

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Лыков Василий Константинович гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления заднего фланца шестеренчатого насоса

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

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

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

УДК 621.11.06

Лыков Василий Константинович

Технологический процесс изготовления заднего фланца шестеренчатого насоса.

Бакалаврская работа. Тольяттинский государственный университет 2016 г.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

Работа направлена на проектирование технологического процесса изготовления заднего фланца шестеренчатого насоса к условиям среднесерийного типа производства.

Ключевые слова: заготовка, технологический процесс, станок, припуск, оснастка, комбинированный режущий инструмент.

В первом разделе работы проведен анализ исходных данных для проектирования, выявлены недостатки и пути их устранения, оценена технологичность детали при изготовлении.

По результатам анализа, в технологической части работы, предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства.
- получение заготовки методом штамповки на КГШП с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования и оснастки с механизированным приводом;
- применение высокопроизводительного комбинированного инструмента с износостойкими покрытиями.

В третьем разделе спроектировано приспособление для контроля торцевого биения и патрон токарный 3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом для токарной операции.

Квалификационная работа содержит: пояснительную записку в размере 82 страниц, содержащая 26 таблиц, 6 рисунков, и графическую часть, состоящую из 7 листов.

Содержание

Введение, цель работы.....	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции.....	12
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	15
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования	19
2 Технологическая часть работы	22
2.1 Выбор типа производства	22
2.2 Выбор и проектирование заготовки.....	22
2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки	25
2.4 Выбор средств технологического оснащения.....	30
2.5 Разработка технологических операций	38
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений	58
3.1 Проектирование станочного приспособления	58
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	64
4 Безопасность и экологичность технического объекта	66
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	66
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	67
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	68
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	69
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	73
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	75

5 Экономическая эффективность работы.....	76
Заключение.....	80
Список используемой литературы.....	81
Приложения.....	82

Введение, цель работы

Учитывая, экономическую ситуацию и то тяжелейшее положение, в котором оказалась вся машиностроительная отрасль в целом, необходимо максимально эффективно расходовать имеющиеся средства, снижать все возможные издержки, как производственного, так и не производственного характера, уменьшив, таким образом, себестоимость изделия, не снижая при этом его качества, а наоборот, повышая его, что даст предприятию конкурентное преимущество на рынке.

В связи с этим, на предприятии ведутся постоянные работы по повышению качества и снижению себестоимости изготовления продукции, для чего применяется высокопроизводительное оборудование, оснастка, режущий инструмент, роботизированные комплексы, труд работников частично заменяется промышленными роботами.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка совершенно нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного типа производства, повышение качества обработки, снижение себестоимости изготовления, применение новых разработок в области технологии машиностроения.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь «Фланец задний», устанавливается в узле шестеренного насоса и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Фланец устанавливается в корпусе шестеренного насоса по пов. 8 (см. рисунок 1.1) с упором в торец 10.

В торец 6 упирается сопрягаемый фланец.

В центральном отверстии 1 расположены подшипники, с помощью которых устанавливается вал.

Фланец крепится к задней бабке винтами по отверстиям 78.

По отверстию 13 установлен штуцер для смазки.

По отверстию 26 установлен сливной патрубок.

Через отверстие 90 проходят силовые кабели.

В пазу 57 установлен датчик счета оборотов, которая крепится винтами по резьбе 59.

С торца к фланцу винтами по резьбе 46,49 крепятся прижимные планки для трубок.

С нижнего торца к фланцу винтами по резьбе 80 крепится штуцер для слива масла.

По отверстиям 73 установлены винты, крепящие статор.

По отверстиям 82 установлены винты, крепящие крышку под уплотнение.

По отверстиям 74 установлены винты, крепящие прижимные планки.

По отверстиям 61,62 установлены шпильки.

По отверстиям 85 установлены винты, крепящие крышку под уплотнения.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь «Фланец задний» имеет высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал фланца сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75 имеет необходимые, для выполнения служебного назначения детали, физико-механические свойства и химсостав.

Химический состав и механические свойства стали представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-75

Элемент, в %	С	S	P	Cr	Mn	Ni	Mo	Si
		Не более						
Содержание	0.37- 0.43	0.035	0.035	0,6- 0,9	0,5- 0,8	0,7- 1,1	0,15- 0,25	0.17- 0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-75

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	
835	980	12	40	88	180

Согласно таблицам 1.1. и 1.2. химсостав и механические свойства стали 40ХГНМ соответствуют требованиям, предъявляемым к материалу детали и обеспечат выполнение ее служебного назначения при эксплуатации.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Все обрабатываемые поверхности детали (рисунок 1.1), на чертеже нумеруем в зависимости от их служебного назначения, результаты сведем в таблицу 1.3.

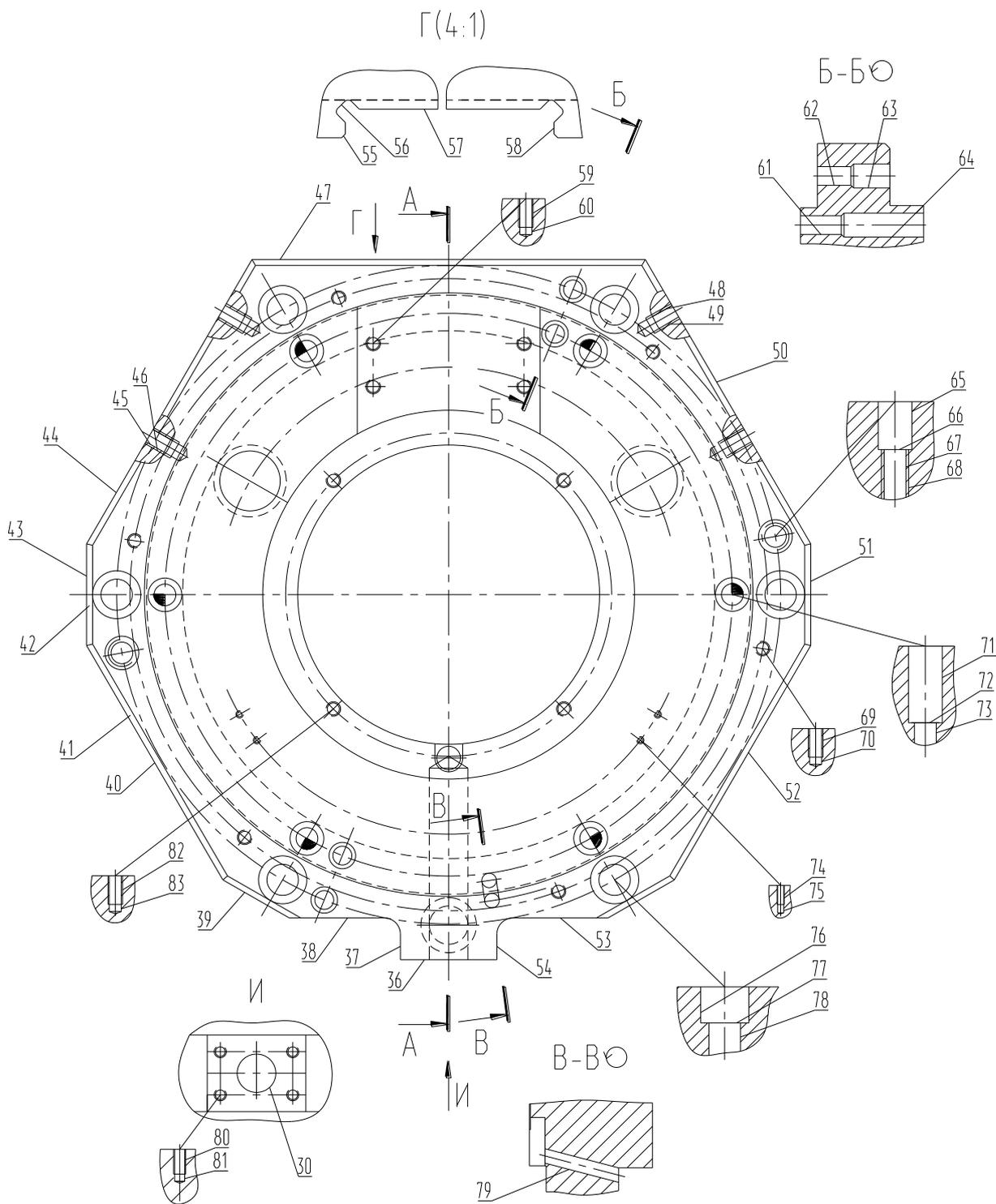


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

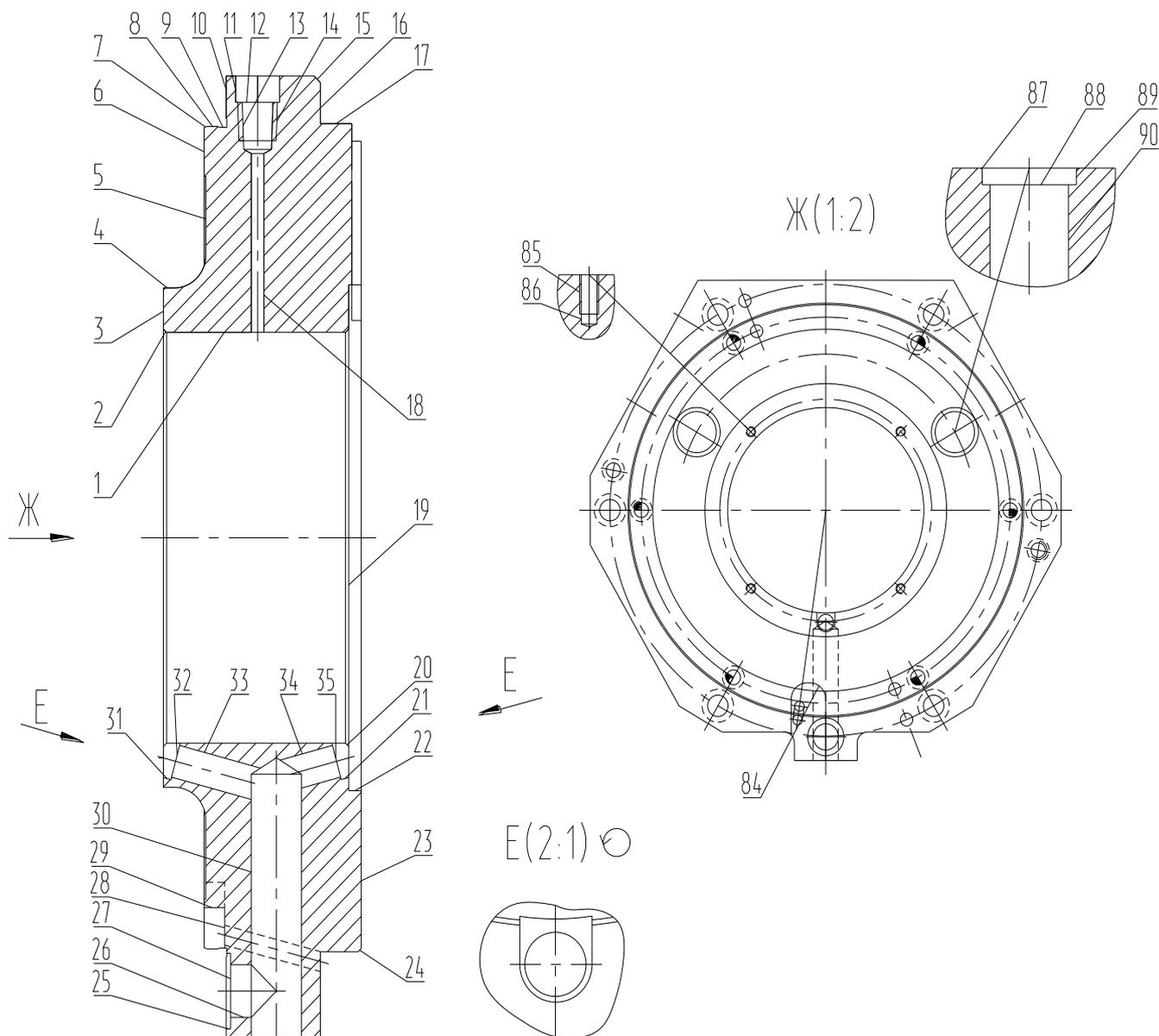


Рисунок 1.1 (продолжение)

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

N	Вид	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	1
2	База: основная конструкторская	8,10
3	База: вспомогательная конструкторская	3,6,13,19,23,28,27,26,85,90,58, 57,44,50,46,48,52,61,66,67,72, 73,69,74,77,78,80,30,82,59,30
4	Свободные поверхности	остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэф-т унификации поверхностей

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

где n_y - число поверхностей унификации;

Σn - сумма всех поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.1.2 Коэф-т шероховатости поверхностей

Коэф-т шероховатости поверхностей, определяется по формуле:

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

где $B_{ср}$ - среднее значение параметра;

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

где B_{ni} – число шероховатости поверхности;

Σn_i – число поверхностей данного значения шероховатости.

