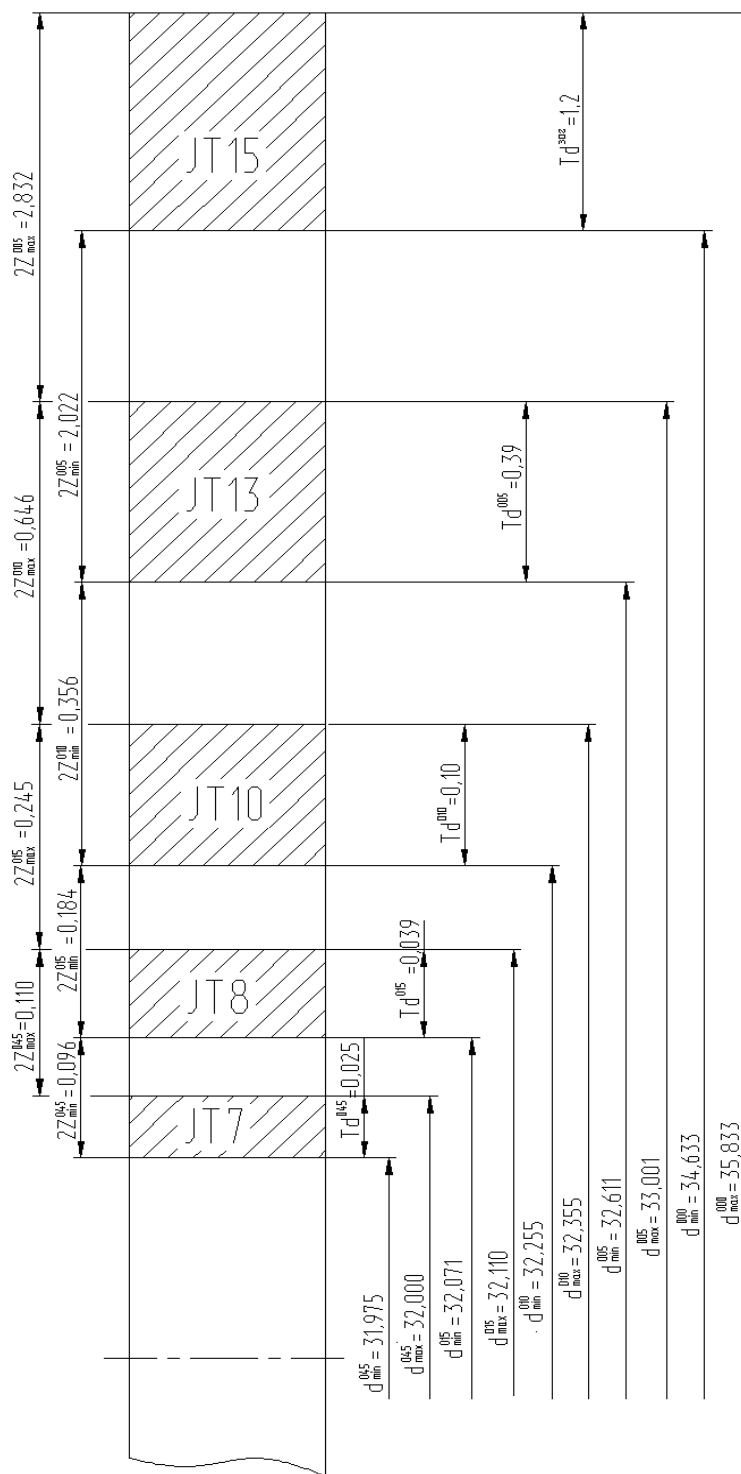


Рисунок 2.2 - Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров на $\varnothing 32h7_{(-0.025)}$

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Произведем определение промежуточных припусков на остальные поверхности детали табличным методом. При однократной обработке поверхности припуск определяем путем вычитания из размера заготовки размера готовой детали, в случае многократной обработки поверхности промежуточные припуски определяем по [15, 191]. Определенные табличным методом припуски заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей корпуса

№ оп	Наименование оп.	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
005 010	Токарная (черновая)	1,3,5,7,9,11,13	1,05max
015 020	Токарная (чистовая)	1-13 15,17,20-28	0,35 0,35
025 030	Круглошлифовальная (черновая)	3,5 9,11	0,14 0,15
035	Внутришлифовальная (черновая)	25	0,14
065	Круглошлифовальная (чистовая)	3,5	0,06
070 075	Внутришлифовальная (чистовая)	15 25	0,15 0,06

2.5.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проведем на 015 токарную операцию.

2.5.2.1 Исходные данные

- Деталь- корпус

- Материал- сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 1180$ МПа
- Заготовка- штамповка
- Приспособление- патрон 3-х кулачковый
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с опорой на торец
- Жесткость – средняя

2.5.2.2 Структура операции (последовательность переходов)

Операция 15 Токарная (чистовая) содержание операции:

Переход 1: Точ. пов., выдерж. разм. $\varnothing 32,4_{-0,10}$; $\varnothing 80_{-0,12}$; $9,2 \pm 0,035$; $19 \pm 0,042$; $1,2 \times 45^\circ$; 2; R0,5; 0,4.

Переход 2: Раст. отв., выдерж. разм. $\varnothing 19,7^{+0,084}$; $\varnothing 21^{+0,084}$; $1,15 \times 45^\circ$; $3 \pm 0,042$; $19,1 \pm 0,042$.

2.5.2.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец проходной. Пластина Т15К6 $\varphi = 97^\circ$, $h=25$ $b=25$ $L=125$

Переход 2: Резец расточной. Пластина Т15К6 $\varphi = 97^\circ$, $h=8$ $b=8$ $L=75$.

2.5.2.4 Выбор оборудования

Модель- токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC

Мощность 10 КВт

2.5.2.5 Расчет режимов резания

2.5.2.5.1 Глубина резания t , мм:

Переход 1: $t = 0,35$ мм; Переход 2: $t = 0,35$ мм.

2.5.2.5.2 Подача: $S = 0.25$ мм/об [16, с.268].

