

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления направляющей втулки зажимного  
приспособления

---

Обучающийся	<u>Э.Б. Кисмерешкин</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

## Аннотация

В работе выполнено проектирование технологического процесса изготовления направляющей втулки зажимного приспособления для условий серийного производства. Был проведен анализ конструкции направляющей втулки зажимного приспособления на технологичность. Выявлены основные особенности, которые приводят к снижению технологичности на этапах получения заготовки и ее обработки. Проведен также технический анализ требований чертежа.

Спроектирована технология для выбранного по массе и годовому объему выпуска серийному типу производства. В качестве заготовки направляющей втулки зажимного приспособления используются прокат. Это более выгодно по сравнению со штамповкой.

С учетом исходной заготовки и требований чертежа спроектирована маршрутная технология обработки группы поверхностей: цилиндрической направляющей части – отверстия, установочной резьбы, плоскостей с резьбовыми и направляющими отверстиями под штифты, а также мелких конструктивных элементов в виде канавок и фасок.

Технология отличается последовательностью переходов, выполняемых на высокопроизводительном автоматизированном оборудовании, таком как токарный и фрезерный станки, позволяющие реализовать принцип проектирования операций по концентрации переходов. Это обеспечивает также максимальную точность расположения обработанных поверхностей.

Для обработки выбраны технологические базы, а также режущий инструмент, обеспечивающий высокопроизводительную обработку отверстия. Для реализации технологии спроектировано зажимное приспособление и инструмент - сверло. Также для разработанной технологии предложены меры по снижению влияния вредных условий труда на здоровье операторов. Предложенные усовершенствования режущего инструмента обоснованы в экономическом разделе.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных .....	6
1.1 Анализ служебного назначения детали .....	6
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы .....	9
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа производства.....	11
2.2 Выбор метода получения и проектирование заготовки .....	11
2.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	14
2.4 Выбор технологических баз .....	17
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	18
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	19
2.7 Разработка технологических операций.....	21
2.8 Нормирование технологических операций .....	25
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	29
3.1 Проектирование приспособления.....	29
3.2 Проектирование инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта .....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	41
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение .....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А. Технологические карты ..	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Б. Спецификация на приспособление .....	59
Приложение В. Спецификация на инструмент .....	60

## Введение

Машиностроение, и в частности, станкостроение, является одной из ключевых отраслей любой экономики мира. Это высокотехнологичная отрасль является показателем научно-технологического развития страны.

Одним из ключевых элементов технологического оснащения являются станочные приспособления. Качество работы этих систем определяет в первую очередь точность обработки заготовок, как по размерам, так и по расположению. Кроме этого, от качества проектирования и изготовления этих элементов зависит качество обработанных поверхностей и поэтому они являются одним из ключевых элементов технологической оснастки, от которых зависит комплекс эксплуатационных и конструкторских характеристик обработанных изделий. Уровень проектирования конструкций установочных и зажимных элементов приспособлений определяет погрешность установки, надежность закрепления в технологической оснастке.

Одна из ключевых деталей в приводе зажима - это направляющая втулка зажимного приспособления, через которую проходит шток зажимного механизма. Технология изготовления этой детали является одной из главных в общем перечне технологий изготовления приспособления. Без разницы, для какого типа производства проектируется технология, в конце технологического цикла должны получить результат – деталь, соответствующую всем техническим требованиям чертежа. Это зависит от правильности выбора методов обработки и соответствующего оборудования с оснащением для реализации выбранных переходов. Поэтому уровень проектирования технологического процесса для изготовления направляющей втулки зажимного приспособления является показателем работы инженера – технолога.

Особенно важной задачей является для приспособлений, на которых проводят черновую обработку с большими силами, обеспечение надежности

закрепления. Для этого направляющая втулка должна иметь высокие технические требования, в том числе по прочности. Для точности необходимо обеспечивать комплекс технических требований для прецизионной обработки.

Для обеспечения необходимой долговечности приспособлений особое внимание необходимо обращать на износостойкость трущихся поверхностей. Условия работы направляющих элементов отличаются цикличностью и значительной величиной нагрузки. Также возможно загрязнение трущихся поверхностей стружкой, отработанными технологическими средами - смазочными и охлаждающими. Поэтому при проектировании таких деталей и разработке технологии их изготовления особое внимание необходимо обращать на методы упрочнения материала деталей.

Целью работы является повышение надежности и эффективности изготовления направляющей втулки зажимного приспособления, которая входит в привод зажима станочного приспособления, на основе проектирования современной технологии с использованием прогрессивных подходов к обеспечению точности обработки и снижению трудоемкости.

# 1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

Направляющая втулка зажимного приспособления (рисунок 1) предназначена для направления штока зажимного приспособления.

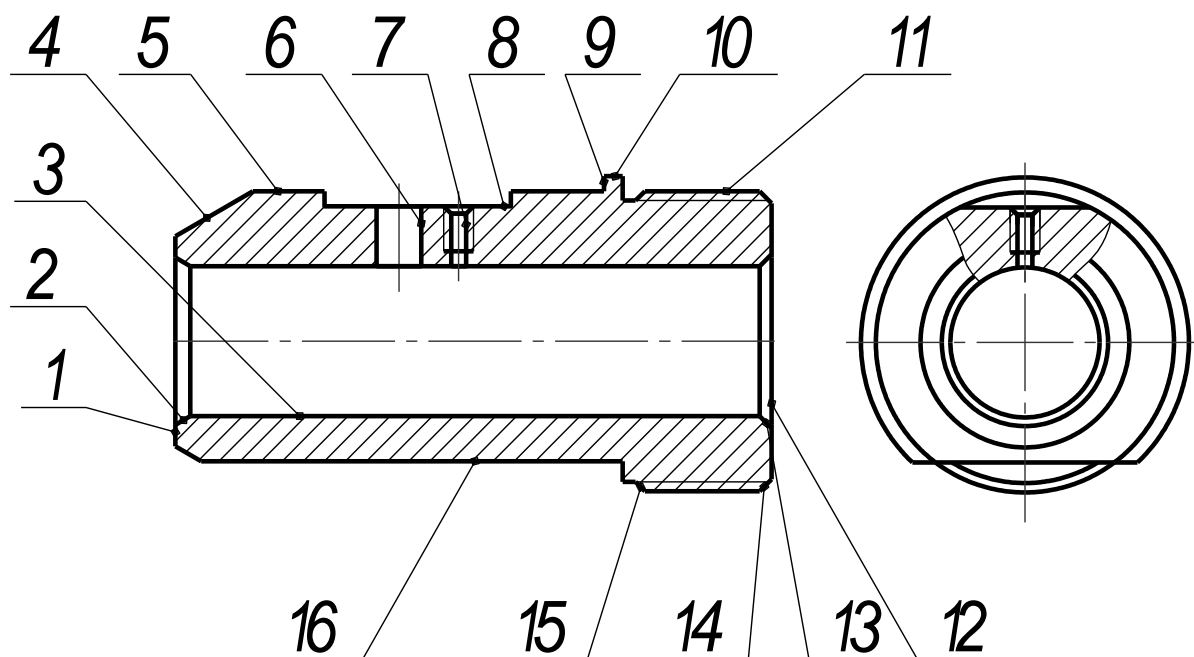


Рисунок 1 - Эскиз детали

Рассматриваемая деталь – втулка, относится к классу тел вращения. Втулка устанавливается в специальном приспособлении, применяемом при обработке корпусных деталей и необходима для направления прижима на штоке для фиксации заготовки прихватом. Втулка в приспособлении неподвижна и подвергается равномерным значительным переменным нагрузкам [2].

Материал втулки - сталь 45ХН ГОСТ 1050–88 [7].

Исполнительными являются все поверхности втулки, которые предназначены для направления движения штока прихвата, а также для его

фиксации. Это направляющее отверстие, а также отверстие под направляющую штифт-шпонку.

Основной конструкторской базой втулки является резьбовое посадочное отверстие и торец, которым она упирается в поверхность базовой плиты.

Плоскость с отверстиями под направляющий штифт и резьба для крепления планки на втулке являются вспомогательными конструкторскими базами. Остальные поверхности относятся к категории свободных.

Физико-механические свойства стали 45ХН определяются ее химическим составом, который приведен в таблице 1. Параметры материала даны в таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав стали 45ХН

Элемент	С	S	P	Cr	Mn	Cr	Ni	Si
		Не более						
Содержание, %	0,36-0,44	0,035	0,035	0,8-1,0	0,5-0,8	0,9-1,1	0,9-1,1	0,17-0,37

Таблица 2 - Механические свойства 45ХН

Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, Дж/с м <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю
360	750	16	40	50	250

Указанные свойства материала достаточны для выполнения втулкой своего служебного назначения.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Деталь втулка имеет относительно небольшие габаритные размеры. Диаметр максимальный 88 мм, а длина 160 мм. Изготавливается из углеродистой стали 45ХН, которая является по своим свойствам близкой к эталонной стали 45 при назначении параметров технологичности.

Коэффициент обрабатываемости быстрорежущим инструментом равен 1, твердосплавным инструментом равен 1,2.

Заготовку втулки можно получать с учетом ее цилиндрической формы, как из штамповки, так и из проката.

Для штамповки перепад диаметр втулки небольшой (4 мм на сторону), что делает использование данного метода получения заготовки для годового объема выпуска в 1000 деталей нерациональным. Для заготовки из проката можно использовать как горячекатаный, так и калиброванный прокат. Так как прокат будет цельный прутки, из-за обработки центрального отверстия с его высверливанием, коэффициент использования материала будет небольшим.

Втулка имеет несимметричную форму из-за наличия двух плоскостей, которые расположены параллельно друг другу с разным расстоянием от осевой линии детали. Это делает необходимым использование точной поворотной индексации заготовки при обработке этих плоскостей.