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

$$B_{ср} = (1 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,4 + 2 \cdot 1,6 + 1 \cdot 2,5 + 4 \cdot 3,2 + 77 \cdot 6,3) / 88 = 5,74 \text{ мкм.}$$

$$K_{ш} = 1 / 5,74 = 0,17 .$$

По данному показателю деталь технологична, т.к $K_{ш} < 0,32$

1.2.1.3 Коэф-т точности

Коэф-т точности поверхностей, определяется по формуле:

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

где A_{cp} - средняя точность;

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

где A_{ni} – числовое значение точности;

$\sum n_i$ – число поверхностей точности.

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

$$A_{cp} = (1 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 9 + 13 \cdot 11 + 67 \cdot 14) / 88 = 12,8.$$

$$K_T = 1 - 1/12,8 = 0,92.$$

Деталь технологична, т.к $K_T > 0,85$.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

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

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Деталь «Фланец задний» изготавливается из стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-75 методом горячей объемной штамповки или из проката. Конфигурация наружного контура детали не вызывает трудностей при получении заготовки.

Следовательно, заготовка является технологичной.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

На чертеже детали «Фланец задний» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация. Представление о конфигурации детали, точности, чистоте поверхностей и отклонения от правильности геометрических форм детали исчерпывающие. Все необходимые для проектирования размеры - присутствуют.

Деталь не содержит конструктивных особенностей, отличных от типовых деталей класса «Втулка» и может быть обработана по типовому ТП, с внесением незначительных корректив.

.Все поверхности обеспечивают нормальный доступ инструмента, обрабатываются на обычных универсальных станках

Возможно, широко использовать механизацию и автоматизацию при ее установке заготовки, обработке и ее транспортировке.

Делаем вывод, о технологичности детали по данному критерию.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

Этот критерий характеризуется выполнением принципов единства и постоянства баз при обработке, точностью и шероховатостью базовых поверхностей, возможностью захвата детали роботом.

Учитывая данные критерии и конструкцию детали, принимаем за черновые базы на первой токарной операции - наружный диаметр штамповки, пов. 43 и торец пов. 23.

В качестве баз при дальнейшей токарной, фрезерной, сверлильной обработке необходимо использовать отв. 1 и торцы 3,23 или пов. 8 и торец 3.

На большинстве установок в качестве технологических базовых поверхностей используются измерительные базы. Поверхности, используемые в качестве данных базовых, имеют высокую точность и малую шероховатость, что обеспечивает получение необходимых параметров точности и шероховатости

обрабатываемых поверхностей.

Следовательно, выполнение принципов единства и постоянства баз при обработке осуществляются в полной мере, деталь технологична.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Максимальное значение качества, степени точности и шероховатости поверхности детали, соответствуют ее служебному назначению:

- калитет: IT3 – пов. 8;
- шероховатость: Ra 0,2 на пов. 1;
- биение 0,002 пов. 10 относительно оси пов. 1;
- непараллельность 0,002 пов. 6 относительно пов. 10.

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.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Конструкция фланца является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью анализа является - выявление недостатков базового техпроцесса (ТП), устранение которых будет содействовать достижению целей квалификационной работы.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс. Порядок и содержание операций базового маршрута приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового технологического процесса

N оп	Содержание	СТО			
		Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Комплектовочная				
010	Транспортировочная				
015	Очистная				
020	Разметочная				
025	Токарная	16K20	Резец проходной, T5K10 подрезной, T5K10 расточной, T5K10	Штангенциркуль	Патрон трехкулачковый
030	Слесарная				
035	Разметочная				
040	Токарная	16K20	Резец проходной, T5K10 подрезной, T5K10 расточной, T5K10	Штангенциркуль	Патрон трехкулачковый
045	Слесарная				
050	Термическая (отпуск)				
055	Токарная	16K20	Резец проходной, T15K6 подрезной, T15K6, расточной, T15K6	Штангенциркуль	Патрон трехкулачковый
060	Слесарная				
065	Наладочная				

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
070	Токарная	16K20	Резец проходной, T15K6 подрезной, T15K6	Штангенциркуль	Патрон трехкулачковый
075	Слесарная				
080	Внутришлифовальная	3K227B	Шлифовальный круг	Калибр-пробка	Патрон трехкулачковый
085	Слесарная				
090	Координатно-расточная	243BMФ2	Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 Резец расточной T15K6	Штангенциркуль Калибр-пробка	Приспособление специальное
095	Слесарная				
100	Наладочная				
105	Координатно-расточная	243BMФ2	Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 Резец расточной T15K6	Штангенциркуль Калибр-пробка	Приспособление специальное
110	Слесарная				
115	Сверлильная	243BMФ2	Сверло спиральное P6M5 Резец расточной T15K6	Штангенциркуль Калибр-пробка	Приспособление специальное
120	Слесарная		Метчик машинный P6M5		
125	Термическая (закалка)				
130	Токарная	16K20	Резец проходной, T15K6 подрезной, T15K6 расточной, T15K6	Штангенциркуль	Патрон трехкулачковый
135	Слесарная				
140	Плоскошлифовальная	3E711B	Шлифовальный круг	Штангенциркуль Приспособление с индикатором	Стол магнитный

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
145	Слесарная				
150	Внутришлифовальная	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка	
155	Слесарная				
160	Круглошлифовальная	3М152	Шлифовальный круг	Микрометр	Патрон трехкулачковый
165	Круглошлифовальная	3М152	Шлифовальный круг	Микрометр	Патрон трехкулачковый, оправка
170	Слесарная				
175	Внутришлифовальная	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка	
180	Слесарная				
185	Термическая (старение)				
190	Плоскошлифовальная	3Е711В	Шлифовальный круг	Штангенциркуль Приспособление с индикатором	Стол магнитный
195	Слесарная				
200	Координатно-расточная	243ВМФ2	Резец расточной Т15К6	Штангенциркуль Калибр-пробка	Приспособление специальное
205	Слесарная				
210	Гальваническая (оксидирование)				
215	Слесарная				
220	Плоскошлифовальная	3Е711В	Шлифовальный круг	Штангенциркуль Приспособление с индикатором	Стол магнитный
225	Слесарная				
230	Круглошлифовальная	3М152	Шлифовальный круг	Микрометр	Патрон трехкулачковый
235	Слесарная				
240	Круглошлифовальная	3М152	Шлифовальный круг	Микрометр	Патрон трехкулачковый

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
245	Слесарная				
250	Внутришлифовальная	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка	Патрон трех-кулачковый
255	Слесарная				
260	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Оценка базового техпроцесса обработки детали «Фланец задний» показывает, что он пригоден только для единичного и мелкосерийного производства. Применяемое оборудование и оснастка недостаточно производительны в условиях среднесерийного типа производства.

Проанализировав базовый техпроцесс, во время производственной практики и подготовки к ВКР, обнаружили ряд недостатков, сдерживающих повышение производительности обработки фланца и снижение его себестоимости.

Основными недостатками базового техпроцесса являются:

- низкая износостойкость резцов на токарных операциях при больших припусках на обработку;
- увеличенное штучно-калькуляционное время на токарных операция из-за большого припуска, низких режимов резания и применения универсального оборудования;
- не оптимально выбрано оборудование – в основном универсальные низкопроизводительные станки;
- большое время тратится на слесарные операции, где происходит снятие заусенцев по всему контуру детали;
- резьба нарезается вручную на слесарной операции;
- не оптимально с точки зрения базирования выбрана последовательность шлифовальных операций, большое штучное время и низкая стойкость шлифо-

вальных кругов;

- большое штучное время на операциях вследствие применения универсальной оснастки с ручным зажимом;
- применение универсального инструмента с низкой износостойкостью.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

На базе анализа недостатков базового техпроцесса, сформулируем задачи выпускной квалификационной работы и пути совершенствования ТП:

1. Выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом и спроектировать заготовку, полученную штамповкой;
2. Для условий среднесерийного типа производства использовать оптимальные высокопроизводительные станки, в основном с ЧПУ или полуавтоматы, исходя из габаритов и массы детали;
3. Резьбу нарезать на сверлильной операции с ЧПУ;
4. Вместо слесарной операции, выполняемой вручную, применить электрохимическое удаление заусенцев;
5. Оптимизировать последовательность и содержание шлифовальных операций, базирование заготовки производить относительно наиболее точных базовых поверхностей. Применить специальные марки шлифовального круга с повышенной производительностью и стойкостью, например, из сложнолегированного электрокорунда 91А;
6. Применить комбинированный инструмент, что снижает число переходов и повышает производительность обработки;
7. Применить режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
8. Применить специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с механизированным приводом;
9. Спроектировать патрон клиновый с торцовым поджимом с механиз-

рованным приводом для токарной операции и контрольное приспособление для контроля и торцевого биения;

10. Проанализировать ТП с точки зрения охраны труда;

11. Определить экономическую эффективность изменений, внесенных в техпроцесс.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Исходя из типа производства, определим подходы к выбору организации технологического процесса, виду заготовки, назначению припусков.

Согласно, рекомендаций [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 21 кг и годовой программе выпуска $N_r = 10000$ шт/год, тип производства – среднесерийный.

Следовательно, исходя из годовой программы выпуска и номенклатуры выпускаемых деталей, форма организации ТП – будет поточная или переменнo – поточная.

Для разработки технологического процесса в условиях среднесерийного типа производства будем использовать универсальное и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование будем размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

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

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Для детали «Фланец задний» заготовкой может служить поковка, полученная методом горячей объемной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). Заготовку из проката, для производства данной детали применить невозможно, т.к. максимальный диаметр детали 324 мм, а максимальный диаметр проката по ГОСТ 2590-71 - 270 мм.

2.2.1 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Стоимость заготовки, получаемой методом штамповки на КГШП, определяется по формуле:

$$S_{\text{заг}} = C_i/1000 \cdot (m_3 \cdot k_T k_c k_B k_M k_{\Pi}) - (m_3 - m_d) \cdot S_{\text{отх}}/1000, \quad (2.1)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т штампованных заготовок, руб, $C_i = 373$ руб;

m_3 - масса заготовки, кг;

m_d - масса детали, кг;

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

k_c - коэф-т сложности $k_c = 1,0$ [5, с. 38];

k_B - коэф-т веса. $k_B = 0,74$ [5, с. 38];

k_M - коэф-т, от марки материала. $k_M = 1,3$ [5, с. 37];

k_{Π} - коэф-т, от программы выпуска детали. $k_{\Pi} = 1,0$;

$S_{\text{отх}}$ - стоимость отходов, руб.

Степень сложности С3. Точность изготовления поковки - Т3 класс. Группа стали – М2.

Припуски и допуски назначим по ГОСТ 7505-89.