2.5.2.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.21)$$

где C_U - поправочный коэф-т, зависящий от материала режущей части инструмента, подачи и обрабатываемого материала; $C_U = 420$ [16, с.270];

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

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени, зависящие от вида механической обработки, обрабатываемого материала и материала режущей части: $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [16, с.270];

K_U - поправочный коэф-т, на фактические условия резания [16,с.282], вычисляется по формуле:

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.22)$$

где K_{MU} - коэф-т, на качество обрабатываемого материала [16, с.261], определяется по формуле (2.23);

$K_{ПУ}$ - коэф-т, на состояние поверхности заготовки, $K_{ПУ} = 1.0$ [16, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэф-т, на материал режущей части инструмента, $K_{ИУ} = 1,0$ [16, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.23)$$

где K_{Γ} - коэф-т, на группу стали по обрабатываемости, $K_{\Gamma} = 1.0$ [16,с.262];

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени, $n_U = 1,0$ [16,с.262].

Подставим определенные значения в формулу (2.23) и (2.22), получим:

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1180}\right)^{1,0} = 0,63.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,63 = 0,63.$$

Подставим определенные значения в формулу (2.21), получим:

$$V_T = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,35^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0,63 = 180,2 \text{ м/мин.}$$

Тогда расточки:

$$V_P = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,35^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 162,1 \text{ м/мин.}$$

2.5.2.5.4 Частоту вращения шпинделя n , мин^{-1} определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.24)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

Подставив определенные значения в формулу (2.24), получим:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 180,2}{3.14 \cdot 32,4} = 1771 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 180,2}{3.14 \cdot 80} = 717 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 162,1}{3.14 \cdot 19,7} = 2622 \text{ мин}^{-1},$$

2.5.2.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя:

$$n_1 = 1600 \text{ мин}^{-1}; \quad n_2 = 630 \text{ мин}^{-1}; \quad n_3 = 2000 \text{ мин}^{-1}$$

Тогда фактическая скорость резания V , м/мин составит:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 32,4 \cdot 1600}{1000} = 162,8 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 80 \cdot 630}{1000} = 158,2 \text{ м/мин};$$

$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 19,7 \cdot 2000}{1000} = 123,7 \text{ м/мин.}$$

2.5.2.5.6 Расчёт сил резания

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

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.25)$$

где C_p - поправочный коэф-т; $C_p = 300$ [16, с.273];

x, y, n - показатели степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [16, с.273];

K_p - поправочный коэф-т, определяется по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.26)$$

K_{MP} - поправочный коэф-т на качество обрабатываемого материала [16, с.264], определяется по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n, \quad (2.27)$$

где σ_b - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [16, с.264].

Подставим значения в формулу (2.27), получим:

$$K_{MP} = \left(\frac{430}{750} \right)^{0.75} = 0,65.$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэф-ты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания:

$$K_{\phi p} = 0,89; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 1,0 \text{ [16, с.275].}$$

Подставив определенные значения коэф-тов в формулу (2.27), получим:
 $P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 158,2^{-0,15} \cdot 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 216 \text{ Н.}$

2.5.2.5.6 Мощность резания N , кВт определяем по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.28)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.28), получим:

$$N = \frac{216 \cdot 158,8}{1020 \cdot 60} = 0,55 \text{ кВт.}$$

Определим, достаточна ли мощность привода станка (ВСТ-625-21 CNC)

$$N_{\text{штп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 0,55 < 7,5, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1].

Расчет выполняем на 035 внутришлифовальную операцию

2.5.3.1 Исходные данные

- Деталь- корпус
- Материал- 19ХГН ГОСТ 4543-71 $\sigma_{\text{в}} = 1180 \text{ МПа}$
- Заготовка- штамповка
- Обработка- внутришлифовальная
- Тип производства- серийное
- Приспособление- патрон цанговый, люнет
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец, с поджимом люнетом.

2.5.3.2 Структура операций (последовательность переходов)

Операция 035 Внутришлифовальная- Шлифовать отв, выдерживая размеры: $\text{Ø}24,88^{+0,033}$; $6^{\circ}20' + 10'$.

2.5.3.3 Выбор режущих инструментов

Круг шлифовальный 5 15x25x5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.5.3.4 Расчет элементов режимов обработки

2.5.3.4.1 Глубина резания $t = 0,14$ мм.

2.5.3.4.2 Поперечная минутная продольная S_m пр, мм/мин, определяется:

$$S_m \text{ пр} = S_m \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.29)$$

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

K_{1-2} – коэф-ты от припуска на обработку и точности и от формы заготовки.

Подставив определенные значения в формулу (2.29), получим:

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

Рекомендуемая минутная подача может быть установлена на станке 3К227В с бесступенчатым регулированием в пределах 1000-7000 мм/мин.

2.5.3.4.3 Подача минутная поперечная $St_{\text{дв.ход}}$, мм/дв.ход, определяется по формуле:

$$St_{\text{дв.ход}} = St \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.30)$$

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

K_{1-7} – поправочные коэф-ты

Подставив определенные значения в формулу (2.30), получим:

$$\text{переход 1,2: } St_{\text{дв.ход}} = 0,006 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,006 \text{ мм/дв.ход.}$$

2.5.3.4.4 Скорость круга: $V = 35$ м/с.

2.5.3.4.5 Скорость вращения детали: $v_3 = 45$ м/мин.

2.5.3.4.6 Частота вращения шпинделя n , мин⁻¹, определяем по формуле (2.24), получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 24,88} = 448 \text{ мин}^{-1}.$$

2.5.3.4.7. Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

$$n_1 = 448 \text{ мин}^{-1}$$

Режимы резания на остальные операции техпроцесса, определим пользуясь методикой изложенной в [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_t , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости /мин ⁻¹	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ мин ⁻¹	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Точить Ø 33,1	0,95	0,5	82	788	630	65,5
		Точить Ø 80,7	1,05	0,5	81	319	315	79,8
		Сверлить Ø19	9,5	0,35	17	284	250	14,9
		Сверлить Ø 7	3,5	0,15	22	1001	1000	22,0
		Расточить торец Ø19	2,0	0,5	72	1206	1250	74,5
010	Токарная (черновая)	Точить Ø 36	0,9	0,5	83	734	630	71,2
		Подрез. торец до Ø80,7	0,9	0,5	83	327	315	79,8
		Сверлить Ø 24	12	0,40	17	225	200	15,1
		Сверлить Ø 17	8,5	0,35	16	299	250	13,3
		Расточить Ø 22,3	1,5	0,5	75	1071	1000	70,0
015	Токарная (чистовая)	Точить Ø 32,4	0,35	0,25	180	1771	1600	162,8
		Точить Ø 80	0,35	0,25	180	717	630	158,2
		Расточить Ø19,7	0,35	0,25	162	2622	2000	123,7