Направляющее отверстие под шток требуется изготовить по высокому шестому качеству с малым отклонением от круглости. Кроме этого, необходимо обеспечить отклонение от круглости отверстия под направляющий штифт, а также перпендикулярность положения этого отверстия относительно направляющего отверстия под шток.

Также необходимо обеспечить отклонение от перпендикулярности опорного буртика относительно резьбы. Для самой установочной резьбы требуется изготовление с высоким классом точности – 4h с шероховатостью Ra 1,25 мкм.

С точки зрения установки, втулка может изготавливаться, как из штучной заготовки, так и из цельного прутка на токарных автоматах с периодической отрезкой после выполнения полного цикла обработки по обтачиванию и обработке отверстия.



Сам чертеж имеет все необходимые технические требования. Простановка размеров выполнена координатным способом от правого базового торца втулки.

Данная деталь имеет группу взаимосвязанных поверхностей. Это две плоскости параллельны друг другу. На одной из плоскостей расположены группа направляющих и крепежных отверстий. Из этого вытекает необходимость обработки данных поверхностей на одной технологической операции с одного технологического станка. Для точного позиционирования плоскостей необходимо обеспечить непрерывность закрепления заготовки, а для углового ориентирования необходимо использовать точные делительные приспособления.

Технические требования задают высокую твердость около 30 единиц по шкале Роквелла. Технология изготовления этой детали должна предполагать наличие упрочняющей термообработки. В данном случае это закалка с высоким отпуском.

В целом деталь имеет среднюю технологичность для среднесерийного типа производства с годовым объемом 1000 деталей в год.

### **1.3 Задачи работы**

Целью работы является на основе анализа технических требований рабочего чертежа втулки, анализа общей технологичности детали с выявленными недостатками и предложенными изменениями, спроектировать технологию [12].

Для этого сначала надо выбрать тип производства.

С учетом типа производства определить способ получения исходной заготовки, назначить технологические переходы.

С учетом типового технологического процесса, сгруппировать их в соответствующие технологические операции, подобрать подходящее технологическое оборудование и соответствующие оснащение.

Для определенной лимитирующей ответственной операции выполнить проектирование зажимного приспособления и обрабатывающего инструмента.

Предусмотреть меры по обеспечению охраны труда и выполнить экономическое обоснование предложенных изменений.

#### Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование рабочего чертежа детали с изменениями конструкции, которые основаны на анализе технологичности конструкции втулки.

В разделе выполнен анализ технологичности конструкции втулки по различным критериям, который позволил определить основные проблемы при ее изготовлении.

Сформулированы задачи по выполнению данной работы.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа производства

Первым этапом проектирования технологии является выбор типа производства. Он основан на анализе трудоемкости, которая определяется косвенно по массе самой детали и заданному годовому выпуску [22].

Масса втулки  $g$

$$g = \Sigma \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр ступеньки, мм;

$h$  – высота ступеньки, мм;

$\rho$  - плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Тогда масса втулки:

$$g = \left( \frac{3,14 \cdot (80^2 - 40^2)}{4} \cdot 160 - \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} \cdot 16 - \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} \cdot 16 \right) \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 4,2 \text{ кг}$$

Для массы 4,2 кг и 1000 деталей в год тип производства - среднесерийный.

### 2.2 Выбор метода получения и проектирование заготовки

Если проектировать прокат, то выбираем только припуск на диаметр 88 мм и длину 160 мм (рисунок 2).

Для проката с учетом двух переходов для шейки (черновое и чистовое точение) припуск  $Z_3=1$  мм. Для торцов при подрезке принимаем  $Z_1=Z_2=2$  мм.

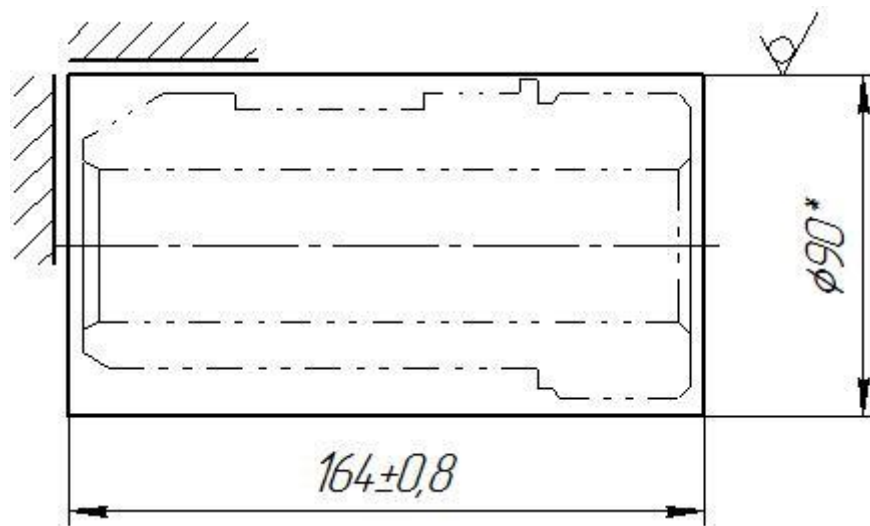


Рисунок 2 – Эскиз проката

Рассчитаем массу заготовки из проката диаметром 90 мм:

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 164 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 6,3 \text{ кг.}$$

По [11] при массе детали 6,3 кг и годовом объеме выпуска 1000 деталей, производство – среднесерийное.

Одним из параметров, необходимых для нормирования технологических операций в серийном производстве, является объем партии запуска. Это количество втулок, которое с заданной периодичностью в днях допускается в производство в течение года

$$n = \frac{N \cdot a}{D}, \quad (2)$$

где  $N$  – заданный годовой объем, деталей;

$a$  – периодичность запуска в днях (6 дней);

$D$  – количество рабочих дней.

Тогда партия запуска

$$n = \frac{1000 \cdot 6}{254} = 24 \text{ детали.}$$

Рассчитаем себестоимость заготовки из проката.

Формула, для определения технологической себестоимости заготовки с учетом затрат на обработку [11]

$$C_T = \frac{q}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (3)$$

где  $q$  – масса детали, кг;

$K_{M_i}$  – коэффициент использования материала для способа получения исходной заготовки;

$C_{заг_i}$  – стоимость заготовки, руб/кг;

$C_{мех}$  – стоимость обработки, руб/кг;

$C_{отх}$  – стоимость отходов, руб/кг.

Для проката

$$C_{заг} = C_{пр} \cdot h_{ф}, \quad (4)$$

где  $C_{пр}$  – стоимость килограмма проката, руб;

$h_{ф}$  – коэффициент формы.

Килограмма проката

$$C_{заг} = 18,45 \cdot 1 = 18,45 \text{ руб./кг.};$$

Затраты на обработку

$$C_{мех} = C_C + E_M \cdot C_K, \quad (5)$$

где  $C_C$  – текущая стоимость обработки, руб/кг;

$C_K$  – капитальная стоимость обработки, руб/кг;

$E_H$  – стандартный параметр отдачи капитальных вложений.

Примем для расчета:  $C_C=4,95$  руб/кг,  $C_K=10,85$  руб/кг,  $E_H= 0,15$ . Для отходов  $C_{отх}$  примем 1,4 руб/кг.

Для станкостроения

$$C_{\text{мех}} = 4,95 + 10,85 \cdot 0,15 = 6,58 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала прокат по формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{q}{Q}, \quad (6)$$

где  $q$ -масса детали, кг;

$Q$ -масса заготовки, кг.

Коэффициент использования материала:

$$K = \frac{4,2}{6,3} = 0,67.$$

Получается, что 33% объема материала будет уходить в стружку.

В данном случае стоимость проката [12]

$$C_{\text{т}} = 6,3 \cdot [18,45 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,67)] = 127 \text{ руб.}$$

В данном случае прокат можно использовать двумя способами. Первый заключается в предварительной разрезке на штучные заготовки длиной 164 мм. Во втором случае используется обработка на токарном автомате с подачей цельного прутка и с отрезкой штучной заготовки на последнем переходе отрезным резцом.

### **2.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали**

Для проведения расчетов необходимо закодировать размеры втулки, для того чтобы провести расчеты операционных размеров и составить план обработки (рисунок 3) [5].

С учетом предоставленных номеров для каждой отдельной поверхности, систематизируем технические требования, указанные на рабочем чертеже втулки.

Эта информация сведена в таблицу 3.