Объем заготовки определяется по формуле:

$$V_{\Pi} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.2)$$

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

Объем цилиндрических элементов заготовки определяется по формуле:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.3)$$

где d - диаметр рассматриваемого элемента, мм;

l - длина элемента, мм

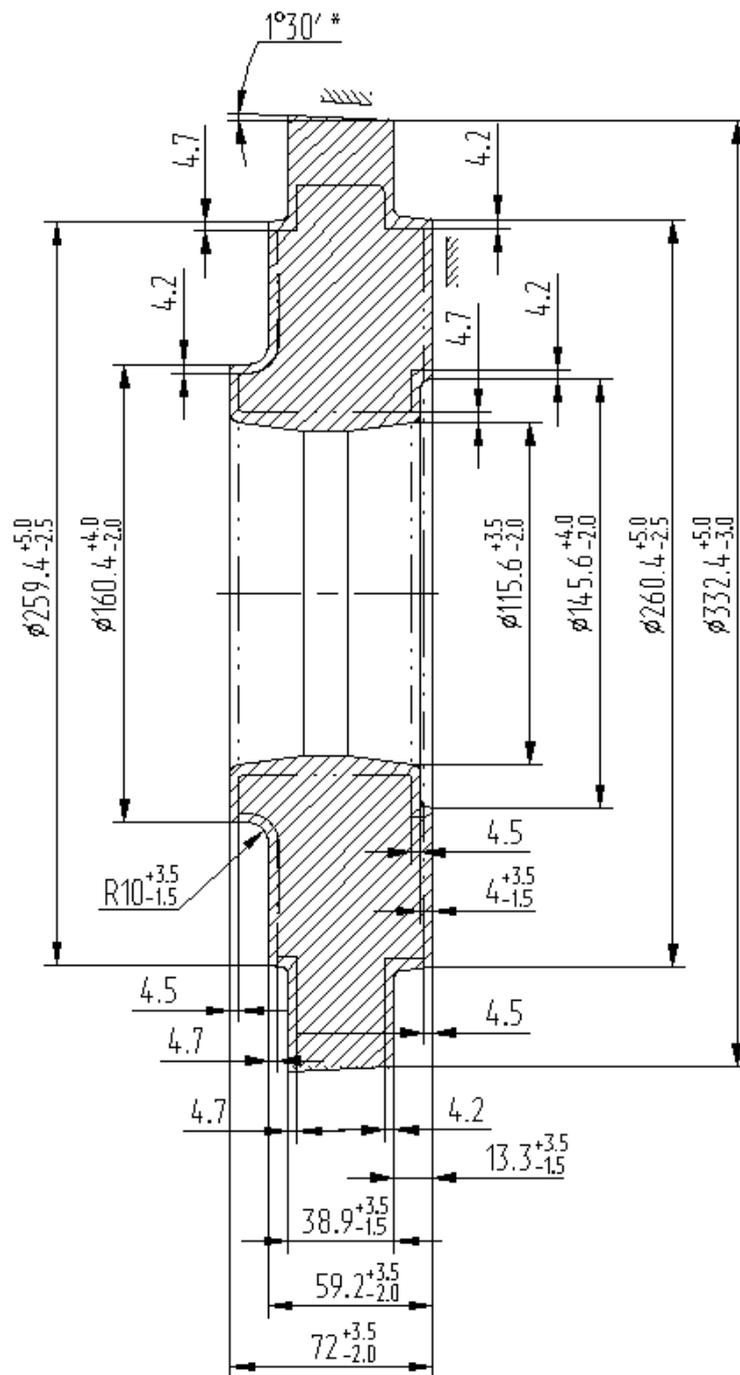


Рисунок 2.1 - Эскиз заготовки

Тогда, объем заготовки, полученной штамповкой, V , мм³:

$$V = 3,14/4 \cdot (160,4^2 \cdot 12,8 + 259,4^2 \cdot 7 + 332,4^2 \cdot 38,9 + 260,4^2 \cdot 13,3 - 115,6^2 \cdot 68 - 145,6^2 \cdot 4) = 3930285 \text{ мм}^3$$

Масса штампованной заготовки (m_3 , кг) определяется по формуле:

$$m_3 = V \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

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

$$m_3 = 3930285 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 30,8 \text{ кг} .$$

Коэф-т использования материала:

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 21/30,8 = 0,68 \quad (2.5)$$

Стоимость заготовки, полученной штамповкой:

$$S_{\text{заг}} = 373/1000 \cdot (30,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,74 \cdot 1,3 \cdot 1,0) - 24/1000 \cdot (30,8 - 21) = 10,816 \text{ руб}$$

Стоимость штампованной заготовки с учетом коэф-та приведения цен 1985 г к ценам 2016 г:

$$S_{\text{заг Ш}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 10,816 \cdot 100 = 1081,6 \text{ руб} \quad (2.6)$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

При установке детали в приспособлении, и ее механической обработке, необходимо соблюдение принципа единства и постоянства баз, это обеспечит минимальные погрешности при изготовлении детали.

На заготовительной операции создаются базы для первой механической обработки - черновые технологические базы.

Точность базирования фланца заднего на всех операциях технологического процесса в диаметральном и осевом направлениях, обеспечивается рациональным выбором диаметральных и осевых баз и применением самоцентрирующих зажимных приспособлений.

Погрешность обработки при переходе обрабатываемой детали от одной операции к другой снижается, так как постоянно увеличивается точность и чи-

стота поверхностей технологических баз.

Таблица 2.1 - Назначение технологических баз

№ оп.	Наименование операции	Контролируемый параметр	Технологическая база	Измерительная база
1	2	3	4	5
005	Токарная	Осевой	23	23
015		Диаметральный	43	43
010	Токарная	Осевой	3	3
050		Диаметральный	1	1
025	Торцевнутришлифовальная	Осевой	3	3
105		Диаметральный	8	8
030	Плоскошлифовальная	Осевой	3	3
		Диаметральный	-	-
035,105	Торцекруглошлифовальная	Осевой	23	23
145		Диаметральный	1	1
040,120	Торцешлифовальная	Осевой	23	23
150		Диаметральный	1	1
055	Фрезерная	Осевой	3	3
060		Диаметральный	1	1
065,070	Сверлильная	Осевой	3	3
075,080		Диаметральный	1	1
110	Плоскошлифовальная	Осевой	3	3
		Диаметральный	1	1
140	Внутришлифовальная	Осевой	3	3
		Диаметральный	8	8

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

По результатам выбора маршрутов обработки заполним таблицу 4.2, где обозначено:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| Т- обтачивание черновое; | Тч- обтачивание чистовое; |
| Р- растачивание черновое; | Рч- растачивание чистовое; |
| Ш- шлифование черновое; | Шч- шлифование чистовое; |
| Шт- шлифование тонкое; | Ф- фрезерование черновое; |
| Фч- фрезерование чистовое; | С- сверление; |
| Рз- резьбонарезание; | П- полирование; |
| ТО- термическая обработка. | |

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршруты обработки	IT	Ra
4,5,7,9,24	Т, Тч, ТО	14	12,5
16,17	Т, Тч, ТО	11	3,2
2,20,22	Р, Рч, ТО	14	6,3
3,23	Т, Тч, Ш, ТО	9	3,2
6,8,10	Т, Тч, Ш, ТО, Шч,, ТО, Шт	3	0,4
19	Р, Рч, ТО, Шч	9	3,2
1	Р, Рч, Ш, ТО, Шч, ТО, Шт	4	0,2
60,70,75,81,83,86,67,13,45,48	С,ТО	14	12,5
59,69,74,80,82,85,68,14,46,49	Рз, ТО	10	12,5
62,63,61,64,65,66,71,72,73,76, 77,78,79,88,89,31,32,33,34,35, 36,42,18,11,12,26,25,30	С, ТО	14	12,5
90	С, ТО	11	12,5
27	С, Рч, ТО	12	2,5
28,29,36-44,47,50,51-54,55,56, 15,84	Ф, ТО	14	12,5
57,58	Ф, Фч, ТО,Шч	6	16,

Данный технологический маршрут изготовления фланца обеспечивает выполнение требований чертежа детали по точности и качеству поверхностей.

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута для всех поверхностей детали представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	№ баз. поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	-	-		
005	Токарная (черновая)	43,23	1,3,4,6,8,10	13	12,5
010	Токарная (черновая)	1,3	43,16,17,23,19,22	13	12,5
015	Токарная (чистовая)	43,23	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	11	6,3
020	Токарная (чистовая)	1,3	43,19,20,22,23,24 16,17	11 11	6,3 3,2
025	Торцевнутришлифовальная (черновая)	8,3	1,23	8	1,6
030	Плоскошлифовальная	23	3	8	1,6
035	Торцекруглошлифовальная (черновая)	1,23	8,10	8	1,6
040	Торцешлифовальная (черновая)	1,23	6	8	1,6
045	Моечная				
050	Контрольная				
055	Фрезерная	1,3	36,37,38,39,40,41,42, 43,44,47,50,51,52,53, 54	13	6,3

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
060	Фрезерная	1,3	55,56 57,58	13 10	6,3 6,3
065	Сверлильная	1,3	45,48,81,30,18,13,11, 12 46,49,80,14	13 13 10	6,3 6,3 6,3
070	Сверлильная	1,3	65,66,67,71,72,73,76, 77,78,61,62,63,64,79, 34,35,21	13	6,3
075	Сверлильная	1,3	60,70,83,75, 59,69,82,74,68	13 10	6,3 6,3
080	Сверлильная	1,3	86,31,32,33,25,26,87, 88,89,84,28,29 85,90 27	13 13 10 10	6,3 6,3 6,3 2,5
085	Слесарная	-	-	-	-
090	Моечная				
095	Контрольная				
100	Термическая (закалка, отпуск)	-	-	-	-
105	Торцевнутришлифовальная (чистовая)	8,3	1 19	6 8	0,8 3,2
110	Плоскошлифовальная (чистовая)	1,3	58 57	6 8	1,6 1,6
115	Торцекруглошлифовальная (чистовая)	1,23	8,10	6	0,8
120	Торцешлифовальная (чистовая)	1,23	6	6	0,8
125	Моечная				
130	Контрольная				

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
135	Термическая (старение, хим. окс. прм.)	-	-	-	-
140	Внутришлифовальная (тонкая)	8,3	1	4	0,2
145	Торцекруглошлифовальная (тонкая)	1,23	8,10	3	0,4
150	Торцешлифовальная (тонкая)	1,23	6	3	0,4
155	Моечная				
160	Контрольная				

2.3.4 План обработки детали

План изготовления детали "Фланец задний", 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

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

2.4.1 Обоснование выбора оборудования

При выборе оборудования будем руководствоваться следующими критериями:

1. 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.

2. Необходимо стремиться к максимальной концентрации переходов на операции.

3. Обязательно учитывать тип производства. Для среднесерийного производства, необходимо, применять высокопроизводительные станки-автоматы, агрегатные станки, станки с ЧПУ. При недостаточной загрузке оборудования необходимо предусмотреть возможность дозагрузки оборудования аналогичными деталями.

4. Оборудование должно быть безопасным, эргономичным, а так же соответствовать нормам экологической безопасности.

Данные по выбору оборудованию представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок
1	2	3
005 010	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1500
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1500
025	Торцевнутришлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В
030	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1
035	Торцекруглошлифовальная (черновая)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
040	Торцешлифовальная (черновая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В
045 090 125	Моечная	Камерная моечная машина
055 060	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
065	Сверлильная	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2
070 075 080	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1
085	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
105	Торцевнутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В
110	Плоскошлифовальная (чистовая)	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1
115	Торцекруглошлифовальная (чистовая)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
120	Торцешлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В
140	Внутришлифовальная (тонкая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В
145	Торцекруглошлифовальная (тонкая)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
150	Торцешлифовальная (тонкая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В

2.4.2 Обоснования выбора приспособлений

При выборе приспособления будем руководствоваться следующими критериями:

1. Приспособление должно обеспечивать надежное закрепление заготовки при обработке и обеспечивать материализацию теоретических схем базирования на каждой операции технологического процесса, посредством опорных и установочных элементов.

2. Приспособление должно быть быстродействующим и обеспечивать надежную фиксацию обрабатываемой заготовки в нем.

3. В первую очередь, предпочтение будем отдавать стандартным нормализованным, универсально - сборным приспособлениям, и только при их отсутствии проектировать специальное приспособление.

Зная тип, модель станка, метод обработки и учитывая габариты заготовки, ее форму и расположение обрабатываемых поверхностей, их точность и шероховатость осуществляем выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособления сведены в таблицу 2.5

Таблица 2.5 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособление
1	2	3
005 010	Токарная (черновая)	Патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновый
015 020	Токарная (чистовая)	Патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновый
025	Торцевнутришлифовальная (черновая)	Патрон мембранный
030	Плоскошлифовальная	Стол магнитный
035	Торцекруглошлифовальная (черновая)	Патрон цанговый
040	Торцешлифовальная (черновая)	Патрон цанговый
055 060	Фрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом
065	Сверлильная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом
070 075 080	Сверлильная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом
105	Торцевнутришлифовальная (чистовая)	Патрон мембранный
110	Плоскошлифовальная (чистовая)	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом
115	Торцекруглошлифовальная (чистовая)	Патрон мембранный
120	Торцешлифовальная (чистовая)	Патрон мембранный

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
140	Внутришлифовальная (тонкая)	Патрон мембранный
145	Торцекруглошлифовальная (тонкая)	Патрон мембранный
150	Торцешлифовальная (тонкая)	Патрон мембранный

2.4.3 Обоснование выбора режущего инструмента

При выборе режущего инструмента предпочтение следует отдавать стандартным и нормализованным инструментам и только при их отсутствии применять нестандартные.

Зная марку обрабатываемого материала, метод обработки, тип и модель станка, выбираем вид режущего инструмента.

Марку инструментального материала выбираем, в зависимости от состояния поверхности и обрабатываемого материала, материал должен обладать высокой стойкостью при минимальной стоимости.

Геометрические параметры режущей части инструмента выбираем исходя из размеров и формы обрабатываемой поверхности.