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Круглошлифовальная (черн.)	Шлифовать Ø 32,12	0,14	2,0/0,5**	45	446	446	45
030	Круглошлифовальная (черн.)	Шлифовать Ø 35	0,15	0,01* 5	45	409	409	45
035	Внутришлифовальная (черновая)	Шлифовать отв. Ø 24,88	0,14 0,13	5400** 0,006*	35	448	448	35
040	Фрезерная	Фрезер. фрезой Ø 12,2 Центровать Ø 2 Сверлить Ø 3,3 Зенкеровать Ø 3,7 Развернуть Ø 3,9 Развернуть Ø 4	5,5 1,0 1,65 0,2 0,1 0,05	0,5 0,1 0,1 0,5 0,7 0,6	28 16 19 14 11 8	730 2547 1833 1205 898 636	630 2000 1600 1250 800 630	24,1 12,5 16,5 14,5 9,8 7,9
060	Круглошлифовальная (чист.)	Шлифовать Ø 32	0,06	1,4/0,3**	35	348	348	35
070	Внутришлифовальная (чистовая)	Шлифовать отв. Ø 25	0,06	4600** 0,004*	35	445	445	35
075	Внутришлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 20	0,15	5400** 0,005*	35	557	557	35

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

2.5.4 Определение норм времени

Произведем расчет норм времени на операции технологического процесса изготовления детали.

Штучно-калькуляционное время определим по [5]:

Расчет норм времени на 015 токарную операцию

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{nS}, \quad (2.31)$$

где L_{px} - длина рабочего хода, мм

$$L_{px} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.32)$$

где $L_{рез}$ - длина, мм;

l_1 - длина подвода, мм;

l_2 - длина врезания, мм;

l_3 - длина перебега, мм;

i - число проходов.

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

Подставим определенные данные в формулу (2.37), получим:

$$T_o = \frac{18}{1600 \cdot 0,25} + \frac{35}{630 \cdot 0,25} + \frac{50}{2000 \cdot 0,25} = 0,045 + 0,222 + 0,10 = 0,367 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время равно:

$$T_v = (0,12 + 0,01 + 0,05 \cdot 11 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,444 \text{ мин.}$$

Оперативное время равно

$$T_{оп} = 0,367 + 0,444 = 0,811 \text{ мин.}$$

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

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 0,811 = 0,049 \text{ мин.}$$

Норматив $T_{п-3}$ определим по [2, с.215]:

$$T_{п-3} = 21 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,811 + 0,049 = 0,860 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 0,860 + 21/477 = 0,972 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 035 внутришлифовальную операцию
Основное время T_0 , мин определяется по формуле [1, с. 212]:

$$T_0 = \frac{2Lh}{St \cdot S} K, \quad (2.33)$$

где L - длина хода стола, мм;

h - припуск на сторону, мм;

S_t – продольная подача, мм/мин;

S – поперечная подача в мм/дв. ход;

K - коэф-т точности, учитывающий выхаживание.

Подставим данные в формулу (2.39), получим:

$$T_0 = \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,14}{5400 \cdot 0,006} \cdot 1,1 = 0,190 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время равно:

$$T_b = (0,16 + 0,01 + 0,09 \cdot 3 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,414 \text{ мин.}$$

Оперативное время равно

$$T_{оп} = 0,190 + 0,414 = 0,604 \text{ мин.}$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{тех} = 1,2 \cdot 0,190 / 15 = 0,015 \text{ мин.}$$

При затратах времени $T_{орг}$ для внутришлифовального станка равным 1,7% от оперативного $T_{оп}$ [2, с.214]:

$$T_{орг} = 0,017 \cdot 0,640 = 0,011 \text{ мин.}$$

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

$$T_{от} = 0,06 \cdot 0,640 = 0,038 \text{ мин.}$$

Норматив $T_{п-з}$ определим по [5, с.215]:

$$T_{п-з} = 21 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,604 + 0,015 + 0,011 + 0,038 = 0,668 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 0,668 + 21/477 = 0,780 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов норм времени на остальные операции выполняем аналогично, результаты заносим 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)	0,885	0,344	1,229	0,074	23	1,303	477	1,425
10	Токарная (черновая)	1,300	0,374	1,674	0,100	23	1,774	477	1,896
15	Токарная (черновая)	0,367	0,444	0,811	0,049	21	0,860	477	0,972
20	Токарная (черновая)	0,760	0,499	1,259	0,076	23	1,335	477	1,457
25	Круглошлифовальная (черновая)	0,265	0,374	0,639	0,073	20	0,712	477	0,818
30	Круглошлифовальная (черновая)	0,594	0,374	0,968	0,107	20	1,075	477	1,181
35	Внутришлифовальная (черновая)	0,190	0,414	0,604	0,064	21	0,668	477	0,780
40	Фрезерная	0,320	0,333	0,653	0,039	32	0,692	477	0,862
65	Круглошлифовальная (чистовая)	0,228	0,373	0,601	0,067	20	0,668	477	0,774
70	Внутришлифовальная (чистовая)	0,156	0,414	0,570	0,056	21	0,626	477	0,738
75	Внутришлифовальная (чистовая)	0,305	0,307	0,612	0,074	20	0,686	477	0,792

3 Проектирование приспособления и захватного устройства промышленного робота

3.1 Проектирование станочного приспособления

Произведем описание конструкции и расчет токарного рычажного патрона для обработки детали на 015 токарной операции.

3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо знать главную составляющую силы резания P_z , она определена нами в разделе 2.5: $P_z = 216$ Н.

3.1.2 Расчет усилия зажима

Система сил воздействует на заготовку в процессе обработки: сила резания, стремится повернуть заготовку, а сила зажима препятствует этому. Усилие зажима, в данном случае, определяется из условия равновесия моментов этих сил с учетом коэф-та запаса. Схема действий сил резания и сил зажима представлена на рисунке 3.1.

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

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

где K – коэф-т запаса;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

R_o – радиус обрабатываемой поверхности, мм;

f – коэф-т трения на рабочей поверхности кулачка, $f = 0,3$;

R – радиус зажимаемой поверхности, мм.