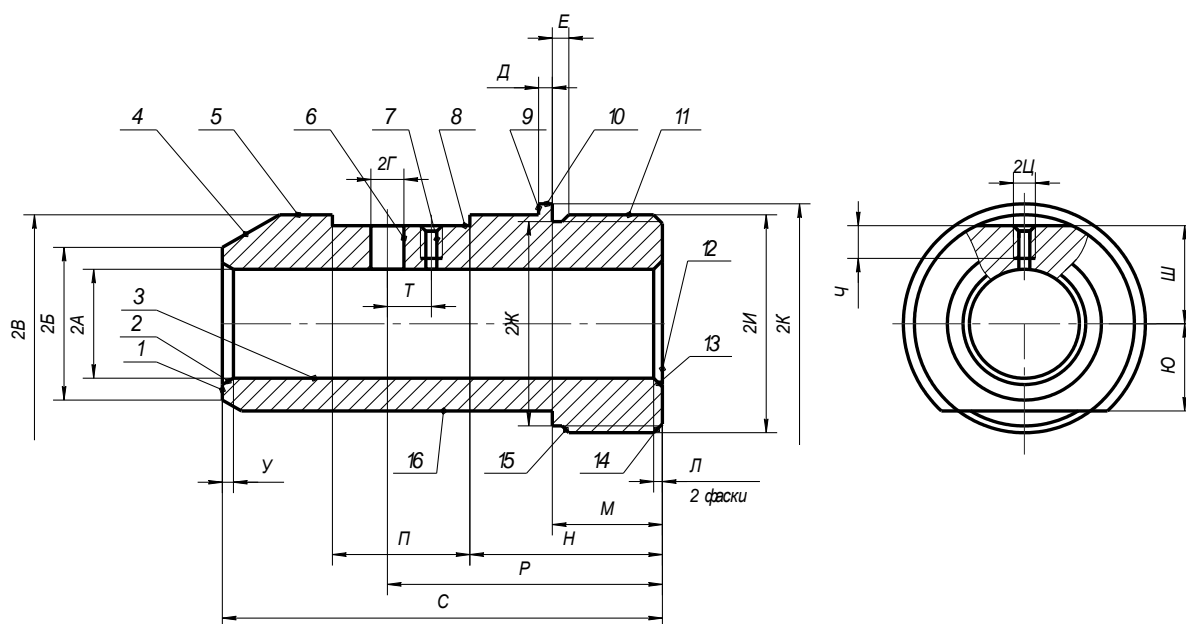


Рисунок 3 – Схема кодирования поверхностей и размеров

Таблица 3 - Систематизация технические требования чертежа втулки

Поверхность	Размер, мм	IT	Ra, мкм	Требование на чертеже, мм
1, 12 торцы	160	13	6,3	-
2, 4, 13-15 фаски	2, 4, 3,2	13	6,3	-
3 отверстие	40	6	1,6	Некруглость 0,008
5,10 шейки цилиндрические	80, 88	13	6,3	-
6 отверстие	12	8	1,6	Отклонение от перпендикулярности, 0,016; Некруглость 0,02
7 резьба внутренняя	8	7	3,2	-
8, 16 плоскость	36,32	13	3,2	Не параллельность 0,12
11 резьба	80	4	1,25	-
10	20	13	3,2	Отклонение от перпендикулярности, 0,025

Для представленных в таблице 3 технических требований на основе рекомендаций из [9], назначаем технологические переходы на обработку указанных поверхностей.

Для формирования наружных цилиндрических поверхностей для данной детали достаточно будет двух переходов по обтачиванию. На черновом обтачивании из проката формируется контур детали со ступенькой и большой фаской. На чистовом переходе обтачивание проводится с равномерным припуском по контуру для обеспечения точности на уровне 10 квалитета с шероховатостью 6,3 мкм.

Для обработки отверстия из прутка используем типовой набор технологических переходов. На первом переходе производится сверление отверстия на всю глубину заготовки. Точность при этом может обеспечиваться, в зависимости от используемого инструмента, от 10 до 12 квалитета. После этого производится чистовое и окончательное растачивание заготовки. Так как втулка проходит термообработку – закалку, используем финишную операцию внутреннего шлифования. Тогда изменение квалитетов точности по переходам принимаем следующие. Сверление обеспечивает 11 квалитет, чистовое растачивание - 9 квалитет, чистовое растачивание - 7 квалитет, термообработка - 8 квалитет и внутреннее шлифование - 6 квалитет [21].

Для обработки плоскостей, параллельных друг другу, используем фрезерные переходы концевыми фрезами.

Для обработки отверстия под направляющие штифты применяем типовую последовательность переходов для мелкоразмерных отверстий. Сверление, затем зенкерование и окончательное развертывание [9].

Для резьбового отверстия используем сверление, для формирования доходной фаски зенкование, и последним переходом машинным метчиком производим обработку непосредственно резьбы.



Для обработки крепежной резьбы по большому диаметру М80 используем нарезание резьбы резцом на токарных операциях. На финишном переходе на резьбошлифовальном станке производим окончательную обработку данной поверхности.

## 2.4 Выбор технологических баз

Для того, чтобы обеспечить необходимую точность обработки на операциях необходимо выбрать правильную схему базирования. В данном случае у нас деталь типа втулки, которую можно устанавливать, как по наружной, так и по внутренней поверхности.

На токарной операции применим базирование по наружной цилиндрической поверхности с обеспечением двойной направляющей базы по закрепляемой поверхности прутка заготовки. Осевое базирование с опорой с левого торца заготовки (рисунок 4) [18].

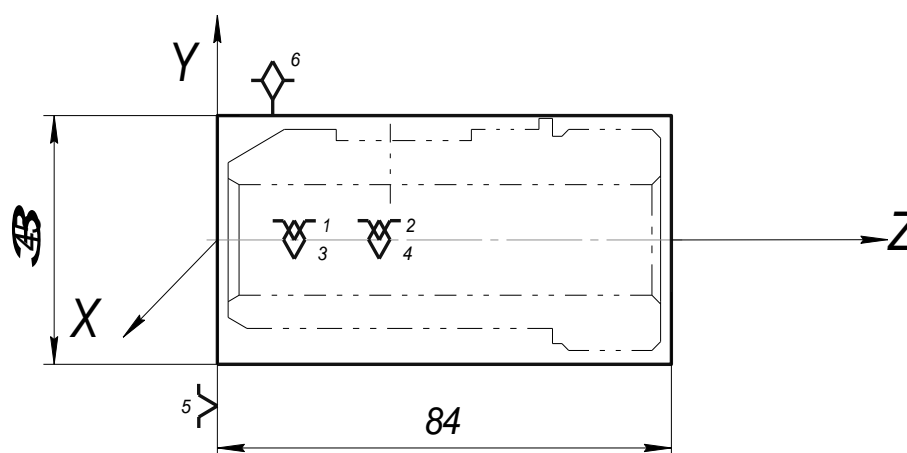


Рисунок 4 - Схема базирования на 005 токарной операции

Для первой операции показана схема базирования. Практически, двойная направляющая находится на участке заготовке, который находится

внутри патрона. Пятая опорная точка находится на поверхности (на рисунке слева).

На следующей токарной операции применяется схема установки детали в цанговом патроне, чтобы не повредить обработанную поверхность, с базированием по торцу в виде установочной базы, двойной опорной по центру заготовки и опорной для сил зажима [19].

На фрезерной операции используем установку в трех кулачковом патроне, который устанавливается в поворотной делительной головке с горизонтальной осью вращения. Схема базирования аналогичная предыдущей токарной операции. Кроме этого используется угловая индексация на  $180^\circ$  для обработки плоскостей. На данной операции производим обработку также отверстия под штифт и крепежного резьбового отверстия.

Для чистовой обработки поверхности втулки после термообработки используем на внутреннем шлифовании зажим заготовки по цилиндрической поверхности. База установочная по торцу, двойная направляющая по осевой [17].

Операция резьбошлифовальная: установку проводим по отверстию в виде двойной направляющей базы с опорой в торец.

## **2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали**

Разработанные технологические переходы сгруппируем в технологические операции [20] в соответствии со схемой, предложенной в пункте 2.4. На заготовительной операции производим резку заготовки на фрезерно-отрезном станке 8Г642 [21].

Операция токарная 005 по обтачиванию заготовки со сверлением центрального отверстия, а также чистовой обработки отверстия в виде растачивания. Станок - токарный 160НТ.

Операция 010 по обработке втулки: проводится обтачивание с другой стороны с формированием буртика, канавки под выход резьбового инструмента, обработки резьбы. Станок - токарный 160НТ.

На следующей 015 операции, выполняемой на фрезерном станке, производим на двух позициях обработку плоскостей. Сначала обрабатываем лыску с последующим формированием штифтового и резьбового отверстий. После поворота делительной головки на 180° производим на проход фрезерование второй плоскости. Станок - фрезерный обрабатывающий центр SPECTR SVL [17]. На 020 операции производим термообработку закалку.

На следующей 025 внутришлифовальной операции производим окончательную обработку центрального отверстия. Станок - внутришлифовальный . 3К229В. На резьбо-шлифовальной 030 операции производим окончательное шлифование крепежной резьбы. Станок резьбо-шлифовальный полуавтомат 5К822В. Заключительными операциями будут являться 035 моечная операция для удаления загрязнений с поверхностей готовой детали и 040 контрольная -для комплексной проверки технических требований чертежа.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

В таблице 4 для каждой операции, с учетом выбранного станка, предлагаются выбранные зажимное приспособление [18] для установки заготовки, а также режущий инструмент [14] для всех переходов, а также представлены средства контроля [16] для операционных измерений.

Таблица 4 – Средства оснащения

Операция	Название операции	Приспособление	Инструмент	Контрольный инструмент
1	2	3	4	5
000	Заготовительная прокат	Тиски 7200-0261 ГОСТ	2257-0155 Пила ГОСТ 4047-82	Штангенциркуль ШЦ-1-0,1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
		21167-75		ГОСТ 166-81
005	Токарный станок с ЧПУ 160НТ	Патрон 7102-0069 ГОСТ 24351-80	Резец для точения QS-TR-D13JCL 12НР с пластиной TR-DC1312-М 4415 035-2302-0011 Сверло диаметр 36 мм Т15К6 191421054 Оправка ТУ 2-035-775-80	Штангенциркуль ШЦ-1-0,1 ГОСТ 166-81. Штангенциркуль ШЦ-П-0,05 ГОСТ 166-81
010	Токарный станок с ЧПУ 160НТ	Патрон цанговый	Резец QS-TR-D13JCL 12НР с пластиной TR-DC1312-М 4415 191421054 Оправка ТУ 2-035-775-80 035-2126-1805 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-7-84 2664-0509 Резец Р6М5 ГОСТ 18876-73	Штангенциркуль ШЦ-1-0,1 ГОСТ 166-81. Штангенциркуль ШЦ-П-0,05 ГОСТ 166-81
015	Фрезерный обрабатывающий центр СPECTR SVL	Патрон 7102-0069 ГОСТ 24351-80 УДГ 7036-0052 ГОСТ 8615-89	2223-5648 Фреза диаметр 22, z=4 Т15К6 ГОСТ 24637-81 2301-0850 Сверло диаметр 11 Р6М5 ГОСТ 19546-74 2301-1005 Сверло диаметр 6.5 Р6М5 ГОСТ 19547-74 2363-2053 Развертка диаметр 12 ВК6 ГОСТ 28321-89 2629-2054 Метчик ГОСТ 17928-72	Штангенциркуль ШЦ-Н-0,05 ГОСТ 166-81
020	Печь	Захваты	-	Прибор для измерения твердости
025	Внутришлифовальный	Патрон мембранный	Круг 1 30x40x18 63А F60 N 7 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008	Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78

#### Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
030	Резьбошлифовальный 5K822В	Оправка 7112-1464 ГОСТ 31.1066.02- 85	2727-0025 Круг ГОСТ 16179-91	Приспособление мерительное с индикатором кромочным ЗИМ-15
035	Моечная камера	-	-	-
040	Контрольный стенд	-	-	Измерительное приспособление

Для установки втулки на операциях механической обработки применяются приспособления универсальные и специализированные наладочные. Необходимо, чтобы данные приспособления имели возможность переналадки на обработку других деталей типа втулка, так как производство относится к среднесерийному типу.