Результаты выбора инструмента представлены в табл. 2.6

Таблица 2.6 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
010 010	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной сборный с	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
		механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10, с покрытием (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$	
015 020	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
025	Торцевнутришлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 5 80x50x18 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 90x40x25 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
030	Плоскошлифовальная	Круг шлифовальный 1 450x80x203 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
035	Торцекруглошлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 3 600x30x305 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
040	Торцешлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 6 90x40x25 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
055	Фрезерная	<p>Фреза торцовая насадная Ø160 z=16 ГОСТ 9473-80, со вставными ножами Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.</p> <p>Фреза торцовая насадная Ø100 z=12 ГОСТ 9304-69, P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Фреза одноугловая 45° Ø 63 Z=22, ТУ2-035-526-76, P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C</p>	Шаблон ГОСТ 2534-73
060	Фрезерная	<p>Фреза торцовая насадная Ø125 z=12 ГОСТ 9473-80, со вставными ножами Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.</p> <p>Фреза торцовая насадная Ø125 z=12 ГОСТ 9473-80, со вставными ножами Т15К6, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.</p> <p>Фреза прорезная Ø 100 В=2 Z=48 ГОСТ 2679-93 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C</p>	Шаблон ГОСТ 2534-73
065	Сверлильная	<p>Сверло Ø 16 ГОСТ 10902-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.</p> <p>Свела спиральные комбинированные Ø 7; Ø 4; Ø 14 P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C.</p> <p>Метчик машинный М8 ГОСТ 3266-81, P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C</p>	Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-73
		Метчик конический К1/8'' ГОСТ 3266-81, P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C	
070	Сверлильная	Свела спиральные комбинированные P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C. Ø11/Ø14; Ø13/Ø20; Ø9/Ø14; Ø7,8/Ø10; Ø10/Ø12; Ø6	Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-73

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
075	Сверлильная	Свела спиральные комбинированные Ø5; Ø2,5; Ø 14 P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C. Метчик машинный М3, М6, М12 ГОСТ 3266-81, P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C	Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-73
080	Сверлильная	Свела спиральные комбинированные P6M5K5 , покрытие (Ti, Cr)C. Ø5; Ø10; Ø16; Ø25 Фреза концевая Ø 20 Z=6 ГОСТ17025- 71, покрытие (Ti, Cr)C. Пластина подрезная T5K10, покрытие (Ti,Si)CN	Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-73
105	Торцевнутри- шлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 5 80x15x18 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 90x40x25 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором
110	Плоскошлифо- вальная (чисто- вая)	Круг шлифовальный 1 450x80x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
115	Торцекруг- лошлифоваль- ная (чистовая)	Круг шлифовальный 3 600x30x305 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с индикатором
120	Торцешлифо- вальная (чисто- вая)	Круг шлифовальный 6 90x40x25 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
140	Внутришлифовальная (тонкая)	Круг шлифовальный 5 80x15x18 91A F100 O 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором
145	Торцекруглошлифовальная (тонкая)	Круг шлифовальный 3 600x30x305 91A F100 O 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором
150	Торцешлифовальная (тонкая)	Круг шлифовальный 6 90x40x25 91A F100 O 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Микроинтерферометр

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Заготовка - штамповка

Расчёт припусков будем производить на самую точную цилиндрическую поверхность - шейку $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$

Таблица 2.7 - Маршрут обработки поверхности, станки и оснастка

№	Методы обработки поверхности	Код операции	Оборудование	Установка заготовки
1	Точение черновое	010	DMTG СКЕ6150z/1500	В патроне
2	Точение чистовое	020	DMTG СКЕ6150z/1500	В патроне
3	Шлифование черновое	035	3Б153Т	В патроне цанговом
4	Шлифование чистовое	115	3Б153Т	В патроне мембранном
5	Шлифование тонкое	145	SMG 3510F3	В патроне мембранном

Таблица 2.8 - Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min мкм	Операц допуск Td/JT	d ⁱ min мм	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски, мм	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹				d ⁱ min	d ⁱ max	2Z max	2Z min
1	Штамповка	320	300	2140	-	-	7500 16	256,764	256,764	264,264	-	-
2	Точить начерно	50	50	128	580	5674	720 13	251,090	251,090	251,810	13,174	4,954
3	Точить начисто	25	25	85	120	551	290 11	250,539	250,539	250,829	1,271	0,261
4	Шлифовать начерно	10	20	43	40	288	72 8	250,251	250,251	250,323	0,578	0,216
5	Шлифовать начисто	5	15	21	20	155	29 6	250,096	250,096	250,125	0,227	0,126
5	Шлифовать тонко	2	10	11	10	86	10 3	250,010	250,010	250,020	0,115	0,076

Выполним расчет припусков по переходам:

Составляющие припуска: Rz- величину микронеровностей и h- глубину дефектного слоя, назначаем по таблицам. [5, с. 66], [9, с. 69].

Определим составляющие припуска ρ₀ и ε_{уст}:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{СМ}}^2 + \rho_{\text{КОР}}^2 + \rho_{\text{Ц}}^2}, \quad (2.7)$$

где ρ_{ом} = 1,0 мм – погрешность, вызванная смещением линии разъема штампа

Погрешность коробления заготовки, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L = 1,0 \cdot 63 = 63 \text{ мкм} \quad (2.8)$$

где L- расстояние до точки расчета погрешность коробления,, мм;

Δ_к – удельное коробление, мкм/мм

Величина смещения оси заготовки при центрировании, определяется по формуле:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.9)$$

где δ_3 – допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на первой операции. $\delta_3 = 7,5$ мм;

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

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{7,5^2 + 1} = 1,891 \text{ мм.}$$

Подставим полученные значения в формулу (2.7.) и получим суммарное отклонение расположения:

$$\rho_0 = \sqrt{1,0^2 + 0,063^2 + 1,891^2} = 2,140 \text{ мм.}$$

Остаточное суммарное расположение заготовки после черновой обработки, вычисляется по формуле:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_0, \quad (2.10)$$

где K_y - коэф-т уточнения, зависящий от технологического перехода:

для перехода 2 - $K_y = 0,06$; для перехода 5 - $K_y = 0,01$;
 для перехода 3- $K_y = 0,04$; для перехода 6 - $K_y = 0,005$.
 для перехода 4 - $K_y = 0,02$;

Подставив определенные значения в формулу (2.10), получим:

$$\rho_2 = K_{y2} \cdot \rho_0 = 2140 \cdot 0,06 = 128 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_0 = 2140 \cdot 0,04 = 85 \text{ мкм};$$

$$\rho_4 = K_{y4} \cdot \rho_0 = 2140 \cdot 0,02 = 43 \text{ мкм};$$

$$\rho_5 = K_{y5} \cdot \rho_0 = 2140 \cdot 0,01 = 21 \text{ мкм};$$

$$\rho_6 = K_{y6} \cdot \rho_0 = 2140 \cdot 0,005 = 11 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon_{уст1} = 580$ мкм, $\varepsilon_{уст2} = 120$ мкм, $\varepsilon_{уст3} = 40$ мкм,

$\varepsilon_{уст4} = 20$ мкм, $\varepsilon_{уст5} = 10$ мкм.

Минимальный припуск на черновую обработку, рассчитывается по формуле:

$$2Z_{\text{minim}} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.11)$$

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.11) и получим величину минимального припуска для каждого из переходов:

$$2Z_{\text{minim.т.черн}} = 2(320+300+\sqrt{2140^2 + 580^2}) = 5674 \text{ мкм};$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\text{minim.т.чист}} = 2(50+50+\sqrt{128^2 + 120^2}) = 551 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{minim.ш.черн}} = 2(25+25+\sqrt{85^2 + 40^2}) = 288 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{minim.ш.чист}} = 2(10+20+\sqrt{43^2 + 20^2}) = 155 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{minim.ш.чист}} = 2(5+15+\sqrt{21^2 + 10^2}) = 86 \text{ мкм}.$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям, вычислим по формулам (2.12) и (2.13):

$$d^{i-1} \text{ minim} = d^i \text{ minim} + 2Z_{\text{minim}}, \quad (2.12)$$

$$d \text{ minim.ш.тонк} = 250,010 \text{ мм};$$

$$d \text{ minim.ш.чист} = 250,010 + 0,086 = 250,096 \text{ мм};$$

$$d \text{ minim.ш.черн} = 250,096 + 0,155 = 250,251 \text{ мм};$$

$$d \text{ minim.т.чист} = 250,251 + 0,288 = 250,539 \text{ мм};$$

$$d \text{ minim.т.черн} = 250,539 + 0,551 = 251,09 \text{ мм};$$

$$d \text{ minim.з.} = 251,09 + 5,674 = 256,764 \text{ мм}.$$

$$d^i \text{ maxim} = d^i \text{ minim} + Td^i, \quad (2.13)$$

$$d \text{ maxim.ш.тонк} = 250,010 + 0,010 = 250,020 \text{ мм};$$

$$d \text{ maxim.ш.чист} = 250,096 + 0,029 = 250,125 \text{ мм};$$

$$d \text{ maxim.ш.черн} = 250,251 + 0,072 = 250,323 \text{ мм};$$

$$d \text{ maxim.т.чист} = 250,539 + 0,290 = 250,829 \text{ мм};$$

$$d \text{ maxim.т.черн} = 251,090 + 0,72 = 251,810 \text{ мм};$$

$$d \text{ maxim.з.} = 256,764 + 7,5 = 264,264 \text{ мм}.$$

Подставим величины минимальных и максимальных диаметров в формулу (2.14) и (2.15) получим величину максимального припуска для каждого из переходов:

$$2Z_{\max} = d^{i-1} \max - d^i \min, \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max \text{ ш. тонк}} = 250,125 - 250,010 = 0,115 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ ш. чист}} = 250,323 - 250,096 = 0,227 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ ш. черн}} = 250,829 - 250,251 = 0,578 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т. чист}} = 251,810 - 250,539 = 1,271 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т. черн}} = 264,264 - 251,090 = 13,174 \text{ мм}.$$

Минимальные припуски, определяем по формуле:

$$2Z_{\min} = d^{i-1} \min - d^i \max, \quad (2.15)$$

$$2Z_{\min \text{ ш. тонк}} = 250,096 - 250,020 = 0,076 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ ш. чист}} = 250,251 - 250,125 = 0,126 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ ш. черн}} = 250,539 - 250,323 = 0,216 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т. чист}} = 251,090 - 250,829 = 0,261 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т. черн}} = 256,764 - 251,810 = 4,954 \text{ мм}.$$

Расчёты выполнены, верно, в случае выполнения условия проверки:

$$2Z^i \max - 2Z^i \min = TD^i + TD^{i-1} - \text{условие проверки} \quad (2.16)$$

$$2Z^4 \max - 2Z^4 \min = 0,578 - 0,216 = 0,362 \text{ мм};$$

$$TD^i + TD^{i-1} = 0,072 + 0,290 = 0,362 \text{ мм}.$$

Так как, условие проверки выполняется: $2Z^4 \max - 2Z^4 \min = TD^i + TD^{i-1} = 0,362$, то, расчёты припусков выполнен верно.