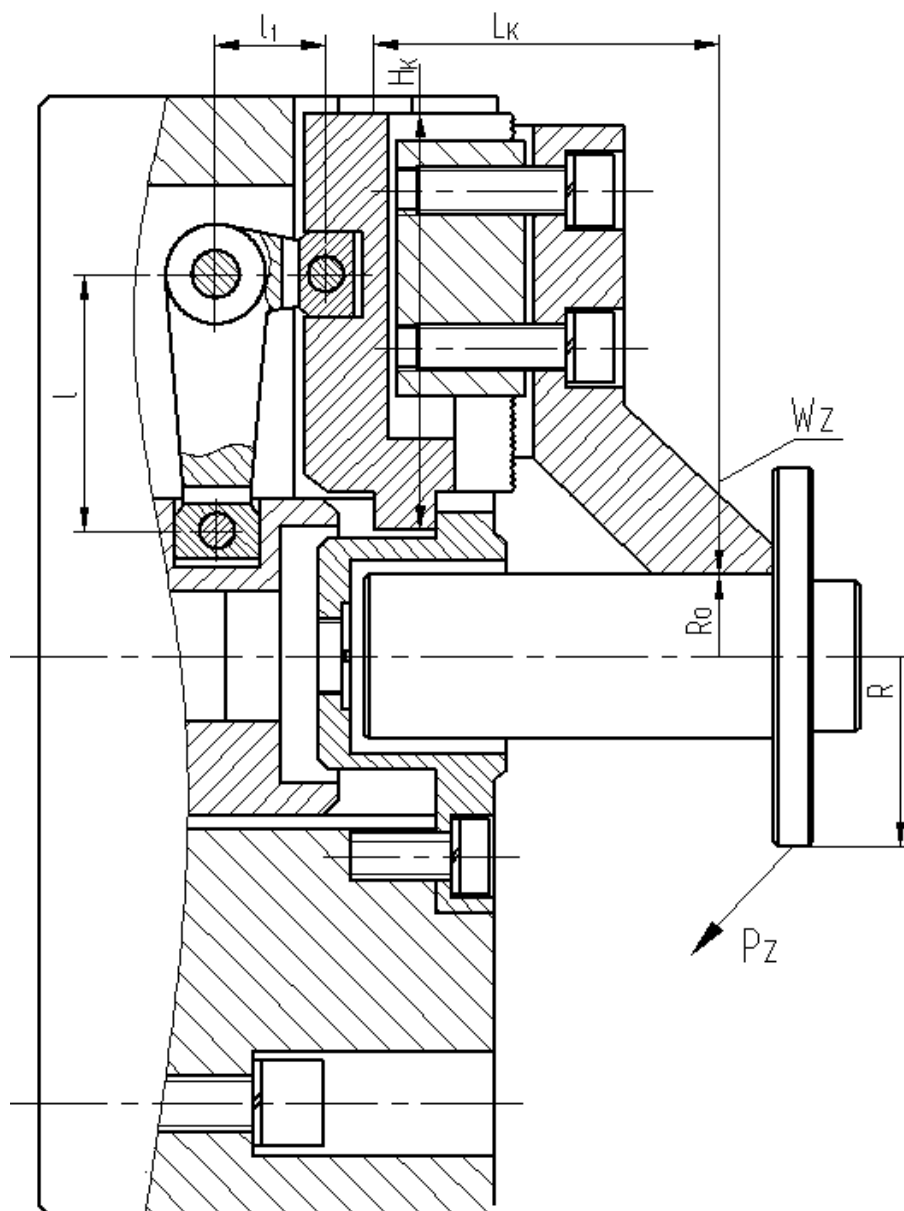


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Коэф-т запаса [17, с.382], определяем по формуле:

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

где K_0 - гарантированный коэф-т запаса, $K_0 = 1,5$ [17, с.382];

K_{1-6} – поправочные коэф-ты

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

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$ т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Тогда: $W_z = \frac{2,5 \cdot 216 \cdot 80 / 2}{0,3 \cdot 36 / 2} = 4000 \text{ Н.}$

3.1.3 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

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

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}, \quad (3.3)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,1)$ – 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; $L_K = 73$ мм;

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

Подставим определенные значения в формулу (3.3), получим:

$$W_1 = 1,05 \cdot \frac{4000}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{73}{88}} = 5591 \text{ Н.}$$

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

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

где l_1, l – плечи рычага, мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$Q = 5591 \cdot \frac{22}{55} = 2236 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

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

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

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

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ – КПД привода.

Величину d приближенно примем $d = 0.2D$, подставив данное выражение в формулу (3.5) получим:

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

Выразив из равенства (3.6) величину D , получим:

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

Подставим имеющиеся данные в выражение (3.7), получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2236}{0,4 \cdot 0,9}} = 92,2 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартный размер поршня пневмоцилиндра: $D = 100$ мм.

3.1.5 Расчет суммарных погрешностей приспособления

При установке заготовки в самоцентрирующем патроне измерительная и технологическая базы совпадают, следовательно погрешность базирования равна 0 ($\varepsilon_B = 0$).

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

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из рычажного самоцентрирующего патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится винтами 26 с шайбами 42. Патрон состоит из корпуса 4, в направляющие которого установлены подкулачники 12. К подкулачникам 12 с помощью сухарей 17 винтами 25 с шайбами 41 крепятся сменные кулачки 8. В центральной отверстии корпуса патрона на винте 27 установлена втулка 1. В паз подкулачника 12 и в выточку втулки 1 входят сухари 18, установленные на рычаге 16 с помощью осей 9. Рычаг 16 установлен в корпусе патрона на оси 10. К корпусу 4 винтами 24 крепится фланец 20 с пробкой 13.

Винт 27 с помощью гайки 31 соединен с тягой 19, которая, в свою очередь соединена со штоком 21 пневмоцилиндра.

Пневмопривод содержит корпус 5, в котором на подшипниках 38 установлена крышка 7, крепящаяся винтами 23 с шайбами 40 к корпусу пневмоцилиндра 6. На конце штока 21 установлен поршень 11, закрепленный гайкой 30 со стопорной шайбой 39. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра на нем установлены демпферы 3.

Между подшипниками 38 установлена втулка 2. Левый подшипник фиксируется кольцом 37.

Для подачи воздуха в корпусе пневмоцилиндра просверлены каналы, выходные отверстия которых закрыты пробками 14.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 32,

33, 34, 35,36.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в кулачках 8 с упором в торец. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 11 через шток 21, тягу 19, винт 27 тянет втулку 1 влево, рычаг 16 поворачивается на оси 10, сдвигает сухарями 18 подкулачники 12 с закрепленными на них сменными кулачками 8, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 11 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.