Инструмент также выбираем из категории универсальных средств. Это дает возможность обработки различных поверхностей у разных деталей. Выбор инструментального материала определяется материалом заготовки углеродистой легированной стали 45ХН.

### **2.7 Разработка технологических операций**

Так как тип производства – среднесерийный, обработка на станках ведется последовательно по ходу процесса. Годовая программа выпуска – 1000 штук в год и параллельно работающих станков для выполнения данной программы не будет.

Станок 160НТ с системой ЧПУ Fanuc.

Размеры заготовки по диаметру проходят, но здесь заготовка должна быть штучной.

Расчет режимов резания на 005 токарную операцию с ЧПУ [8].  
Переходы следующие. Переход 1 - подрезать торец. Переход 2 - точить поверхность шейки с буртиком в размер 80,6 мм на длину 22,5 мм.

Переход 3 - точить коническую поверхность 10,5 мм и шейку 80 мм.

Переход 4 - сверлить отверстие 36 мм.

Переход 5 - расточить отверстие 38 мм.

Переход 6 - снять фаску.

Глубину резания из расчета припуска  $t$  принимаем 1,5 мм при снятии напуска. Для точения по контуру принимаем 1 мм.

Подача с учетом прочности инструмента принимается  $S=0,3$  мм/об [13].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \cdot K, \quad (7)$$

где  $C_v$  - основной коэффициент;

$T$  –экономическая стойкость для серийного производства, мин;

$t$  – расчетный припуск, мм;

$m, x, y$ - уточняющие показатели степени;

$K_v$  - поправочный коэффициент для точения.

Принимаем экономическую стойкость резца 40 мин.

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (8)$$

где  $K_{mv}$ - коэффициент для материала заготовки 45ХН;

$K_{pv}$  - коэффициент обработанной поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент материала инструмента (твердый сплав).

Для материала с пределом прочности  $\sigma_b$  равным 750 МПа

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (9)$$

где  $n_v$  - показатель степени при обработке материала резцом из твердого сплава ( $n_v = 1,25$ ).

Рассчитываем частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (10)$$

где  $V$  – принятая скорость, м/мин;

$D$  - диаметр шейки, мм.

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (11)$$

Тангенциальная сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (12)$$

где  $C_p$  - базовый коэффициент;

$x, y, n$  – показатели степени;

$K_p$  - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (13)$$

где  $K_{mp}$  - поправочный коэффициент на качество материала;

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

Поправочный коэффициент на сталь

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750}\right)^n, \quad (14)$$

где  $n$  – показатель степени примем равным 0,75.

Мощность резания:

$$N = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (15)$$

Проверка мощности станка по условию нагрузки:

$$N_e \leq N_{\text{э.дв}} \cdot \eta, \quad (16)$$

где  $N_{\text{э.дв}}$  - мощность станка, кВт ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия привода, который равен 0,9.

Резец для точения QS-TR-D13JCL 12HP с пластиной TR-DC1312-M 4415. Сечение 25 на 25 мм. СОЖ подается внутренне.

Сами переходы точения: черновое продольное, чистовое продольное и подрезка торца [15].

Скорость резания для всех трех переходов 343 м/мин. Подача 0,3 мм/об для первых двух переходов, третий – 0,368 мм/об. Глубина резания на первых двух переходах 1,5 и 1 мм, на торец 0,5 мм. Частота вращения первый - 1785 и второй и третий - 1865 об/мин, 2570 об/мин. Максимальная мощность резания 4,71 и 2,45 кВт. Крутящий момент – 17,5, 16, 5 и 9, 67 Нм.

Тангенциальная сила равна 838 Н.

$$4,71 \leq 25 \cdot 0,85 = 21,3 \text{ кВт.}$$

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.



Для сверления скорость резания 67 м/мин. Подача 0,25 мм/об. Глубина резания 18 мм. Частота вращения– 592 об/мин. Максимальная мощность резания 12,9 кВт. Крутящий момент – 197,6 Нм.

По нагрузке также проходит.

Чистовое растачивание: скорость резания 105 м/мин; подача 0,25 мм/об; глубина резания 1,25 мм; частота вращения– 869 об/мин. максимальная мощность резания 1,6 кВт; крутящий момент – 16,5 Нм. Тангенциальная сила – 930 Н.

Для 010 токарной режимы резания аналогичные. Для чистового перехода по обработке канавки и резьбовому нарезанию результаты расчета режима резания представлены в карте наладок и операционной карте в приложении А.

## 2.8 Нормирование технологических операций

Для нормирования технологической токарной операции используем следующую формулу

$$T_{шт-к} = \frac{T_{н-з}}{n} + T_{шт}, \quad (17)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время, мин;

$T_{н-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$ – количество деталей в партии запуска, шт.

«Штучное время [12]:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{об} + T_{от}, \quad (18)$$

где  $T_o$  – основное время;

$T_b$  – вспомогательное время;

$T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места;

$T_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности», [11].

Основное время [9]:

$$T_0 = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{\text{мин}}}, \quad (19)$$

где  $l_1$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм;

$l_p$  - длина резания, мм;

$l_2$  - длина перебега режущего инструмента, мм;

$i$  - число проходов (в таблице 10);

$S_{\text{мин}}$  - минутная подача.

Тогда для перехода по черновому обтачиванию с учетом недобега и врезания основное время подрезки

$$T_0 = \frac{50}{536} = 0,09 \text{ мин.}$$

Основное время черного продольного хода

$$T_0 = \frac{125}{560} = 0,21 \text{ мин.}$$

Далее по переходам

$$T_0 = \frac{125}{1012} = 0,123 \text{ мин.}$$

Сверление

$$T_0 = \frac{165}{0,35 \cdot 752} = 1,1 \text{ мин.}$$

Растачивание

$$T_0 = \frac{165}{0,25 \cdot 869} = 0,75 \text{ мин.}$$

Точение фаски

$$T_0 = \frac{5}{240} = 0,02 \text{ мин.}$$

Сумма всех времен по переходам составит 2,3 мин.

Для  $n$  – партия запуска

$$n_3 = \frac{Na}{254}, \quad (20)$$

где  $N$  – годовой объем, шт;

$a$  – периодичность 6 дней.

$$n_3 = \frac{Na}{254} = \frac{1000 \cdot 6}{254} = 24.$$

Параметр  $k$  примем 1,85, как коэффициент серийного производства.

Время измерения  $T_{из} = 0,5$  мин. Управление  $T_{уп} = 0,05$  мин. Установка  $T_{у.с}$  и снятие  $T_{з.о}$  втулки суммарно составят 0,15 мин. Суммарно вспомогательное время будет 0,46 мин.

Время на обслуживание:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (21)$$

где  $a$  – параметр загрузки станка в серийном производстве.

Время на отдых:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (22)$$

где  $b$  – процент для втулки массой не более 3 кг.

С учетом этого суммарно на отдых и обслуживание время будет 0,05 мин.

Тогда итоговая норма времени на 005 операцию

$$T_{ш-к} = \frac{15}{24} + 2,3 + 0,46 + 0,05 = 3,4 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 010 токарную проведем аналогично

$$T_{ш-к} = \frac{15}{24} + 1,5 + 0,46 + 0,04 = 2,6 \text{ мин.}$$

## Выводы по разделу

В разделе спроектирована технология для среднесерийного производства по изготовлению втулки направляющей зажимного приспособления. В качестве исходной заготовки принят прокат.

С учетом исходной заготовки выбраны методы обработки. Использование современного оборудования и оснащения позволяет снизить количество переустановок заготовки, количество переходов и повысить точность обработки.

Спроектированы технологические токарные операции, на которых выполняются основные технологические переходы по формированию контура детали, включая черновое и чистовое обтачивание, сверление и растачивание центрального отверстия, нарезание резьбы при помощи резьбового резца и обработка фасок и канавок.

Технологические режимы рассчитаны по формулам, частично взяты табличные.

Выполнено нормирование технологических операций с определением основного и штучного времени.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

Проектирование зажимного приспособления начинается со сбора исходных данных, к которым относятся параметры материала заготовки, вид обработки, особенности режущего инструмента, а также режимы обработки. Данные параметры были приняты или рассчитаны в разделе 2.

Вид и материал заготовки – прокат из 45ХН.

Для первой операции применяется трех кулачковый самоцентрирующийся патрон, входящий в стандартный комплект оснащения для станка.

На второй токарной операции выполняется зажим заготовки в цанговом патроне для того, чтобы не повредить обработанную поверхность.

Операция выполняется, включая различные технологические переходы - точение черновое и чистовое, нарезание резьбы и точение канавки.

Расчет необходимо вести для чернового точения, так как при этом снимается максимальный припуск, и возникают наибольшие силы резания, которые стремятся сместить заготовку [1].

Для обработки используются контурный токарный резец сборный. Материал режущей пластины Т15К6

Для расчета сил закрепления необходимо знать сдвигающие усилия, которые найдем из расчета составляющих сил резания: тангенциальной, осевой и радиальной.

Сила резания для данного перехода определена и равна 838 Н.

Операционный эскиз показан на рисунке 5.