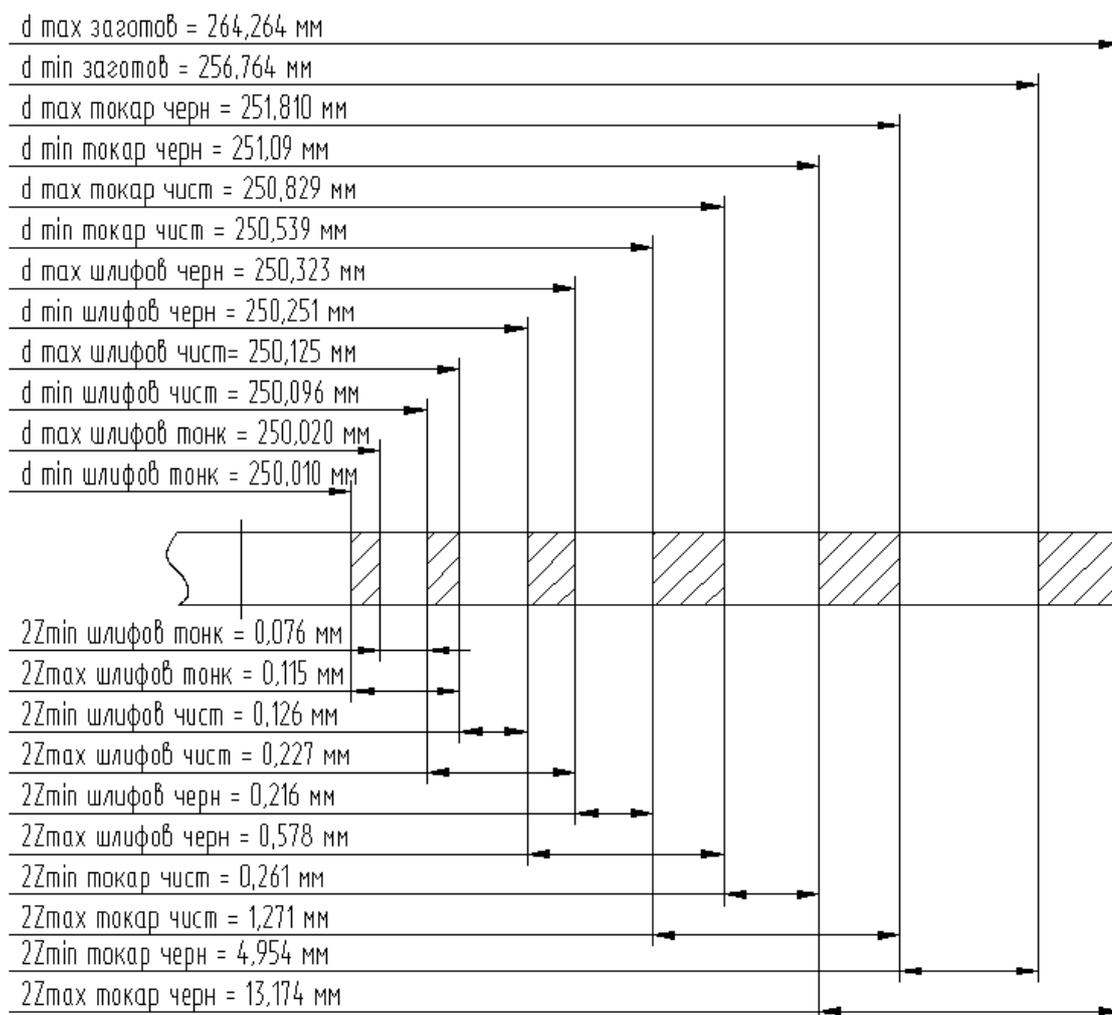


Рисунок 2.2 - Схема припусков

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 [17, 191]. Определенные табличным методом припуски заносим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Припуски на обработку поверхностей фланца заднего

№ оп	Наименование оп	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4
005	Токарная (черновая)	1,3,4,6,8,10	1,8·2
010	Токарная (черновая)	43,16,17,23,19,22	1,8·2
015	Токарная (чистовая)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	0,65
020	Токарная (чистовая)	43,19,20,22,23,24,16,17	0,65
025	Торцевнутришлифовальная (черновая)	1,23	0,25
030	Плоскошлифовальная	3	0,25
035	Торцекруглошлифовальная (черновая)	8,10	0,25
040	Торцешлифовальная (черновая)	6	0,25
105	Торцевнутришлифовальная (чистовая)	1 19	0,13 0,25
110	Плоскошлифовальная (чистовая)	58,57	0,30
115	Торцекруглошлифовальная (чистовая)	8,10	0,13
120	Торцешлифовальная (чистовая)	6	0,13
140	Внутришлифовальная (тонкая)	1	0,07
145	Торцекруглошлифовальная (тонкая)	8,10	0,07
150	Торцешлифовальная (тонкая)	6	0,07

2.5.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Произведем расчет режимов резания на 015 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Исходные данные

Материал - сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75, $\sigma_B = 980$ Мпа.

Заготовка – штамповка.

Обработка - токарная чистовая.

Приспособление - патрон 3-х кулачковый.

Смена детали – ручная.

Жесткость станка – средняя.

2.5.2.2 Структура операции (последовательность переходов)

Операция 15 Токарная чистовая.

Содержание операции:

Переход 1: Точить поверхность, выдерживая размеры: $\varnothing 152_{-0,25}$; $\varnothing 220_{-0,29}$; $\varnothing 250,9_{-0,29}$; $R10_{-0,2}$; $43,7 \pm 0,06$; $49,75 \pm 0,06$; $50,7 \pm 0,06$; $63,5 \pm 0,08$; 15° ; 45° ; 2; 1,25; $R0,5$; $\varnothing 249,5_{-0,29}$.

Переход 2: Расточить отверстие, выдержать размеры: $\varnothing 124,1^{+0,25}$; $1 \times 45^\circ$.

2.5.2.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец проходной, Т15К6.

$\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$ $\alpha = 11^\circ$; $h = 25$, $b = 25$, $L = 125$.

Переход 2: Резец расточной, Т15К6.

$\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$ $\alpha = 11^\circ$; $h = 20$, $b = 20$, $L = 140$.

2.5.2.4 Данные оборудования

Модель- DMTG СКЕ6150z/1500

Мощность 11 Квт;

Частота вращения шпинделя 0-2200 об/мин.

2.5.2.5 Расчет режимов резания

2.5.2.5.1 Глубина резания $t=0,65$ мм.

2.5.2.5.2 Подача S , мм/об, выбирается с учетом обрабатываемого материала и диаметра обработки:

$$S = 0.25 \text{ мм/об [16, с.268].}$$

2.5.2.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин:

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

где C_U - поправочный коэф-т, 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: $m = 0.2$, $x = 0.15$,

$y = 0.20$, [16, с.270];

K_U – поправочный коэф-т, на условия резания [16,с.282];

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

где K_{MU} - коэф-т, на материал заготовки [16, с.261], определяем по формуле (2.19);

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

$K_{ИУ}$ - коэф-т, на инструмент; $K_{ИУ} = 1,2$ [16, с.263];

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

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

σ_B - предел прочности материала;

n_U - показатель степени; $n_U = 1.0$ [16,с.262].

Подставим определенные коэф-ты в формулу (2.19) и (2.18) , получим:

$$K_{МУ} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{1.0} = 0.76.$$

$$K_U = 1,2 \cdot 1.0 \cdot 0.76 = 0.91.$$

Подставим определенные значения в формулу (2.17), получим:

$$V_T = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,65^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0,91 = 237,2 \text{ м/мин.}$$

Для растачивания:

$$V_{раст} = V_T \cdot 0,9 = 237,2 \cdot 0,9 = 213,5 \text{ м/мин.}$$

2.5.2.5.4 Частота вращения шпинделя будет равна:

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

где V - скорость резания, м/мин;

Подставим значения в формулу (2.20), получим:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3.14 \cdot 152} = 497 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3.14 \cdot 250,9} = 301 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3.14 \cdot 325,3} = 232 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 213,5}{3.14 \cdot 124,1} = 547 \text{ мин}^{-1}.$$

2.5.2.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя:

$$n_1 = 500 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = 315 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = 250 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Определим фактическую скорость резания, подставив значения в формулу (2.17):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 152 \cdot 500}{1000} = 238,6 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 250,9 \cdot 315}{1000} = 248,1 \text{ м/мин};$$

$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 325,3 \cdot 250}{1000} = 255,3 \text{ м/мин};$$

$$V_4 = \frac{3.14 \cdot 124,1 \cdot 500}{1000} = 194,8 \text{ м/мин}.$$

2.5.2.5.6 Расчёт сил резания

Главную составляющую силы резания, определяем по формуле, Н:

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

где C_p - 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:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} \quad (2.22)$$

K_{MP} - поправочный коэф-т на материал заготовки [16,с.264], определяем по формуле:

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

где σ_B - предел прочности;

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

Подставим значения в формулу (2.23), получим:

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0.75} = 1.22.$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{гp}$ - поправочные коэф-ты, на составляющие силы резания.

Определим коэф-ты по [12,с.275]: $K_{\varphi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{гp} = 1,0$.

Подставив определенные значения коэф-тов в формулу (2.21), получим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.65^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 255,3^{-0,15} \cdot 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 326 \text{ Н.}$$

2.5.2.5.7 Определим мощность резания N , кВт по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.24)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.24), получим:

$$N = \frac{326 \cdot 255,3}{1020 \cdot 60} = 1,35 \text{ кВт}$$

Проверим, достаточна ли мощность привода станка:

У станка $N_{шп} = N_d \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}$; $1,35 < 8,8$, т. е. обработка возможна.

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет режимов резания осуществим табличным методом, по методике, описанной в [1].

Расчет произведем на 025 торцевнутришлифовальную операцию.

2.5.3.1 Исходные данные

Деталь- фланец задний;

Материал- сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75 $\sigma_B = 980 \text{ МПа}$;

Заготовка- штамповка;

Обработка – торцевнутришлифовальная ;

Тип производства - серийное;

Приспособление - патрон мембранный;

Закрепление заготовки - по отверстию с опорой на торец;

Смена детали - ручная;

Жесткость станка – средняя.

2.5.3.2 Структура операций (последовательность переходов)

Последовательность переходов на 025 Торцевнутришлифовальной операции: переход 1: Шлифовать отверстие $\varnothing 124,6^{+0,054}$;

переход 3: Шлифовать торец в размер $63,25_{-0,08}$

2.5.3.3 Выбор режущих инструментов

Для перехода 1: шлифовальный круг 5 80x50x18 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Для переход 2: шлифовальный круг 6 90x40x25 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

2.5.3.4 Расчет режимов резания

2.5.3.4.1 Глубина резания t , мм.

$t = 0,25$ мм.

2.5.3.4.2 Минутная продольная подача, определяется по формуле (2.25):

$$S_{м пр} = S_m \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.25)$$

где S_m – минутная подачи по таблице, мм/мин;

K_1 – коэф-т, от припуска на обработку и точности;

K_2 – коэф-т, от формы заготовки.

Подставив полученные данные в формулу (2,25), получим:

$S_m = 4200 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 3800$ мм/мин;

$S_m = 3600 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 3200$ мм/мин.

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

2.5.3.4.3 Определение поперечной минутной подачи, мм/дв.ход, определяется по формуле:

$$S_{\text{дв.ход}} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (2.26)$$

где S_t – минутная подачи по таблице, мм/дв.ход [1, с. 62];

K_{1-7} – поправочные коэф-ты

Подставив определенные значения в формулу (2.26), получим:

Переход 1: $S_{\text{м.ок}} = 0,008 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,010$ мм/дв.ход.

Переход 2: $S_{\text{м.ок}} = 0,012 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,014$ мм/дв.ход

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

2.5.3.4.5 Скорость вращения детали, м/мин.

$V = 45$ м/мин

2.5.3.4.6 Расчёт частоты вращения шпинделя, мин^{-1} , произведем по формуле (2.24):

$$\text{переход 1: } n_1 = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 124,6} = 115 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{переход 2: } n_2 = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 252} = 57 \text{ мин}^{-1}.$$

2.5.3.4.7 Произведем корректировку режимов резания по паспортным данным станка:

Т.к. на шлифовальном станке применяется бесступенчатое регулирование, принимается фактическая частота вращения шпинделя:

переход 1: $n_1 = 115$ об/мин;

переход 2: $n_2 = 57$ об/мин.

Результаты расчета режимов резания на остальные операции техпроцесса, сведем в таблицу 2.10, расчет произведен по методике описанной в [1].