При разработке планировки комплекса учтем выполнение условий техники безопасности, удобство обслуживания оборудования и эксплуатации.

Исходя из данных требований к компоновке оборудования, располагаем РТК таким образом: промышленный робот (ПР) устанавливаем перед станком, как можно ближе к рабочим приспособлениям станка, так чтобы деталь при загрузке не задевала выступающих частей рабочих приспособлений (кулачков патрона, заднего центра).

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

Слева от ПР на одной оси с осью шпинделя располагаем транспортер-накопитель с заготовками, справа транспортер-накопитель с обработанными деталями для передачи на другую операцию техпроцесса.

Транспортер-накопитель выбираем исходя из конструктивных параметров обрабатываемой заготовки, техпроцесса их обработки и выбранного станка.

Принимаем транспортер –накопитель: СТ220, предназначенный, для хранения запаса заготовок и подачи их в зону захвата загрузочным устройством (в зону смены деталей на транспортере-накопителе).

Характеристики транспортера-накопителя СТ-220:

- длина $L=3260$ мм;
- ширина $B=700$ мм;
- высота $H= 700\dots850$ мм;
- количество пластин $n_{ст}=24$;
- грузоподъемность одной пластины $q=10$ кг;
- ширина пластины $A=220$ мм, длина пластины $B=252$ мм.

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

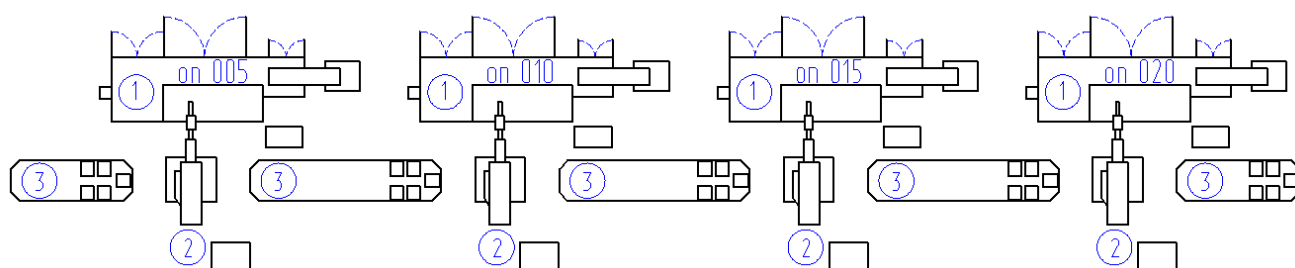


Рисунок 3.2 – Эскиз робото-технического комплекса

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

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	$\pm 3,5$
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	$\pm 1,0$

3.2.2 Цель проектирования, недостатки базового варианта захватного устройства

Недостатками базового варианта (рычажное захватное устройство промышленного робота) являются большие габариты, сложность конструкции.

Тогда, 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 детали в губках представлена на рисунке 3.3

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

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

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

K_2 -коэф-т передачи, определяется по формуле:

$$K_2 = \sin \alpha / (2 \cdot \mu) , \quad (3.9)$$

где μ -коэф-т трения в месте контакта губок с заготовкой, $\mu = 0,16$;

m - масса заготовки, кг;

$G=9,8 \text{ м/с}^2$ -ускорение свободного падения.

Подставим определенные данные в формулу (3.8), получим:

$$W = 3 \cdot \sin 45 \cdot 0.9 \cdot 9.8 / (2 \cdot 0.16) = 58 \text{ Н.}$$

3.2.4 Расчет усилия привода

Расчетная схема захватного устройства показана на рисунке 3.3

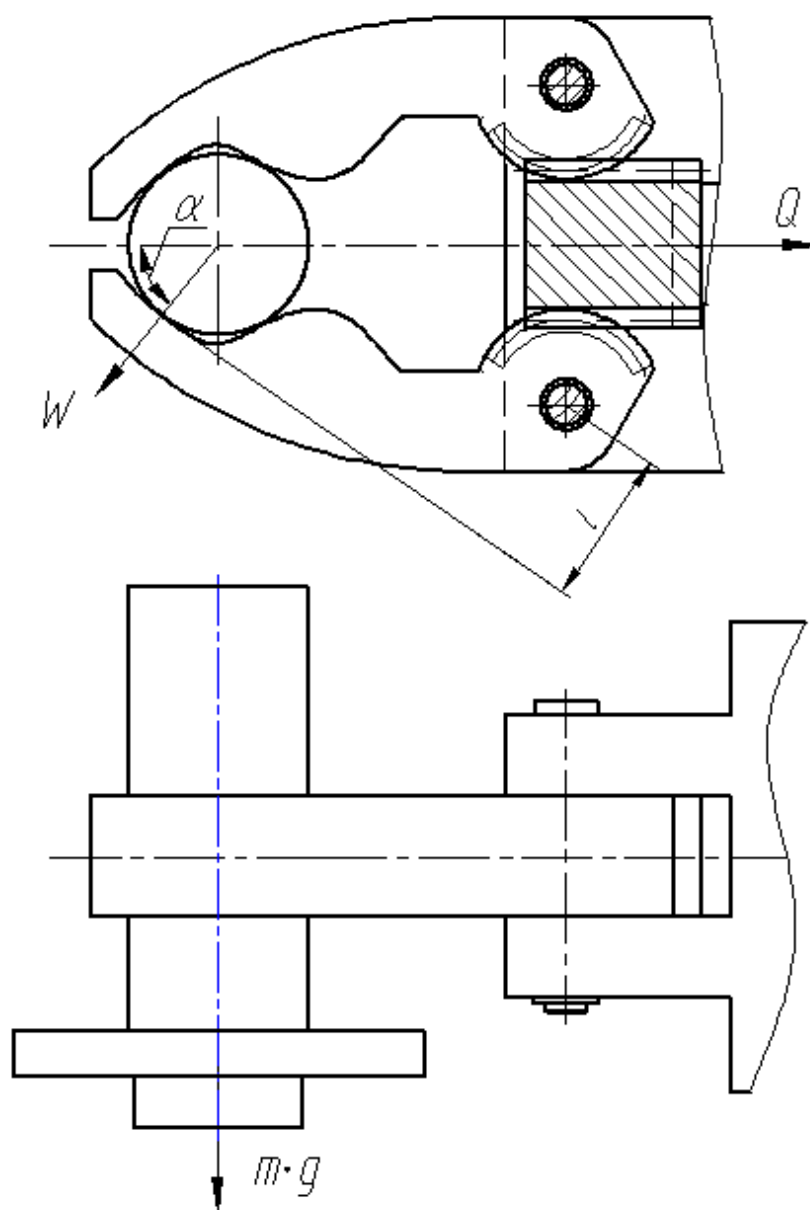


Рисунок 3.3 - Схема захватного устройства

Момент и силы привода захватного устройства определим как соотношение между силой Q привода, силами на губках захватного устройства и определим из условия статического равновесия, получим:

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

где Q - усилие на приводе;

η - КПД реечной передачи;

m_c - модуль зубчатого сектора;

r_c - полное число зубьев сектора;

M - наибольший момент.