Схема действия сил резания и закрепления приведена на рисунке 6.

Расчет радиальной составляющей силы резания:

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (23)$$

где  $C_p$  - поправочный базовый коэффициент;

$x, y, n$  – показатели степени для конкретных условий обработки;

$K_p$  - поправочный коэффициент.

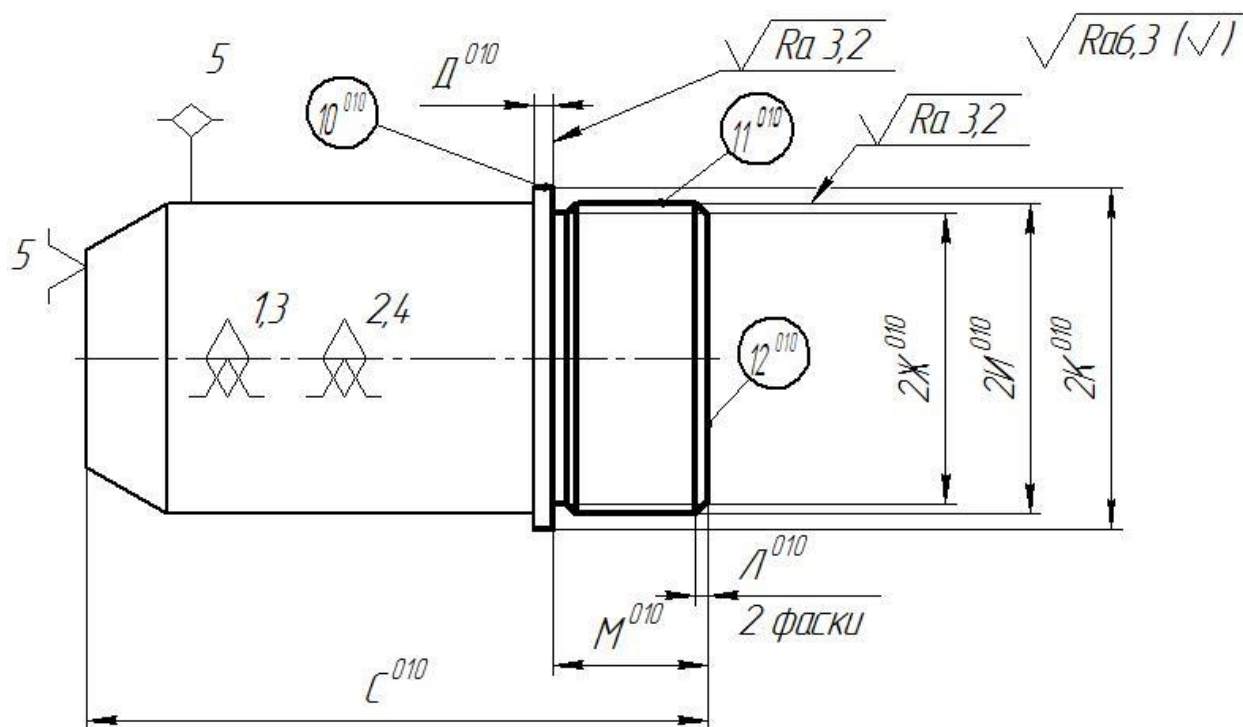


Рисунок 5 -Схема базирования

Коэффициенты и показатели изменяем соответственно для осевой и радиальной составляющих сил.

Для осевой силы поправочный коэффициент  $C_p$  примем 339, показатели степени  $x=1,0$ ;  $y=0,5$ ;  $n=-0,4$ , а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент  $K_{\varphi p} = 1,17$ , на передний угол  $K_{\gamma p} = 1,0$  и наклона кромки  $K_{\lambda p} = 0,85$ , радиуса 1.

Для радиальной составляющей поправочный коэффициент  $C_p$  примем 243, показатели степени  $x=0,9$ ;  $y=0,6$ ;  $n=-0,3$ , а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент  $K_{\varphi p} = 0,5$ , на передний угол  $K_{\gamma p} = 1,0$  и наклона кромки  $K_{\lambda p} = 1,25$ , радиуса 0,82.

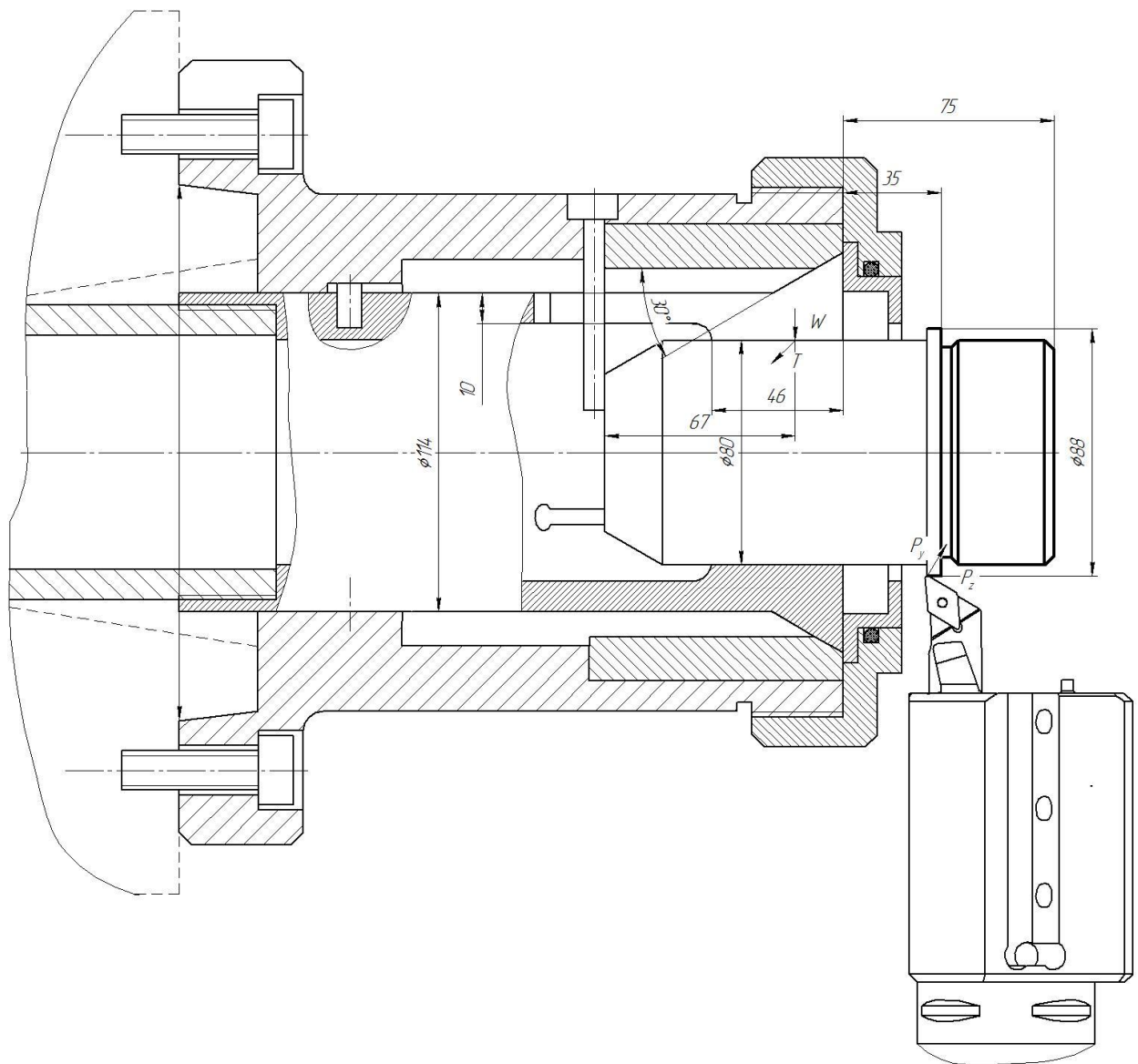


Рисунок 6 -Схема сил резания и зажима

Поправочный коэффициент на сталь 40ХН

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1.$$

$$K_p = 1 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,82 = 0,51.$$

Для радиальной силы

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot (1,5)^{0,9} \cdot (0,3)^{0,6} \cdot (363)^{-0,3} \cdot 0,51 = 148 \text{ Н.}$$

Сила резания вырывает заготовку втулки. При обработке заготовка удерживается при помощи цанги, действующих равномерно со всех сторон

Возникающие силы трения между цангой и базовой поверхностью, препятствует ее смещению от суммарного действия силы резания.

Данная сдвигающая нагрузка складывается из осевой, радиальной и тангенциальной. Осевая в данном случае составляющая сдвигает заготовку в цанге, а сила трения противодействует ей [4].

Радиальный и тангенциальный векторы силы резания создают момент резания, который имеет максимальную величину при обработке шейки на максимальной длине от кулачков, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 75 мм на диаметре 88 мм.

Опрокидыванию заготовки будет препятствовать сила закрепления. Соответственно, для нахождения зажимной силы необходимо составить уравнения статического равновесия.

Из данного уравнения выведем силу зажима, необходимую для предотвращения опрокидывания заготовки с учетом коэффициента безопасности [17]

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot \left( P_z \cdot \frac{d_1}{2} + P_Y \cdot L \right)}{nf \cdot \frac{d_3}{2}}, \quad (24)$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

$P_Y$  – радиальная составляющая силы резания, Н;

$d_1$  – плечо действия сил тангенциальной, м;

$L$  – плечо действия радиальной силы, м;

$n$  – количество лепестков цанги;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности прихвата;

$k$  – коэффициент запаса;

$d_3$  – плечо действия сил зажима, м.