Таблица 2.10 - 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 $V_{г}$, м/мин	Частота вращения шпинделя соответствующая табличной скорости $n_{г}$, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная черновая	Точить $\varnothing 153,3$	1,8	0,6	120	249	250	120,3
		Точить $\varnothing 252,2$	1,8	0,6	120	151	160	126,7
		Точить до $\varnothing 332,4$	1,8	0,6	120	114	125	130,5
		Расточить $\varnothing 122,8$	1,8	0,6	110	285	315	121,5
10	Токарная черновая	Точить $\varnothing 325,3$	1,8	0,6	120	117	125	127,7
		Точить $\varnothing 253,3$	1,8	0,6	120	150	160	127,2
		Расточить $\varnothing 152,7$	1,8	0,6	110	229	250	119,8
15	Токарная чистовая	Точить $\varnothing 152$	0,65	0,25	237,2	497	500	238,6
		Точить $\varnothing 250,9$	0,65	0,25	237,2	301	315	248,1
		Точить до $\varnothing 325,3$	0,65	0,25	237,2	232	250	255,3
		Расточить $\varnothing 124,1$	0,65	0,25	213,5	547	500	194,8
20	Токарная чистовая	Точить $\varnothing 324$	0,65	0,25	237,2	233	250	254,3
		Точить $\varnothing 252$	0,65	0,25	237,2	299	315	249,2
		Расточить $\varnothing 154$	0,65	0,25	213,5	441	400	193,4
25	Внутришлиф. черн.	Шлифовать $\varnothing 124,6$	0,25	3800* 0,010* ²	45	115	115	45
		Шлифов. торец до $\varnothing 252$	0,25	3200* 0,014* ²	45	57	57	45
30	Плоскошлифов.	Шлифовать торец	0,25	0,02* ² 32* ³	16	-	-	16
35	Торцекруглошлифов. черн.	Шлифовать $\varnothing 250,4$	0,25	1,2/0,25*	45	57	57	45
40	Торцешлиф. черн.	Шлифов. торец до $\varnothing 250,4$	0,25	3200* 0,014* ²	45	57	57	45
55	Фрезерная	Фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 160$	5,0	0,1·16	150	298	315	158,2
		Фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 100$	5,0	0,08·12	80	254	250	78,5
		Фрезеровать фаски фрезой $\varnothing 63$	2,0	0,05·22	70	353	315	62,3

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	Фрезерная	Фрезеровать плоскости фрезой Ø125	2,3	0,1-12	160	407	400	157,0
		Фрезеровать плоскости фрезой Ø125	0,5	0,04-12	250	636	630	247,2
		Фрезеровать канавки фрезой Ø100	1,6	0,02-48	60	191	200	62,8
65	Сверлильная	Сверлить Ø 7	3.5	0,20	24	1091	1000	22,0
		Нарезать резьбу М8	0.5	0,50	8	318	315	7,9
		Сверлить Ø 4	2.0	0,10	20	1592	1600	20,1
		Нарезать резьбу М5	0.5	0,50	7,5	477	500	7,8
		Сверлить Ø 16	8.0	0,30	28	557	500	25,1
		Сверлить Ø 14	7.0	0,30	27	614	630	27,6
		Сверлить Ø 4	2.0	0,10	20	1592	1600	20,1
		Нарезать резьбу К1/8''	0.5	0,94	8	254	250	7,8
70	Сверлильная	Сверлить Ø11/Ø14	5,5/1,5	0,28	26	591	500	22,0
		Сверлить Ø13/Ø20	6,5/3,5	0,30	28	445	400	25,1
		Сверлить Ø9/Ø14	4,5/2,5	0,25	25	568	500	22,0
		Сверлить Ø7,8/Ø10	3,9/1,1	0,20	24	764	800	25,1
		Сверлить Ø10/Ø12	5	0,26	26	690	630	23,7
		Зацентровать Ø 5	2,5	0,15	20	1273	1250	19,6
		Сверлить Ø 6	3	0,15	22	1167	1000	18,8
75	Сверлильная	Сверлить Ø 5	2.5	0,15	20	1273	1250	19,6
		Нарезать резьбу М6	0.5	0,50	8	424	400	7,5
		Сверлить Ø 2,5	1.25	0,10	16	2038	2000	15,7
		Нарезать резьбу М3	0.5	0,50	7	743	630	5,9
		Нарезать резьбу М12	1,0	1,0	8	212	200	7,5
80	Сверлильная	Сверлить Ø 5	2.5	0,15	20	1273	1250	19,6
		Нарезать резьбу М6	0.5	0,50	8	424	400	7,5
		Сверлить Ø10/Ø12	5/1	0,26	25	663	630	23,7
		Сверлить Ø 16	8,0	0,30	28	557	500	25,1
		Расточить Ø 23	3,5	0,25	60	830	800	57,7
		Сверлить Ø 25	12,5	0,35	30	382	315	24,7
		Расточить Ø 30	2,5	0,25	60	636	630	59,3
		Фрезеровать пов. фрезой Ø 20	6,5	0,05-6	25	398	400	25,1

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
105	Внутри-шлиф. чист	Шлифовать Ø 124,86	0,13	2300* 0,006* ²	45	115	115	45
		Шлифов. торец до Ø 154	0,25	2400* 0,014* ²	45	93	93	45
110	Плоско-шлифов.	Шлифовать торец	0,25	0,005* ² 16* ³	16	-	-	16
115	Торцекруглошлифов. чист.	Шлифовать Ø 250,14	0,13	0,9/0,1*	45	57	57	45
120	Торцешлиф. чист	Шлифов. торец до Ø 250,14	0,13	2000* 0,006* ²	45	57	57	45
140	Внутри-шлиф. тонк	Шлифовать Ø 125	0,07	1500* ³ 0,003* ⁴	45	115	115	45
145	Торцекруглошлифов. тонк.	Шлифовать Ø 250	0,06	0,5/0,05 *	45	57	57	45
150	Торцешлиф. тонк	Шлифов. торец до Ø 250	0,07	1500* 0,003* ²	45	57	57	45

*- подача в мм/мин; *² - подача на глубину мм/дв.ход;

*³ - подача поперечная мм/дв.ход.

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет штучно-калькуляционного времени по [5]:

Расчет норм времени на токарную операцию 015

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{nS}, \quad (2.27)$$

где L_{px} -длина рабочего хода, мм

$$L_{px} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.28)$$

где $L_{рез}$ —длина резания, мм;

l_1 —длина подвода, мм;

l_2 —длина врезания, мм;

l_3 —длина перебега, мм;

Подставим определенные данные в формулы (2.33), (2.31), (2.29), получим:

$$T_o = \left(\frac{29}{500 \cdot 0,25} + \frac{57}{315 \cdot 0,25} + \frac{39}{250 \cdot 0,25} \right) + \frac{63}{500 \cdot 0,25} = 1,580 + 0,504 = 2,084 \text{ мин.}$$

$$T_v = (1,2 + 0,18 + 0,06 \cdot 7 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 2,887 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = 2,084 + 2,887 = 4,971 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 4,971 = 0,298 \text{ мин.}$$

$$T_{п-з} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 4,971 + 0,298 = 5,269 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 5,269 + 19/236 = 5,349 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 025 торцевнутришлифовальную операцию

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{2 \cdot L \cdot h}{St \cdot S} K, \quad (2.29)$$

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 определенные значения в формулу (2.35), получим:

$$T_o = \frac{2 \cdot 59 \cdot 0,25}{3800 \cdot 0,010} \cdot 1,1 + \frac{2 \cdot 49 \cdot 0,25}{3200 \cdot 0,014} \cdot 1,1 = 0,854 + 0,601 = 1,455 \text{ мин.}$$

$$T_v = (1,2 + 0,18 + 0,09 \cdot 4 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 2,686 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = 1,455 + 2,686 = 4,141 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{тех}}=1,8 \cdot 1,455/20 = 0,131 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{орг}}=0,017 \cdot 4,141 = 0,070 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{от}}=0,06 \cdot 4,141 = 0,248 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п-з}}=17 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}}=4,141+0,131+0,070+0,248 = 4,590 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}}=4,590+17/236 = 4,662 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 035 торцекруглошлифовальную операцию

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = 1,3 \cdot a_{\text{пр}}/S_{\text{м пр}} + a_{\text{ок}}/S_{\text{м ок}} + T_{\text{вых}} , \quad (2.30)$$

где $a_{\text{пр}}$ - припуск, снимаемый на этапе предварительной подачи, мм;

$a_{\text{ок}}$ - припуск, снимаемый на этапе окончательной подачи, мм;

$S_{\text{м пр}}$ - минутная подача на этапе предварительной подачи, мм;

$S_{\text{м ок}}$ - минутная подача на этапе окончательной подачи;

$T_{\text{вых}}$ - время выхаживания, мин.

Подставим определенные значения в формулу (2.36), получим:

$$T_o=1,3 \cdot 0,15/1,2 + 0,10/0,25 + 0,10 = 0,662 \text{ мин}$$

$$T_v=(1,2+0,18+0,09 \cdot 4 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 2,686 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оп}}=0,662+2,686 = 3,348 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех}}=1,8 \cdot 0,662/20 = 0,060 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг}}=0,017 \cdot 2,686 = 0,045 \text{ мин}$$

$$T_{\text{от}}=0,06 \cdot 2,686 = 0,161 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п-з}}=17 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}}=3,348+0,060+0,045+0,161 = 3,614 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}}=3,614+17/236 = 3,686 \text{ мин}$$

Результаты расчетов норм времени на остальные операции выполняем аналогично, результаты заносим в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 - Нормы времени

№ оп	Наимен. оп.	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.от мин	Тп-з мин	Тшт мин	п	Тшт-к мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарная черновая	3,386	2,641	6,027	0,361	19	6,388	236	6,468
010	Токарная черновая	3,658	2,608	6,266	0,376	19	6,642		6,722
015	Токарная чистовая	2,084	2,887	4,971	0,298	19	5,269		5,349
020	Токарная чистовая	2,600	2,686	5,286	0,317	19	5,603		5,683
025	Торцевнутришлиф. черновая	1,455	2,686	4,141	0,449	17	4,590		4,662
030	Плоскошлифов.	0,640	2,475	3,115	0,274	17	3,389	236	3,470
035	Торцекруглошлиф. черновая	0,662	2,686	3,348	0,266	17	3,614		3,614
040	Торцешлиф. черновая	0,201	2,568	2,769	0,243	17	3,012		3,084
055	Фрезерная	12,967	2,686	15,653	0,939	28	16,592		16,740
060	Фрезерная	1,635	2,601	4,236	0,254	20	4,490		4,575
065	Сверлильная	2,794	2,819	5,613	0,337	36	5,950		6,102
070	Сверлильная	5,387	2,841	8,228	0,494	32	8,722		8,858
075	Сверлильная	4,678	2,778	7,465	0,448	30	7,913		8,040
080	Сверлильная	2,772	2,797	5,569	0,334	36	5,903		6,055
105	Торцевнутришлиф. чистовая	1,249	2,830	4,079	0,358	17	4,437		4,509
110	Плоскошлифовальная	0,672	2,738	3,410	0,300	17	3,710		3,782
115	Торцекруглошлифов. чистовая	0,901	2,830	3,731	0,328	17	4,059		4,131
120	Торцешлиф. чистовая	0,338	2,738	3,076	0,270	17	3,346		3,418
140	Внутришлиф. тонкая	2,208	2,918	5,126	0,451	17	5,577		5,649
145	Торцекруглошлифов. тонкая	0,928	3,095	4,023	0,354	17	4,377	4,449	
150	Торцешлиф. тонкая	0,673	2,918	3,591	0,316	17	4,226	4,298	

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Недостатки конструкции базового приспособления. Задачи проектирования

На 015 токарной операции деталь закрепляется на станке в 3-х кулачковом клиновом патроне.

Главным недостатком такого патрона является - низкая точность установки заготовки, т.к. возможен отход торца заготовки от базового торца кулачка при зажиме.

Основной задачей является проектирование такого клинового патрона с торцовым поджимом, где кулачки при зажиме заготовки подтягивают ее до торцовых опор, гарантированно прижимая к ним.

3.1.2 Расчет усилия резания

Для расчета патрона необходимо определить главную составляющую силы резания P_z .