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма, определим по формуле:

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

Подставив значения в формулу (3.11), получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 58 \cdot 30}{2 \cdot 10 \cdot 0.9} = 195 \text{ Н.}$$

3.2.4 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p=0,4$ МПа.

Диаметр поршня пневмоцилиндра вычисляем по формуле:

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.11)$$

$$\text{Тогда: } D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{195}{0,4 \cdot 0.9}} = 27.2 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартное большее значение: $D = 63$ мм.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 15 мм.

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода равен 5 мм.

3.2.5 Описание конструкции и принципа работы захватного устройства

Захватное устройство содержит губки 2, служащие для зажима заготовки. Губки 2 установлены в пазу корпуса 4 с помощью осей 7 и втулок 1. Оси 7 фиксируются кольцами стопорными 5. Губки 2 своим зубчатым сектором входят в зацепление с штоком-рейкой 10. На конце штока-рейки с помощью гайки 13 со стопорным винтом 11 установлен поршень 8.

К корпусу 4 винтами 12 с шайбами 16 крепится крышка 6. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца 14,15 и прокладка 9. Для предотвращения ударов поршня о стенки цилиндра в крышке 6 и выточке поршня 8 установлены демпферы 3. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой $R1/4''$.

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра шток-рейка 10 отходит назад, губки 2, входящие в зацепление с зубьями рейки поворачиваются на оси 7 и закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость шток-рейка 10 отходит влево 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 КГПП	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	Горизонтально- фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Металл, СОЖ
4	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
5	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Горизонтально- фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2
4	Круглошлифовальная операция Внутришлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Круглошлифовальный п/а 3М151 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

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

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

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

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

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

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

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

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

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3	4	5	6
2	Участок лезвийной обработки	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6906ВМФ2	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный п/а ЗБ153Т Круглошлифовальный п/а ЗМ151 Торцевнутришлифовальный п/а ЗК227В	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 пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

ты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

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

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (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 корпуса отсекающего механизма загрузки автоматической линии, 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 корпуса отсекающего механизма загрузки автоматической линии, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

5 Экономическая эффективность работы

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

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

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика операций по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Программа выпуска – 10000 шт. Деталь – корпус отсекателя механизма загрузки автоматической линии Метод получения заготовки – штамповка Материал – сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 Масса детали – $M_D = 0,82$ кг. Масса заготовки – $M_3 = 1,31$ кг.	
<p style="text-align: center;"><u>Операция 030 – Токарная тонкая</u></p> Получистовая обработка корпуса производится тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станках с ЧПУ, модель 16A20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон мембранный, люнет. <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения с 3-хгранной пластиной, Т30К4. $T_O = 1,56$ мин $T_{шт} = 2,276$ мин	<p style="text-align: center;"><u>Операция 030 – Круглошлифовальная черновая</u></p> Получистовая обработка корпуса производится черновым шлифованием. <u>Оборудование</u> – круглошлифовальный п/а, модель 3М151. <u>Оснастка</u> – патрон мембранный, люнет. <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1450×20×203 91А F60 L9 ГОСТ Р 52781-2007. $T_O = 0,594$ мин $T_{шт} = 1,181$ мин
Тип производства – серийный Условия труда – нормальные. Форма оплаты труда – повременно-премиальная.	

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику [10], согласно которой данная величина составляет $K_{ВВ,ПП} = 289104,06$ 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.