Коэффициент запаса  $k$ :



$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (25)$$

где  $k_0$  – минимальный коэффициент безопасности,  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  – параметр, учитывающий случайности сил резания для черновой обработки. Он возникает из-за неровностей обрабатываемой поверхности,  $k_1$  примем 1,2;

$k_2$  – параметр учитывает износ инструмента,  $k_2$  примем 1,1;

$k_3$  – параметр, учитывающий прерывистое резание. В данном случае у нас непрерывное резание и  $k_3 = 1$ ;

$k_4$  – параметр учитывающий механизацию зажима и в данном случае  $k_4=1$ ;

$k_5$  – параметр, учитывающий эргономику ручного привода зажима. В данном случае он отсутствует  $k_5 = 1$ ;

$k_6$  – коэффициент, который не учитываем, так как заготовка не опирается на плоские штыри [19].

Коэффициент окончательно\

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,98.$$

Округляем до минимально стандартного – 2,5.

Принимая с учетом того, что установочная поверхность механически обработана и имеет тонкую структуру, коэффициент трения  $f$  примем равным 0,15.

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot (838 \cdot 44 + 148 \cdot 75)}{3 \cdot 0,15 \cdot 40} = 6663 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов принимаем  $W$  равной 6663 Н.

Для закрепления заготовки в цанге необходимо кроме силы зажима заготовки приложить дополнительную составляющую для деформации лепестков цанги (рисунок 3) [20]:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (26)$$

где  $Q_1$  - необходимая сила для сжатия лепестков у цанги, Н;

$Q_2$  - расчетная сила закрепления 6663 Н

Необходимую силу для сжатия лепестков:

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{E J f_z}{l^3} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (27)$$

где  $E$  – модуль Юнга материала цанги,  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа;

$f$ - деформация элемента цанги,  $f = 0,18$  мм;

$z$  – количество деформируемых элементов, примем равным 3;

$l$  – размер разреза лепестка, равно 110 мм;

$\alpha$  - угол цанги,  $\alpha$  примем  $30^\circ$ ;

$\varphi$  - угол трения.

Последний находится как

$$\varphi = \operatorname{arctg} f, \quad (28)$$

где  $f$  – коэффициент трения между направляющей конической частью корпуса и цангой;

$J$  – момент инерции деформируемого элемента.

Коэффициент трения  $f$  равен 0,1. Тогда угол трения будет

$$\varphi = \operatorname{arctg} 0,1 = 5,7^\circ.$$

Момент инерции деформируемого элемента

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left( \alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (29)$$

где  $D$  – диаметр, примем 114 мм;

$S$  – толщина цанги, примем 8 мм;

$\alpha_1$  - угол по дуге лепестка,  $110^\circ$ .

$$J = \frac{110^3 \cdot 8}{8} \left( 1,92 + \sin 1,92 \cos 1,92 - \frac{2 \sin^2 1,92}{1,92} \right) = 889774 \text{ мм}^4;$$

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 889774 \cdot 0,18}{110^3} \operatorname{tg} 35,7^\circ = 52454 \text{ Н}.$$

Усилие на штоке привода:

$$Q_2 = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi). \quad (30)$$

$$Q_2 = 6663 \cdot \operatorname{tg}(35,7) = 47881 \text{ Н}.$$

После подстановки полученных данных получим:

$$Q = 4788 + 52454 = 57242 \text{ Н}.$$

Для расчета силового привода необходимо найти диаметр поршня, который будет создавать усилие зажима. Этот диаметр зависит от давления рабочей среды, а также потерь в системе

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta P}}, \quad (31)$$

где  $P$  – избыточное давление рабочей среды, МПа;

$\eta$  - коэффициент полезного действия.

Примем первоначально  $P = 5$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{57242}{0,9 \cdot 5}} = 127 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D = 140$  мм.

Погрешность закрепления и установки в данном приспособлении определяется неточностью изготовления цанги и несоосностью базовых и направляющей поверхностей в сопряжениях.

Погрешность установки детали в приспособлении равна:

$$\varepsilon_v = \sqrt{(E_{II})^2 + (E_B)^2 + (E_{II})^2}, \quad (32)$$

где  $E_{II}$  – несоосность патрона у базовой поверхности корпуса и направляющего отверстия под втулку, мм;

$E_B$  - несоосность посадочного отверстия под цангу и базирующей наружной поверхности втулки, мм;

$E_{II}$  - несоосность базирующей поверхности земли и конуса цанги, мм.

Принимаем все несоосности равными 0,008 мм.

$$\varepsilon_v = \sqrt{3(0,008)^2} = 0,014 \text{ мм.}$$

Приспособление специализированное, наладочное предназначено для установки втулки на токарной операции. Цанговый патрон предназначен для закрепления заготовки втулки на токарной операции.

Приспособление состоит из корпуса 1, который винтами 8 закрепляется на шпинделе токарного станка. По центральному отверстию корпуса перемещается цанга 3. По внутренней резьбе в цангу 3 вкручивается тяга 4, которая закрепляется на штоке гидравлического привода зажима (на листе не показан). Конус цанги 3 опирается на коническую поверхность направляющей втулки 6, которая запрессована в корпус 1. Для исключения поворота цанги 3 в корпусе патрона 1 в нее запрессован направляющий штифт 10, выступающий конец которого перемещается по направляющему пазу в корпусе 1. Радиально, через прорезь в цанге, в корпус 1 вставляется продольный упор 2. С правой стороны корпус закрывается резьбовой крышкой 5, в которую вставляется сменная защитная пластина 7. Между крышкой 5 и пластиной 7 размещается манжетное уплотнение 9 для защиты от попадания загрязнений в контакт цанга-направляющая втулка.

Приспособление работает следующим образом. В отверстие патрона вставляется заготовка втулки до упора в продольный упор 2. Далее включается привод зажим и тяга 4 перемещает цангу 3 влево. Лепестки цанги

скользят по конической поверхности направляющей втулки 2 и сжимаются, производя фиксацию заготовки втулки. После обработки, подача давления приводит к перемещению тяги 4 с цангой 3 вправо. Лепестки цанги раскрываются, и происходит разжим заготовки. Спецификация на сборочный чертеж приведена в приложении Б.

### **3.2 Проектирование инструмента**

Для обработки центрального отверстия на токарной операции 005 используем вместо спирального сверла из быстрорежущей стали Р6М5 сборное твердосплавное сверло с режущей съемной головкой из пластин Т15К6. Корпус сверла имеет установочные пазы для фиксации режущих пластин, установленных таким образом, чтобы обеспечить сплошную обработку по всему диаметральному размеру [14]. Предложенная конструкция режущего инструмента обеспечивает его повышенную жесткость, что благоприятно сказывается на деформации, снижая увод инструмента и разбивку отверстия. Кроме этого, для такой жесткой конструкции, обладающей повышенной способностью к гашению колебаний, возможно повысить режимы резания по сравнению с справочными данными для обычного спирального сверла. Это приводит к тому, что время обработки на данной операции будет снижаться. Основное время по сверлильному переходу с 1,1 снижается до 0,67 мин. Спецификация на сборочный чертеж приведена в приложении В.

#### **Выводы по разделу**

В разделе выполнено проектирование оснащения для обработки на токарной операции в виде цангового патрона, и инструмент для сверления на 005 операции.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

Задача – разработка мер по безопасности труда для спроектированной технологии изготовления направляющей втулки зажимного приспособления [3].

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта**

Разработанная технология изготовления направляющей втулки зажимного приспособления из стали 45ХН включает в себя следующие операции.

На токарной обтачивается заготовка со сверлением центрального отверстия с последующей отрезкой штучной заготовки на токарном станке 160НТ. На операции токарной 010 по обработке втулки проводится обтачивание с другой стороны с формированием буртика, канавки под выход резьбового инструмента, обработка резьбы, а также чистовой обработки отверстия в виде двух кратного растачивания.

На следующей 015 операции, выполняемой на фрезерном обрабатывающем центре SPECTR SVL, производится на двух позициях обработка плоскостей и штифтового и резьбового отверстий.

На 020 операции производится термообработка - закалка.

На следующей внутришлифовальной 025 операции производится окончательная обработка центрального отверстия на внутришлифовальном станке 3К229В.

На резьбо-шлифовальной операции 030 производится окончательное шлифование крепежной резьбы. Станок - резьбо-шлифовальный полуавтомат 5К822В.

Заключительными операциями будут являться 035 моечная операция и 040 контрольная -для комплексной проверки технических требований чертежа.

Лимитирующей операцией является токарная с обработкой всех конструктивных элементов, включая отверстие.

Обработка ведется с использованием смазочно-охлаждающей жидкости на основе минерального масла FS71.

## **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

К опасным и вредным производственным факторам в технологии изготовления направляющей втулки зажимного приспособления в зависимости от выполняемой операции относятся следующие производственные риски. На технологических операциях в механическом цехе это будут факторы, связанные с высоким уровнем температуры заготовки и инструмента. На термообработке – нагревательные устройства и заготовка. На черновой обработке будет загрязнение воздушной среды вследствие запыленности из-за мелких частиц поверхностного слоя, удаляемых при обработке, и мелкой стружки на чистовых шлифовальных переходах, а также связаны с испарением СОЖ.

Обработка проводится на разнообразном станочном оборудовании, а также технологических установках для его обслуживания (компрессоры, масляные станции). Поэтому будут факторы, связанные с воздействием электрического тока и электромагнитных полей.

Перемещение рабочих органов станка, зажимных элементов приспособлений может привести к травмам.

Процесс обработки происходит при высоких оборотах заготовки и инструмента, что будет вызывать повышенный шум и вибрации.

Режущий лезвийный и абразивный инструмент, стружка, а также острые кромки заготовки могут привести к физическому повреждению станочников.

Операционный контроль связан с перенапряжением анализаторов, в первую очередь, зрения.

Выполнение вспомогательных технологических переходов для повторяющихся заготовок сопровождается психофизиологическим воздействием. Источниками данных факторов являются как сам станок, так и процесс резания и оснащение.