Главная составляющая силы резания определена в п. разделе 2.5.2:

$$P_z = 326 \text{ Н.}$$

3.1.3 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 действия сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

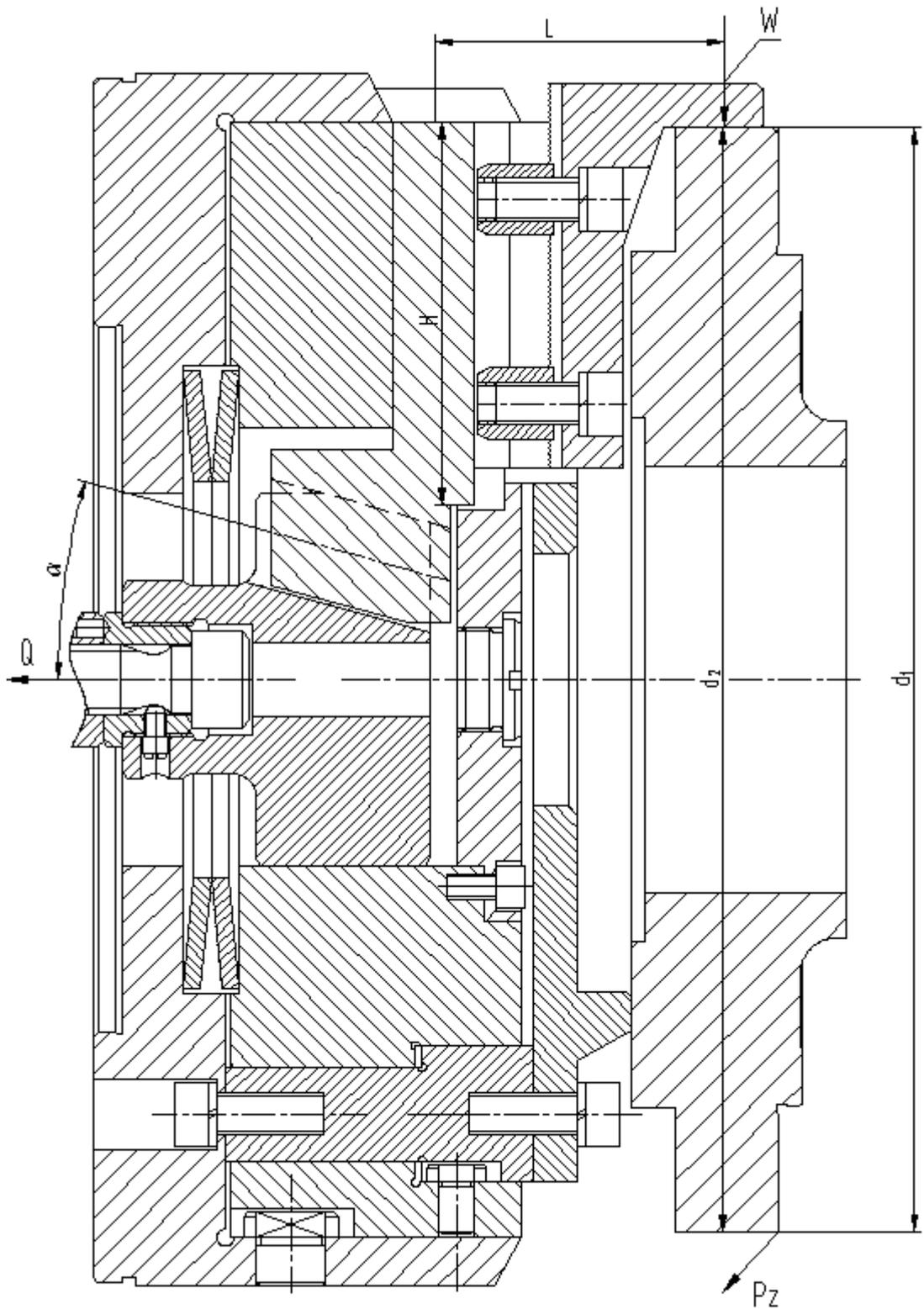


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Определим силу зажима 3-мя кулачками от тангенциальной составляющей силы резания:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (3.1)$$

где K – коэф-т запаса;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

d_1 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм; $d_1 = 325,3$ мм;

f – коэф-т трения на рабочей поверхности кулачка; $f = 0,16$;

d_2 – диаметр поверхности, по которой происходит зажим заготовки, мм;

$d_2 = 325,3$ мм.

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

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

где K_{0-1} – поправочный коэф-т [17,с.382];

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

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Подставим определенные значения в формулу (3.1), получим:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 326 \cdot 325,3}{0,16 \cdot 325,3} = 5093 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор и расчет зажимного механизма

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

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

где f_1 – коэф-т трения направляющей постоянного кулачка и корпуса патрона; $f_1 = 0,1$;

L_K – вылет кулачка, мм; $L_K = 84$ мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_K = 112$ мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.3), получим:

$$W_1 = \frac{5093}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{4}{112}} = 6571 \text{ Н.}$$

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

$$Q = (W_1 + P) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где P - усилие тарельчатых пружин сжатия, Н;

α - угол скоса направляющих;

φ - угол трения.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$Q = (6571 + 2500) \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ} 43') = 3430 \text{ Н.}$$

3.1.5 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 [18, с. 449].

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

где Q – тянущая сила на штоке, Н

D – диаметр поршня гидроцилиндра, мм

d – диаметр штока гидроцилиндра, мм

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ КПД привода.

По [18, с. 379] приближенно $d = 0.25D$.

Подставим определенные значения в формулу (3.6), получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.6)$$

Выразив из данного выражения D , получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.7), получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{3430}{0,4 \cdot 0,9}} = 114,2 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем большее значение стандартного пневмоцилиндра для фланцевого конца шпинделя станка $D = 200$ мм.

Ход кулачков. $S = 3$ мм.

Ход поршня. $S_{\text{п}} = 8$ мм.

3.1.6 Расчет суммарных погрешностей приспособления

Погрешность базирования при установке заготовки в самоцентрирующим клиновом патроне $\varepsilon_{\text{Б}} = 0$ - т.к. измерительная и технологическая базы совпадают;

Погрешность установки заготовки в приспособлении $\varepsilon_{\text{У}} = 0$, т.к. рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами 37 с шайбами 48.

Патрон состоит из корпуса 12, в отверстии которого на тарельчатых пружинах 22 с помощью стойки 23 установлена втулка 6. Стойка 22 крепится к корпусу

су 12 винтами 35 с шайбами 47. Под действием тарельчатых пружин 22 у втулки есть возможность перемещения в корпусе 12 на величину поджима 0,5 мм.

Для предотвращения поворота втулки 6, в ее паз входит головка шпонки 27, которая установлена в корпусе патрона 12.

Для предотвращения поворота стойки 23, в ее паз входит головка шпонки 26, которая установлена во втулке 6.

В Т-образных направляющих втулки 6 установлены подкулачники 17. К подкулачникам винтами 34 с шайбами 47 с помощью сухарей 24 крепятся сменные кулачки 15. В центральном отверстии втулки 6 патрона установлен клин 8. В Т-образный наклонный паз клина входит подкулачник 17. Отверстие втулки 6 закрывает крышка 13 с пробкой 20.

Винт 2, установленный в отверстии клина 8 во втулке 3, фиксируется с помощью втулки 4 с винтом 31, фиксатором 29 и пружиной 21.

Винт 2 с помощью гайки 39 соединен с тягой 25, которая, в свою очередь соединена со штоком 28 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 11, в котором с помощью винтов 36 с шайбами 47 установлена крышка 14. В пневмоцилиндре установлен поршень 18, который с помощью гайки 38 с шайбой 46 крепится к штоку 28. В штоке установлена втулка 5 с кольцами 9 и 10. В отверстие втулки 5 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 40, 41, 42, 43, 44, 45.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 11 и крышки 14 на поршне 18 установлены демпферы 7.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя на фланце, который крепится болтами 30 с шайбами 47.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается до упора в опору 16. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники 17 скользят по наклонному пазу вниз, кулачок опускается, закрепляя заготовку. Если заготовка не доходит своим торцом до опоры 16, то при ходе клина 8 назад втул-

ка 6, преодолевая сопротивление тарельчатых пружин 22 тянет подкулачки 17 с кулачками 15 назад на величину поджима, прижимая заготовку к опоре 16.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачки скользят по наклонному пазу вверх и кулачок поднимается, раскрепляя заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На операции 050 Контрольная проводится выборочный контроль геометрических параметров фланца.

После шлифовальных операций 025, 030, 035,040 происходит контроль торцового биения относительно базового отверстия.

В базовом варианте контроль производится следующим образом: деталь устанавливается на оправку, к контролируемым торцам подводятся индикаторы, деталь поворачивается на 360° и по показаниям индикатором определяют величину биения. Главным недостатком этого контрольного приспособления является большая масса и габариты, деталь в приспособление устанавливается с помощью кран-балки, т.к ее масса 21 кг, поворачивается она вручную, что очень тяжело.

Спроектируем контрольное приспособление для контроля торцового биения, за основу возьмем аналогичные приспособления и устраним указанные выше недостатки.

3.2.2 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит оправку 8, в которой установлен клин 4, который своими скосами упирается в кулачки 7. В паз оправки 8 и кулачков 7 входит кольцо пружинное 6. Нижнее отверстие корпуса 1 закрывает пробка 12, в которую устанавливается пружина 14, упирающаяся другим концом в отвер-

ствие клина 4. Чтобы клин 4 не проворачивало, в отверстии оправки 8 установлен винт 13, входящий своим концом в паз клина 4.

Верхнее отверстие оправки 8 закрывает пробка 11, в отверстие которой вкручивается винт 1, который упирается в торец клина 4.

На цилиндрическом конце оправки 8 установлен корпус 5, в который входят концы осей 10, к которым винтами 1 крепятся измерительная головка, служащая для контроля и опора 9. Оси 10 можно регулировать по длине и закреплять винтами 2.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на контрольный стол. Приспособление устанавливается в отверстие заготовки. При закручивании винта 3 клин 4 отходит вниз, клин давит своими скосами на кулачки 7, они расходятся в стороны, зажимая контрольное приспособление по отверстию.

Корпус 1 опускают по цилиндрическому концу оправки 8 до тех пор, пока опора 9 не упрется в торец контролируемой заготовки. Корпус 1 поворачивают на 360° , вставка измерительной головки движется по поверхности контролируемого торца детали, повторяя его неровности. Данные о биении торца снимаются с измерительной стойки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1500	Металл, СОЖ
3	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2	Металл, СОЖ
4	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2 Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	Металл, СОЖ
6	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В	Металл, СОЖ
7	Плоское шлифование	Плоскошлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1	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 станок с ЧПУ DMTG СKE6150z/1500
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 станок с ЧПУ 6906ВМФ2
4	Сверлильная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2 Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
5	Круглошлифовальная операция Внутришлифовальная операция Плоскошлифовальная 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)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1

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; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
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 конструкци-

онных 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
2	Участок лезвийной обработки	Токарный станок с ЧПУ DM7G СКЕ6150z/1500 Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2 Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1	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
2	Участок абразивной обработки	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1	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 Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6906ВМФ2	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортного средства 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 станок 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 гидро-	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения

сферу	
Продолжение таблицы 4.8	
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления заднего фланца шестеренчатого насоса, 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 заднего фланца шестеренчатого насоса, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

5 Экономическая эффективность работы

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

Подробная информация, касающаяся технологического процесса изготовления детали, представлена в предыдущих разделах выпускной квалификационной работы. Поэтому, представим только краткую характеристику с отличительными особенностями совершенствования данного процесса.

Базовый вариант.

Операции 035 – Токарная (тонкая). Полуцистовая обработка базовых поверхностей производится тонким точением. $T_O = 3,961$ мин., $T_{шт} = 7,118$ мин.

Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16A20Ф305.

Оснастка – цанговый патрон.

Инструмент – резец-вставка токарный для контурного точения, пластина 3-хгранная, Т30К4.

Проектный вариант.

Операции 035 – Торцекруглошлифовальная (черновая). Полуцистовая обработка базовых шеек производится черновым шлифованием. $T_O = 0,662$ мин., $T_{шт} = 3,614$ мин.

Оборудование – торцекруглошлифовальный п/а, модель ЗБ153Т.

Оснастка – цанговый патрон.

Инструмент – круг шлифовальный 3 600x30x305 91AF46L9VA 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Дополнительными исходными данными являются:

Деталь – задний фланец шестерчатого насоса

Масса детали $M_D = 21$ кг.

Масса заготовки (штамповка) – $M_3 = 30,8$ кг.

Материал – сталь 40ХГНМ ГОСТ 4543-71;

Годовая программа $\Pi_{Г} = 10000$ шт./год

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенного инженерного решения, для этого будем проводить следующие расчеты:

определение капитальных вложений в проектируемый вариант;

рассчитаем себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;

составим калькуляцию полной себестоимости операции, по сравниваемым вариантам;

рассчитаем экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Чтобы определить перечисленные величины будем использовать программный пакет Microsoft Excel. Также для осуществления перечисленных действий применяется методика экономического обоснования инженерных решений [10], согласно которой осуществляем расчет капитальных вложений. Учитывая особенности изменений предлагаемых в проектном варианте, а именно замену оборудования, инструмента, затраты на проектирование и другие составные элементы, мы получили необходимую для вложения величину капитальных затрат, размер которой составит: $K_{ВВ.ПР} = 340585,3$ руб.

Себестоимость выполнения операции учитывает ряд величин, ее структура с расчетной величиной, представлена на диаграмме (рис. 5.1). Учитывая, то, что в процессе предложенного инженерного решения метод получения заготовки и материал из которого она сделана, не менялся, рассчитывать затраты на материал определять не целесообразно, т.к. они не влияют на конечный результат.

Используя полученные значения, рассчитываем величину полной себестоимости выполнения совершенствованной операций 035. Согласно расчетам по применяемой методике составления калькуляции [10] были получены следующие значения: для базового варианта полная себестоимость составила 86,64 руб.; а для проектного варианта – 44,06 руб.