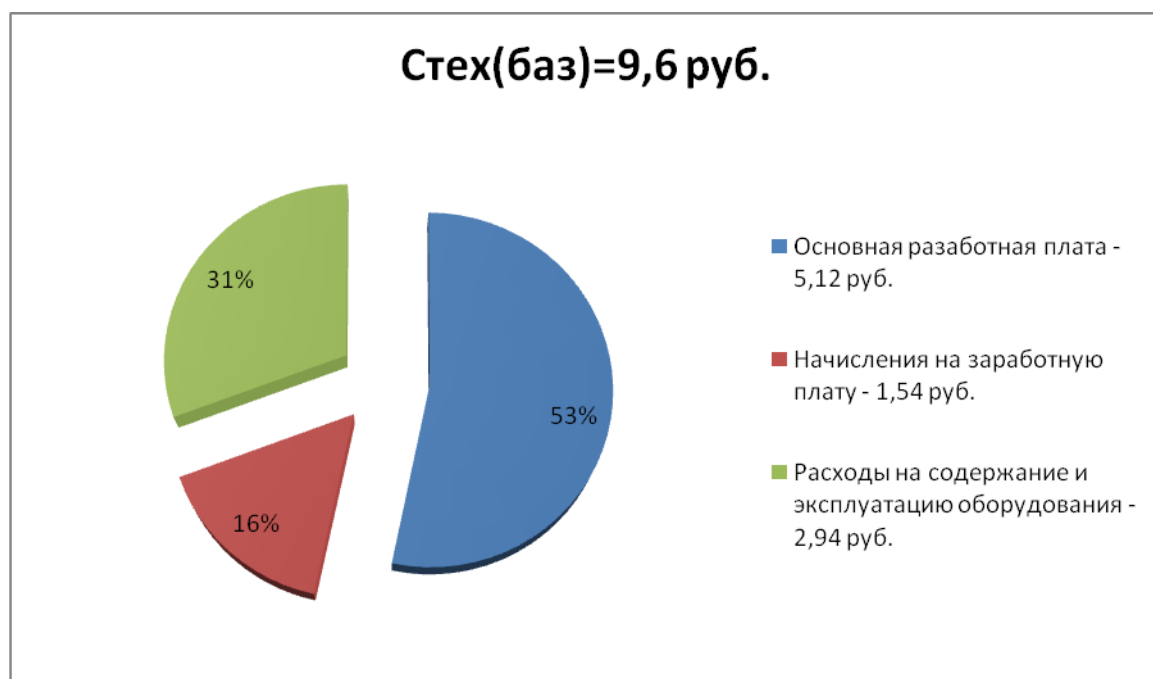


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030 по базовому варианту

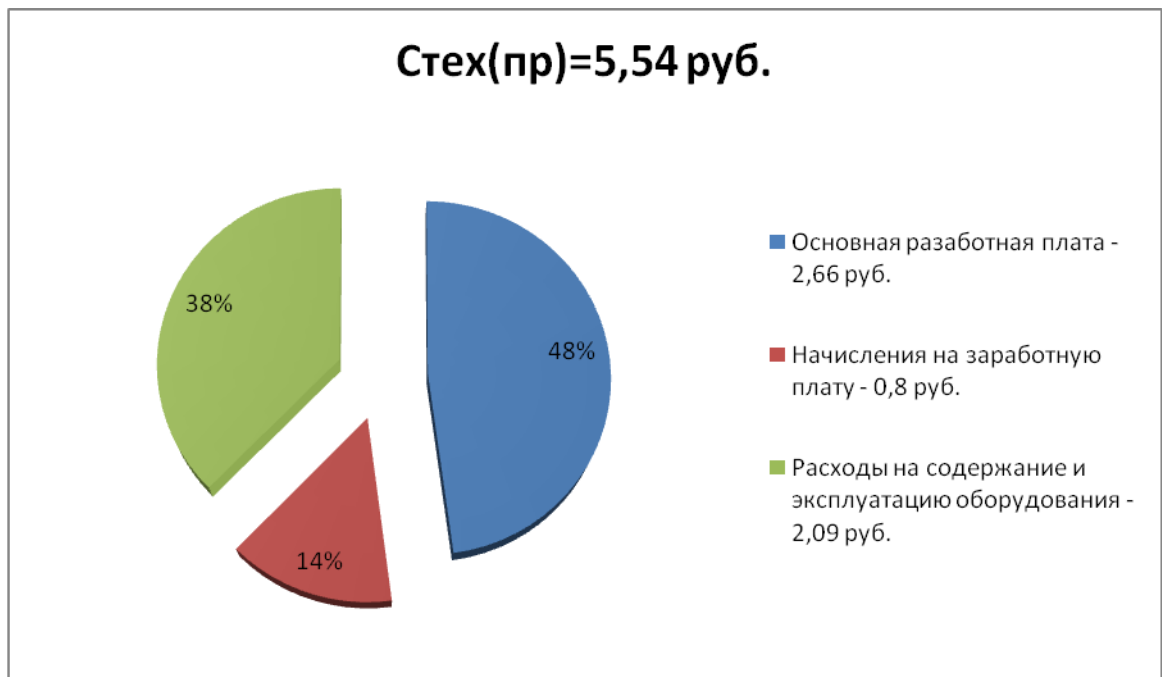


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030, по проектному варианту

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 28,31 руб.; а по проектному варианту – 15,25 руб.

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

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

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (28,31 - 15,25) \cdot 10000 = 130600 \text{ руб.}$$

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

$$H_{\text{ПРИБ}} = 130600 \cdot 0,2 = 26120 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 130600 - 26120 = 104480 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{289104,06}{104480} + 1 = 3,78 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 104480 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,15)^1} + \frac{1}{(1 + 0,15)^2} + \frac{1}{(1 + 0,15)^3} + \frac{1}{(1 + 0,15)^4} \right) =$$

$$= 331097,12 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 331097,12 - 289104,06 = 41993,06 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{331097,12}{289104,06} = 1,15 \text{ руб./руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 030 технологического процесса, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 46,12%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 41993,06 руб., что подтверждает эффективность работы.

Заключение

Цель работы, сформулированная во введении и задачи, поставленные в первом разделе данной работы можно считать достигнутыми.

Спроектирован технологический процесс изготовления детали для условий среднесерийного производства, обеспечивающий заданный объем выпуска детали «Корпус», снижение себестоимости и повышения качества изготовления.

Спроектирована заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом, при проектировании техпроцесса применено высокопроизводительные станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы, высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом и инструментом.

Спроектирован патрон токарный рычажный с пневмоприводом и захватное устройство промышленного робота для загрузки деталей на токарных станках.

Экономический эффект от внедрения внесенных изменений составит 41993,06 рубля.

Список используемой литературы

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

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу режущего инструмента.
4. Спецификация к чертежу захватного устройства промышленного робота.

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

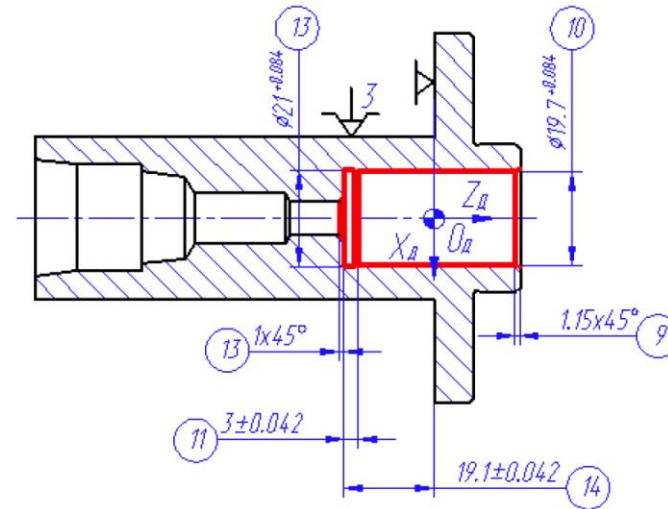
Дудл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разрад.	Чучаев															2				2
Проб.	Расторгуев																			
Н.контр.																				