### **4.3 Методы и технические средства снижения рисков**

Для снижения указанных рисков при работе на технологических станках применяются средства индивидуальной защиты в виде специальной защитной одежды, обуви, прорезиненных перчаток, а также защитных очков.

На самом оборудовании применяется защитная экранировка с местной системой вентиляции для удаления испаряемых газов и образующейся пыли и мелкой стружки. Подвижные механизмы также экранируют, а также ограничивают доступ в опасные зоны визуальными предупреждающими знаками, а также сеточным ограждением.

Для очистки воздуха в производственном цеху используется общая вентиляция вытяжного типа с системой фильтрации выходящего воздуха.

Исполнители станочники обязательно проходят инструктаж по охране труда.

Для защиты от поражения электрическим током используется заземление и изоляция токоведущих элементов оборудования, а также предохранители.

В целях снижения психофизиологического воздействия используются перерывы в работе, а также правильная организация рабочего места с достаточным уровнем освещения и вентиляции.

### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта**

Обработка по обработке резанием проводится в механическом цехе, , термообработка в термическом цеху.



Для данных подразделений класс пожарной опасности будет относиться к категориям В и Е, где опасными факторами при пожаре являются пламя, искры, а также неисправности электропроводки. Это может привести при пожаре к разрушению оборудования с выносом высокого напряжения на металлические части. В случае тушения пожара может оказывать вредное воздействие огнетушащее средства.

Для тушения пожара рабочее подразделение оборудуется набором огнетушителей порошкового типа, пожарными гидрантами с напорными пожарными рукавами, средствами по пожарному оповещению с управление эвакуацией. Также используются автоматические извещатели, а для тушения пожара непосредственно исполнителями могут использоваться ручной инструмент – лопаты и топоры, ящики с песком. Для защиты органов дыхания используют средства индивидуальной защиты в виде противогазов и респираторов. Все исполнители обязательно проходят пожарный инструктаж на регулярной основе.

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Разработанная технология с точки зрения воздействия на окружающую среду содержит следующие опасные факторы.

Воздействие на воздушную среду заключается в возможных запыленности и токсических испарениях при высокотемпературной обработке (чистовая шлифовальная обработка и термообработка). С точки зрения вредного воздействия на сточные воды опасными факторами в данной технологии являются взвешенные вещества и нефтепродукты, а также используемые технологические среды, включая смазочно-охлаждающую полусинтетическую на основе минерального масла жидкость. С точки зрения загрязнения литосферы образуются отходы в виде стружки и ветоши. Для снижения влияния вредных факторов при воздействии на воздушную среду можно использовать фильтрационные системы. Для снижения воздействия

на сточные воды - локальную многоступенчатую очистку сточных вод. Для снижения влияния вредных факторов на литосферу - утилизация полученных отходов на полигоне.

### Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела по безопасности и экологичности технологического процесса изготовления втулки, включающей в себя токарные, сверлильные и шлифовальные переходы, были получены следующие результаты. Для предложенного технологического процесса проанализированы основные операции и оборудование, а также материалы и оснащение. С учетом проведенного конструкторско-технологического описания выявлены опасные и вредные производственные факторы, характерные для соответствующих этапов технологии изготовления втулки, к которым отнесены высокотемпературные воздействия, возможные повреждения острыми кромками, поражение электрическим током, загрязнение воздушной среды, шум, вибрации и психофизиологические воздействия. С учетом указанных факторов разработаны мероприятия по защите работников, участвующих в данной технологии в виде средств индивидуальной защиты, а также защитных мер по организации работы в виде соответствующих систем вентиляции, освещения, режима работы, а также мер по подготовке работника в виде различных инструктажей. Проанализирована пожарная безопасность подразделений, участвующих в изготовлении втулки и предложены меры по обеспечению с определением класса пожарной опасности, факторов, которые возникают в случае возникновения пожара. Разработанные меры по пожарной безопасности включают в себя подбор инструмента, мероприятий по организации работы, а также меры, необходимые в случае возникновения пожара. Предложены меры по снижению данных вредных воздействий путем организации общей вентиляции, системы очистки сточных вод, а также утилизации отходов.

## 5 Экономическая эффективность работы

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

Данный раздел, является итоговым в написании бакалаврской работы, в ходе которой предлагается внести изменения в технологический процесс изготовления направляющей втулки зажимного приспособления, а именно заменить инструмент на токарной операции.

Подробное описание предложенных совершенствований описано в предыдущих разделах бакалаврской работы, а краткое их описание представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления направляющей втулки зажимного механизма

Элементы технологического процесса	Базовый вариант	Проектный вариант
Оборудование	Токарный станок, модель 160 НТ	Токарный станок, модель 160 НТ
Оснастка	Патрон 3-хкулачковый	Патрон 3-хкулачковый
Инструмент	Сверло спиральное Р6М5	Сверло сборное Т15К6
Трудоемкость	$T_0 = 1,1$ мин $T_{шт (шт-к)} = 3,4$ мин	$T_0 = 0,67$ мин $T_{шт (шт-к)} = 2,8$ мин

Для экономического обоснования предложенных совершенствований необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений. Данный алгоритм состоит из 5 этапов, которые включают обязательное выполнение соответствующих расчетов. Этапы выполнения алгоритма и сопровождающие их экономические расчеты представлены в таблице 6.

Этап 1. Данный этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

Таблица 6 – Этапы алгоритма определения экономической эффективности технологических решений

Номер и название этапа	Параметры, которые, собираются или определяются входе этапа	Формула расчета параметра
Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных	- «трудоемкость выполнения операций; - оборудование, оснастка и инструмент, применяемые в ТП; - технические характеристики оборудования (габариты и мощность); - количество необходимого оборудования ( $H_{ОБ}$ ); - коэффициент загрузки оборудования ( $K_3$ )» [6]	
Этап 2. Определение технологической себестоимости	- «основной материал ( $M$ ); - основная заработная плата рабочих ( $З_{ПЛ.ОСН}$ ); - социальные отчисления ( $НЗП$ ); - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{Э.ОБ}$ ); - технологическая себестоимость ( $C_{ТЕХ}$ )» [6]	$M = M_3 \cdot Ц_M \cdot K_{ТЗ} - M_0 \cdot Ц_0$ $З_{ПЛ.ОСН} = З_{ПЛ.ОП} + З_{ПЛ.Н}$ $НЗП = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_C$ $P_{Э.ОБ} = P_{ОБ} + P_{ПР} + \dots$ $+ P_i$ $C_{ТЕХ} = M + З_{ПЛ.ОСН} +$ $+ НЗП + P_{Э.ОБ}$
Этап 3. Определение полной себестоимости	- «цеховая себестоимость ( $C_{ЦЕХ}$ ); - производственная (заводская) себестоимость ( $C_{ЗАВ}$ ); - полная себестоимость ( $C_{ПОЛН}$ )» [6]	$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ $C_{ПОЛН} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$
Этап 4. Определение инвестиций	- «капитальные вложения в основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ); - сопутствующие капитальные вложения ( $K_{СОП}$ ); - общий объем инвестиций ( $K_{ИНВ}$ )» [6]	$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{СОП} = З_{ПР} + K_{ПР} + \dots$ $+ K_i$ $K_{ИНВ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$
Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса	- «чистая прибыль ( $П_{ЧИСТ}$ ); - срок окупаемости ( $T$ ); - чистый дисконтированный доход ( $ЧДД$ ); - индекс доходности ( $ИД$ ); - доход на капитал ( $Д_{КАП}$ )» [6]	$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{П}$ $T = \frac{K_{ИНВ}}{П_{ЧИСТ}}$ $ИД = \frac{Д_{ОБЩДИСК}}{K_{ИНВ}}$

Этап 2. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования [10].

Этап 3. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Этап 4. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых мероприятий по совершенствованию технологического процесса.

Применение данного алгоритма, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов по этапам 2-5.

Так как этап 1 является предварительным, т.е. служит только для получения исходных данных, поэтому выводы по нему писать не будем.

Результаты выполнения этапа 2 представлены на рисунке 7.

Анализируя рисунок 7 можно сделать вывод о том, что расходы по представленным параметрам снижаются, и позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 11,6%.

Результаты выполнения этапа 3 представлены на рисунке 8. Так как основой для определения полной себестоимости является технологическая себестоимость, то целесообразно данную величину включить в это графическое изображение.

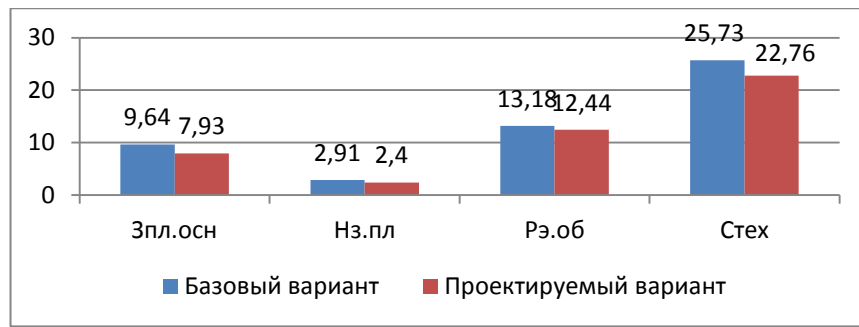


Рисунок 7 – Определение технологической себестоимости детали «Направляющая втулка зажимного приспособления», токарной операции по вариантам, руб.

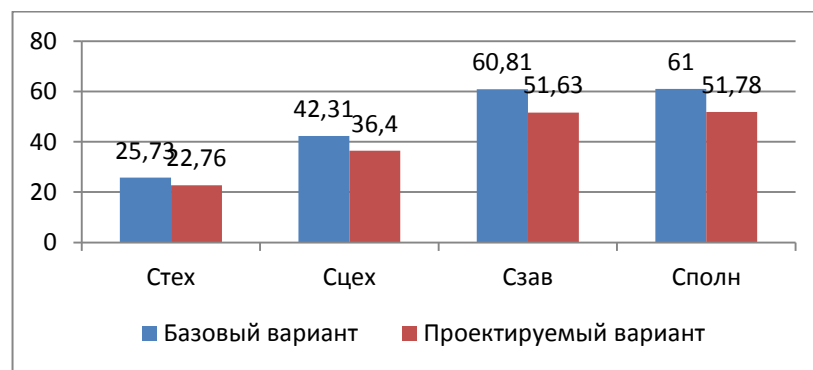


Рисунок 8 – Определение полной себестоимости, детали «Направляющая втулка зажимного приспособления», токарной операции по вариантам, руб.