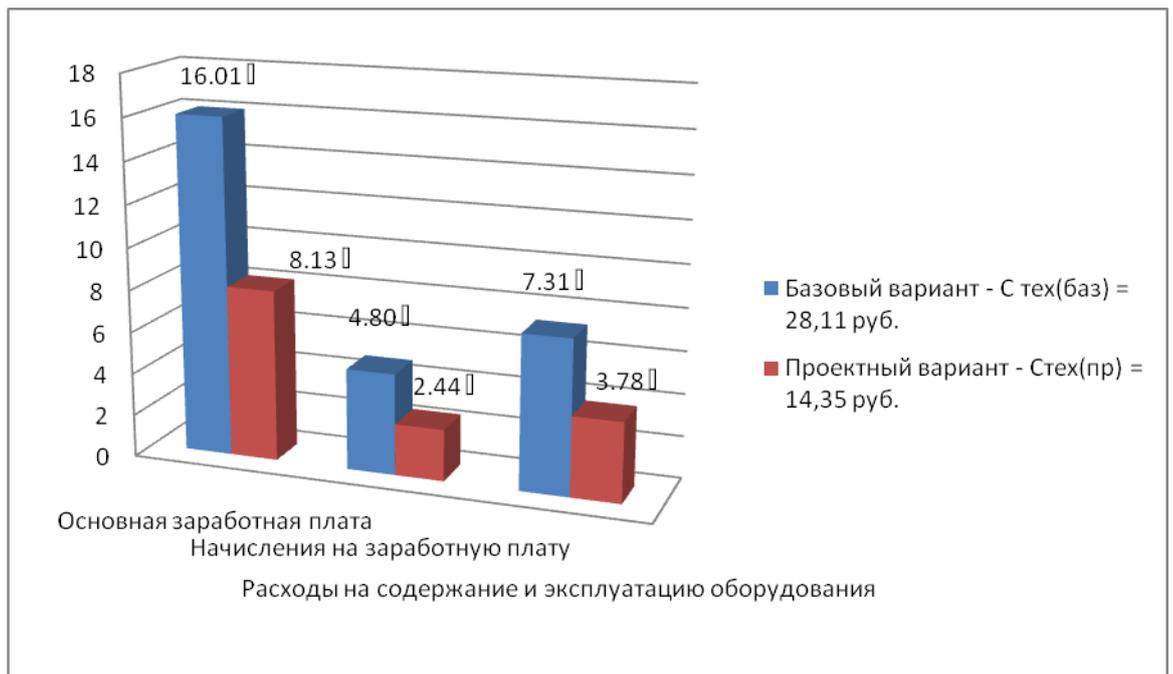


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операций 035 по сравниваемым вариантам

Все вышеперечисленные параметры необходимы для проведения экономического обоснования предложенных изменений. Для этого воспользуемся методикой расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$П_{р.ож} = Э_{уг} = (C_{пол(баз)} - C_{пол(пр)}) \cdot П_{г} \quad (5.1)$$

$$П_{р.ож} = Э_{уг} = (6,64 - 44,06) \cdot 10000 = 425800 \text{ руб.}$$

$$Н_{приб} = П_{р.ож} \cdot K_{нал} \quad (5.2)$$

$$Н_{приб} = 425800 \cdot 0,2 = 85160 \text{ руб.}$$

$$П_{р.чист} = П_{р.ож} - Н_{приб} \quad (5.3)$$

$$П_{р.чист} = 425800 - 85160 = 340640 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{340585,3}{340640} + 1 = 1,99 = 2 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 340640 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} \right) = 416943,4 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 416943,4 - 340585,3 = 76358,1 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{416943,4}{340585,3} = 1,22 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операции 035 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получения дополнительной чистой прибыли в размере 340640 руб. от снижения себестоимости. А также достичь экономического эффекта положительной величины 76358,1 руб., что окончательно подтверждает целесообразность внедрения предложенного инженерного решения.

Заключение

Целью данной выпускной квалификационной работы было проектирование технологического процесса изготовления заднего фланца шестеренчатого насоса, с требуемыми параметрами по качеству и в определенном объеме, при более низкой себестоимости ее изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

В процессе написания работы, были решены поставленные задачи и получены следующие результаты:

- определен тип производства, и с учетом рекомендаций, по организации ТП для данного типа производства, разработан новый технологический процесс изготовления детали;

- спроектирована заготовка и определен метод ее получения (штамповка на КГШП), припуски рассчитаны аналитическим методом;

- при проектировании технологического процесса изготовления детали применили высокопроизводительное оборудование (станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы), оснастку и комбинированный инструмент с износостойкими покрытиями.

- спроектировано станочное приспособление для токарной операции - патрон токарный 3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом;

- спроектировано приспособление для контроля и торцевого биения.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 76358,1 рублей.

Список используемой литературы

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

Приложения

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

<i>Дубл.</i>																	
<i>Взам.</i>																	
<i>Подп.</i>																	
<i>Разраб.</i>		Лыков															
<i>Прое</i>		Распоргуев				ТГУ											
<i>Н. Контр.</i>		Евсоров						Фланец задний									
M01		Сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75															
M02		<i>Код</i>	<i>ЕВ</i>	<i>МД</i>	<i>ЕН</i>	<i>Н.расх.</i>	<i>КИМ</i>	<i>Код.загот.</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>КД</i>	<i>МЗ</i>				
		-	166	21		0,54	41211XXX	∅332,4x72			1	30,8					
<i>А</i>		<i>цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, наименование операции</i>			<i>Обозначение документа</i>								
<i>Б</i>		<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кшт</i>	<i>Тпз</i>	<i>Тшт</i>
01А		XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93											
02Б		391148XXX			СКЕ6150z/1500	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	19	4,113	
03																	
04А		XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93											
05Б		391148XXX			СКЕ6150z/1500	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	19	4,367	
06																	
07А		XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93											
08Б		391148XXX			СКЕ6150z/1500	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	19	2,804	
09																	
10А		XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93											
11Б		391148XXX			СКЕ6150z/1500	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	19	3,328	
12																	
13А		XXXXXX	025	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
14Б		38132XXX			ЗК228В	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	1,467	
МК																	



<i>Дубл.</i>																					
<i>Взам.</i>																					
<i>Подп.</i>																					
A	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа														
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт					
01А	XXXXXX	125	0130	Моечная																	
02Б	375698XXX	КММ																			
03																					
04А	XXXXXX	130	0200	Контрольная																	
05																					
06А	XXXXXX	135	0511	Термическая																	
07																					
08А	XXXXXX	140	4132	Шлифовальная		ИОТ И 37.101.7419-85															
09Б	38132XXX	ЗК228В		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	1,593							
10																					
11А	XXXXXX	0145	4131	Шлифовальная		ИОТ И 37.101.7419-85															
12Б	38132XXX	ЗБ153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	1,144							
13																					
14А	XXXXXX	150	4132	Шлифовальная		ИОТ И 37.101.7419-85															
15Б	38132XXX	ЗК228В		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	0,856							
16																					
17А	XXXXXX	155	0130	Моечная																	
18Б	375698XXX	КММ																			
МК																					

ГОСТ 3.1404-86 форма 3													
Дубл.													
Взам.													
Тлоол.													
Разраб.	Лыков												
Прое.	Растораев												
Н. Контр.	Егоров												
Фланец задний										Цех	Ук	РМ	Опер
Наименование операции		Материал			твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
4110 Токарная		Сталь 40ХГНМ			220 НВ	166	21	Ø332,4x72			30,8	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T ₀	T _в	T _{лз}	T _{лп}	СОЖ				
СКЕ6150z/1500		XXXXXX			2,084	0,526	19	2,804	Укринол-1				
P		П	Д или В	L	t	l	S	n	V				
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин				
002	1. Установить и снять заготовку												
T03	396111XXX- патрон 3-х кулачковый												
004	2. Точить <u>поверхн.</u> , <u>выдерж.</u> <u>разм.</u> 1-17												
T05	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;												
T06	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84												
P07		XX	152	29	0,65	1	0,25	500	238,6				
P08		XX	250,9	57	0,65	1	0,25	315	248,1				
P09		XX	325,3	39	0,65	1	0,25	250	255,3				
010	3. Точить <u>поверхн.</u> , <u>выдерж.</u> <u>разм.</u> 18-19												
T11	392110XXX- резец-вставка <u>расточной</u> 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;												
T12	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69												
ОКП													

										ГОСТ 3.1404-86 форма 3	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Лыков										
Прое.	Расторгуев										
Н. Контр.	Егоров										
Фланец задний										Цех	Ук
ТГУ										РМ	Опер
У25											
Наименование операции		Материал		твёрдость	EB	MD	Профиль и размеры			M3	KOИД
4131 Шлифовальная		Сталь 40ХГНМ		220 НВ	166	21	∅332,4x72			30,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Ue	Udз	Uшт	СОЖ			
3K228B		XXXXXX		0,820	0,474	7	1,467	Укринол-1			
P		PI	D или B	L	t	l	S	n	V		
01			MM	MM	MM		MM/ход	об/мин	м/мин		
O02	1. Установить и снять заготовку										
T03	396111XXX- патрон цанговый										
O04	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1										
T05	391810XXX- шлифовальный круг 5 80x50x18 91A F46 L 9 V _A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007										
T06	391124XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84										
P07		XX	124,6	59	0,25	1	0,010	57	45		
O08	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 2										
T09	391810XXX- шлифовальный круг 6 90x40x25 91A F46 L 9 V _A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007										
P10	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83										
11		XX	154/252	49	0,25	1	0,014	57	45		
12											
ОКП											

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.608.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.608.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.608.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.608.60.003	Втулка	1	
		4	16.07.ТМ.608.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.608.60.005	Втулка	1	
		6	16.07.ТМ.608.60.006	Втулка	1	
		7	16.07.ТМ.608.60.007	Демпфер	1	
		8	16.07.ТМ.608.60.008	Клин	1	
		9	16.07.ТМ.608.60.009	Кольцо	3	
		10	16.07.ТМ.608.60.010	Кольцо	1	
		11	16.07.ТМ.608.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.ТМ.608.60.012	Корпус патрона	1	
		13	16.07.ТМ.608.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.ТМ.608.60.014	Крышка	1	
		15	16.07.ТМ.608.60.015	Кулачок	1	
			16.07.ТМ.608.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Лыков				Лит.	Лист
Пров.	Расторгуев					Листов
						1 3
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.	Бобровский					
Патрон клиновый с торцовым поджимом						

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.608.60.016	Опора	4	
		17	16.07.ТМ.608.60.017	Подкулачник	1	
		18	16.07.ТМ.608.60.018	Поршень	1	
		19	16.07.ТМ.608.60.019	Пробка	1	
		20	16.07.ТМ.608.60.020	Пробка	6	
		21	16.07.ТМ.608.60.021	Пружина	1	
		22	16.07.ТМ.608.60.022	Пружина тарельчатая	1	
		23	16.07.ТМ.608.60.023	Стойка	1	
		24	16.07.ТМ.608.60.024	Сухарь	1	
		25	16.07.ТМ.608.60.025	Тяга	1	
		26	16.07.ТМ.608.60.026	Шпонка	1	
		27	16.07.ТМ.608.60.027	Шпонка	1	
		28	16.07.ТМ.608.60.028	Шток	1	
		29	16.07.ТМ.608.60.029	Фиксатор	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		30		Болт М10-6gx35.66.029		
				ГОСТ 7805-70	6	
		31		Винт М6x10.48		
				ГОСТ 1476-75	2	
		32		Винт 7000-0005		
				ГОСТ 17773-72	1	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		33		М6x12.88	3	
		34		М10x20.88	6	
		35		М10x25.88	6	
		36		М10x30.88	6	
		37		М12x35.88	3	
				16.07.ТМ.608.60.000		Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.608.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.608.61.001	Винт	2	
		2	16.07.ТМ.608.61.002	Винт	2	
		3	16.07.ТМ.608.61.003	Винт	1	
		4	16.07.ТМ.608.61.004	Клин	1	
		5	16.07.ТМ.608.61.005	Корпус	1	
		6	16.07.ТМ.608.61.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.608.61.007	Кулачок	6	
		8	16.07.ТМ.608.61.008	Оправка	1	
		9	16.07.ТМ.608.61.009	Опора	1	
		10	16.07.ТМ.608.61.010	Ось	2	
		11	16.07.ТМ.608.61.011	Пробка	1	
		12	16.07.ТМ.608.61.012	Пробка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		13		Пружина 7039-2016		
				ГОСТ 13165-67	1	
		14		Винт М6х10.48	1	
				ГОСТ 1478-75		
			16.07.ТМ.608.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Лыков				Лит.	Лист
Пров.	Расторгуев					1
Н. Контр.	Виткалов				Листов	
Утв.	Бобровский				1	
Приспособление контрольное					ТГУ, гр. ТМбз-1132	