ТГУ

Корпус отсекателя

Цех | Уч. | ФМ | Опер. 015

Переход 2

 $\sqrt{Ra6,3}$ 

КЭ

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
01101.24205										1	1			
Разраб.	Чучаеев													
Пров.	Расторгужев													
ТГУ														
										XXXX.XXXX				
										10141.00001				
Корпус отсекаателя										Цех	Уч.	РМ	Опер	
Н. Контр.	Виткалов												025	
Наименование операции		Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД		
4131 Шлифовальная		Сталь 19ХГН		220 НВ	166	0,82	∅82,8x107,6				1,31	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т _о	Т _в	Т _{гз}	Т _{шт}	СОЖ						
ЗБ153Т		XXXXXX		0,265	0,374	21	0,712	Украинол- 1						
<i>P</i>		ПИ	<i>D</i> или <i>B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>V</i>					
01			ММ	ММ	ММ		ММ/МИН	ОБ/МИН	М/МИН					
002	1. Установить и снять заготовку													
T03	396111XXX- патрон мембранный ОСТ 3-3443-76; 396154XXX- люнет													
004	2. Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2													
T05	391810XXX- шлифовальный круг 3 600x35x305 91A F46 L 9 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007;													
T06	391124XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;													
T07	393120XXX- приспособление контрольное с индикатором													
P08		XX	30,12	10	0,14	1	2,0/0,5	446	45					
09														
10														
ОКП														

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
										01101.24205	1	1	
Разраб.	Чучаев			ТУ		XXXXX.XXXX							
Пров.	Расторгуев					10141.00001							
Н. Контр.	Виткалов			Корпус отсекателя						Цех	Уч.	РМ	Опер
Наименование операции		Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
4132 Внутршлифовальная		Сталь 19ХГН		220 НВ	166	0,82	Ø82,8x107,6			1,31	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ					
ЗК227В		XXXXXX		0,190	0,414	21	0,668	Укринол- 1					
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	V				
01	MM MM MM MM/ход об/мин м/мин												
020	1. Установить и снять заготовку												
03Т	396111XXX- патрон цанговый ГОСТ 17200-71												
040	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1-2												
05Т	391810XXX- круг шлифовальный 5 15x25x5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;												
06Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;												
07Т	393120XXX- приспособление контрольное с индикатором												
08P		XX	24,88	33	0,14	1	0,006	448	35				
09													
ОКП													

ГОСТ 3.1105-84

Фарма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

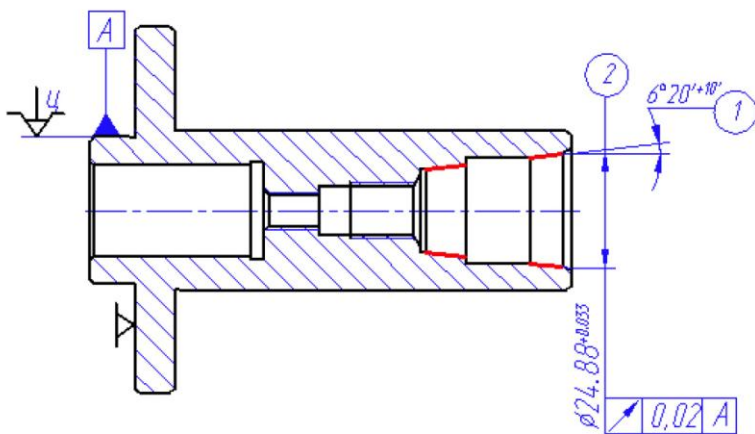
Разраб.	Чучадеев		
Проб.	Расторгуев		
Н.контр.			

ТГУ

Корпус отсекателя

Цех | Уч. | РМ | Опер.
035

$\sqrt{Ra1,25}$



КЭ

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.584.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.584.60.001	Втулка	1	
		2	16.07.ТМ.584.60.002	Втулка	1	
		3	16.07.ТМ.584.60.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.584.60.004	Корпус патрона	1	
		5	16.07.ТМ.584.60.005	Корпус	1	
		6	16.07.ТМ.584.60.006	Корпус	1	
		7	16.07.ТМ.584.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.584.60.008	Кулачок	3	
		9	16.07.ТМ.584.60.009	Ось	6	
		10	16.07.ТМ.584.60.010	Ось	3	
		11	16.07.ТМ.584.60.011	Поршень	1	
		12	16.07.ТМ.584.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.584.60.013	Пробка	1	
		14	16.07.ТМ.584.60.014	Пробка	3	
		15	16.07.ТМ.584.60.015	Прокладка	1	
		16	16.07.ТМ.584.60.016	Рычаг	3	
		17	16.07.ТМ.584.60.017	Сухарь	3	
		18	16.07.ТМ.584.60.018	Сухарь	6	
				16.07.ТМ.584.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Чучаев				Лит.	Лист
Пров.	Расторгуев					Листов
						1 3
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1131	
Утв.	Бобровский					
Патрон рычажный						

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		19	16.07.ТМ.584.60.019	Тяга	1	
		20	16.07.ТМ.584.60.020	Фланец	1	
		21	16.07.ТМ.584.60.021	Шток	1	
		22	16.07.ТМ.584.60.022	Штифт	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		М8х30.88	10	
		24		М10х20.88	3	
		25		М10х30.88	6	
		26		М12х60.88	6	
		27		М16х55.88	1	
		28		Винт М6х20.48		
				ГОСТ 1477-75	3	
		29		Винт М6х15.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		30		Гайка М16.5.		
				ГОСТ 5435-71	1	
		31		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		32		018-026-25-2-4	1	
		33		024-030-25-2-4	2	
		34		062-068-30-2-4	3	
		35		074-080-30-2-4	1	
		36		070-080-40-2-4	2	
		37		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
				16.07.ТМ.584.60.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
				<u>Документация</u>			
A1			16.07.ТМ.584.61.000.СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
		1	16.07.ТМ.584.61.001	Втулка	2		
		2	16.07.ТМ.584.61.002	Губка	2		
		3	16.07.ТМ.584.61.003	Демпфер	2		
		4	16.07.ТМ.584.61.004	Корпус	1		
		5	16.07.ТМ.584.61.005	Кольцо	1		
		6	16.07.ТМ.584.61.006	Крышка	1		
		7	16.07.ТМ.584.61.007	Ось	2		
		8	16.07.ТМ.584.61.008	Поршень	1		
		9	16.07.ТМ.584.61.009	Прокладка	1		
		10	16.07.ТМ.584.61.010	Шток-рейка	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		11		Винт М4х10.58			
				ГОСТ 17475-80	4		
		12		Винт М6х22.88			
				ГОСТ 11738-72	4		
		13		Гайка 7003-0135/001			
				ГОСТ 12460-67	1		
			16.07.ТМ.584.61.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Захватное устройство ТГУ, гр. ТМбз-1131		
Разраб.	Чучадаев						
Пров.	Расторгуев						
Н. Контр.	Виткалов						
Утв.	Бобровский						
					Лит.	Лист	Листов
						1	2