Значения, представленные на рисунке 8, также имеют тенденцию к снижению в проектируемом варианте. Разница величины полной себестоимости между вариантами составляет уже 15,1%, т.е. в проектируемом варианте полная себестоимость меньше на 9,22 рублей.

Результаты выполнения этапа 4 представлены на рисунке 9.

Как видно из рисунка 9, инвестиций потребуют: затраты на проектирование ( $Z_{IP}$ ), затраты на инструмент ( $K_{II}$ ), затраты на корректировку управляющей программы ( $K_A$ ) и незавершенное производство ( $HЗП$ ). Учитывая полученную величину перечисленных параметров, общий объем инвестиций ( $K_{ИНВ}$ ) составит 23740,47 руб.

Результаты выполнения этапа 5 представлены в таблице 7.

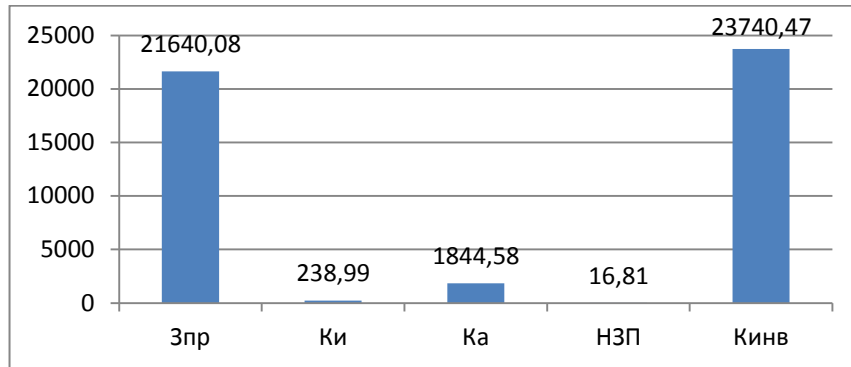


Рисунок 9 – Определение инвестиций на выполнение измененной токарной операции детали «Направляющая втулка зажимного приспособления», руб.

Таблица 7 – Экономическое обоснование изменений технологического процесса

Экономический показатель, единица измерения	Условное обозначение	Значение
Общий объем инвестиций, руб.	$K_{инв}$	23740,47
Чистая прибыль, руб.	$P_{чист}$	7376
Срок окупаемости, год	$T$	4
Чистый дисконтированный доход (интегральный экономический эффект), руб.	$ЧДД$	422,38
Индекс доходности, руб. / руб.	$ИД$	1,18

Наиболее значимой величиной, из всех представленных в таблице 7, является числовое значение чистого дисконтируемого дохода, а именно то, что оно положительное. Это значит, что инвестиции вкладывать в предлагаемые изменения технологического процесса экономически целесообразно.

#### Выводы по разделу

Данные действия позволят получить дополнительную прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,18 рублей, что подтверждает значение индекса доходности.

## Заключение

В работе выполнено проектирование технологии изготовления втулки для условий серийного производства. В первом разделе анализ назначения. Данная деталь входит в комплект оснастки и выполняется из материала стали 45ХН, которая имеет нормальную обрабатываемость. Во втором разделе с учетом среднесерийного типа производства в работе выбран метод получения заготовки резкой из проката на отрезном станке. Технические требования на втулку очень высокие. Обработка данной детали характеризуется не технологичностью, которая связана с точной формой направляющей поверхности, которую надо сформировать в сплошном материале. С учетом исходной заготовки и требований чертежа спроектирована маршрутная технология. Для формирования цилиндрической формы детали используется обработка на токарном станке последовательно с двух сторон. Цикл обработки в себя включает как черновую, чистовую лезвийную обработку, так и отделочное шлифование.

Технология отличается рядом переходов, выполняемых на высокопроизводительных автоматизированных станках, таком как токарный и фрезерный станки, позволяющие реализовать принцип проектирования операций по концентрации переходов.

Для обработки выбраны технологические базы. Для них выбраны зажимные приспособления, а также режущий инструмент, обеспечивающий высокопроизводительную обработку всех поверхностей.

В разделе три для реализации технологии спроектировано зажимное приспособление –цанговый патрон и инструмент – сверло для обработки отверстия.

Также для разработанной технологии предложены меры по снижению влияния вредных условий труда на здоровье операторов. Предложенные усовершенствования режущего инструмента обоснованы в экономическом разделе.



## Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.

2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.

3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.

4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.

5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.

6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. -

782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 15 02 00 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ,

2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

21. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

22. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

## Приложение А

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																		
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
													2	1				
Разраб.	Кисмерешкин Э.Б.																	
Проверил	Расторгуев Д.А.			Втулка														
Утвердил	Логинов Н.Ю.																	
Н. контр.	Расторгуев Д.А.																	
M 01	Сталь 45ХН ГОСТ 4543-71																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ				
M 02		кг	4,2	1	1	0,75	02	88x160					1	6,3				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
A03	000 4286 Фрезерно-отрезная																	
B04	Круглопильный автомат 8Г642																	
A05	005 4233 Токарная с ЧПУ																	
B06	Токарный станок 160НТ																	
A07	010 4233 Токарная с ЧПУ																	
B08	Токарный станок 160НТ																	
A09	015 4237 Комплексная на обрабатывающ.																	
A10	ЧПУ																	
B11	Фрезерный обрабатывающий центр SPECTR SVL																	
A12	020 5000 Термическая обработка																	
B13																		
A14	030 4132 Внутришлифовальная																	
B15	Внутришлифовальный станок ЗК229В																	
A16	035 4135 Резьбошлифовальная																	
МК	Маршрутная карта															2		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												2			
Втулка															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код			ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.			
Б01	Резьбо-шлифовальный полуавтомат 5К822В								1	1	1				
А02	035 0125 Промывка														
Б03									1	1	1				
А04	040 0200 Контроль														
Б05									1	1	1				
Т06															
Т07															
Т08															
Т09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
МК	Маршрутная карта											3			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
									2	1
Разраб.	Кисмерешкин Э.Б.			Втулка						
Проверил	Расторгуев Д.А.									
Утвердил	Логинюв Н.Ю.									
Н. контр.	Расторгуев Д.А.								005	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная с ЧПУ		Сталь 45ХН ГОСТ 4543-71			кг	4,2	88x160		6,3	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Т лэ.	Тшт.	СОЖ		
Токарный станок 160НТ				2,3	0,46	24	3,4			
Р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v	
T01	Патрон 7102-0069 ГОСТ 24351-80									
O02	1. Установить деталь									
O03	2. Точить заготовку									
T04	Резец QS-TR-D13JCL 12HP с пластиной TR-DC1312-M 4415									
P05	1	84	45	0,5	1	0,368	1785	343		
O06	3. Точить заготовку									
T07	Резец QS-TR-D13JCL 12HP с пластиной TR-DC1312-M 4415									
P08	2	81	140	1,5	1	0,3	1865	343		
O09	4. Сверлить заготовку									
T10	035-2302-0011 Сверло диаметр 36 мм T15K6									
T11	3	36	165	18	1	0,25	592	67		
O12	5. Расточить сквозное отверстие									
T13	191421054	Оправка ТУ 2-035-775-80	4	38	165	1	1	0,25	869	105
OK	Операционная карта									5

## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
											2
<i>Втулка</i>											005
Р	ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v			
T01	6. Снять деталь										
O02											
T03											
O04											
O05											
O06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK	Операционная карта										6









Приложение Б

Спецификация на приспособление

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			22.ВКР.ОТМП.290.65.00.000.СБ	Сборочный чертёж		
<i>Детали</i>						
		1	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.001.	Корпус	1	
		2	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.002.	Упор	1	
		3	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.003.	Цанга	1	
		4	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.004.	Тяга	1	
		5	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.005.	Крышка	1	
		6	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.006.	Втулка опорная	1	
		7	22.ВКР.ОТМП.290.65.00.007.	Кольцо защитное	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		8		Винт М10 х 125-6g х 25.58.35X01 ГОСТ 174-75-80	6	
		9		Гайка М12 х 6.7H.35.019 ОСТ 26-2038-96	1	
			22.ВКР.ОТМП.290.65.00.000.СП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Кисмерешкин Э.Б.			Лит.	Лист
Проб.		Расторгуев Д.А.				Листов
Исполн.		Расторгуев Д.А.			1	
Утв.		Логинев Н.Ю.			ТГУ, ИМ, ТМбп-1702а	
Цанговый патрон						
Копировал				Формат А4		

Приложение В

Спецификация на инструмент

Таблица Г.1 – Спецификация приспособления

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A1		22.ВКР.ОТМП.290.70.00.000.СБ	Сборочный чертеж.		
<i>Детали</i>					
	1	22.ВКР.ОТМП.290.70.00.001.	Корпус	1	
	2	22.ВКР.ОТМП.290.70.00.002.	Режущая пластина	2	
	3	22.ВКР.ОТМП.290.70.00.003.	Винт зажимной	2	
<b>22.ВКР.ОТМП.290.70.00.000.СП</b>					
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Кисмерешкин Э.Б.			
Проб.		Расторгуев Д.А.			
Н.контр.		Расторгуев Д.А.			
Утв.		Логинов Н.Ю.			
<b>Сборное сверло</b>				Лит.	Лист
					Листов
					1
				ТГУ, ИМ, ТМбп-1702а	
Копировал				Формат А4	