

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления полумуфты типа FMV

Студент(ка)

А.В. Моисеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Козлов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.В. Степаненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления полумуфты типа FMV. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ, Тольятти, 2017 г.

В выпускной квалификационной работе проектируется технологический процесс по изготовлению полумуфты. В ходе выполнения работы спроектирована заготовка, рассчитаны припуски и режимы резания на обработку, а также выбраны соответствующие средства технологического оснащения, спроектирована операционная технология. С целью совершенствования техпроцесса спроектирован проходной резец для токарной операции и станочное приспособление – цанговый патрон для шлифовальной операции.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	19
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.7 Проектирование технологических операций.....	24
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	27
3.1 Проектирование приспособления.....	27
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50
Приложения.....	53

## ВВЕДЕНИЕ

Муфты типа FMV получили распространение. Этому способствует простота их конструкции, большая величина передаваемых моментов, а также возможность плавного включения муфты без остановки механизма. Так же муфта является еще и предохранительной, т.к. при превышении крутящего момента диски муфты проскальзывают друг относительно друга и рабочие механизмы не перегружаются. Данная муфта используется в приводе внутрицехового транспортного конвейера для передачи изменяющегося крутящего момента.

К рассматриваемой полумуфте, как и к другим деталям, входящим в состав муфты, предъявляются высокие требования по надежности, а, следовательно, точности изготовления и долговечности.

Из вышесказанного следует, что цель данной работы заключается в разработке такого технологического процесса изготовления полумуфты типа FMV, который обеспечил бы получение деталей обладающих необходимыми показателями качества при обеспечении заданного объема производства, сроков изготовления и минимальных затрат.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Полумуфта служит для установки в нем фрикционных дисков, а также приводной звездочки.

В узле деталь устанавливается на втулку по посадке с натягом, который в свою очередь установлена на ведущем валу по посадке с зазором, тем самым не находясь с ним в зацеплении. В пазах полумуфты установлены фрикционные диски, которые контактируют при включении нажимного механизма с дисками, находящимися на ведущем валу. Нажимной механизм находится на свободном конце ведущего вала. На наружной поверхности полумуфты по посадке с натягом установлена звездочка, приводящая в движение конвейер. С торца полумуфта закрывается крышкой.

Во время работы при не включенном нажимном механизме диски муфты не касаются друг друга, и полумуфта со звездочкой остается неподвижен. При включении нажимного механизма диски поджимаются и, тем самым, крутящий момент передается от ведущего вала полумуфте с установленной на ней звездочкой и далее по кинематической цепи.

Нагрузки, возникающие при эксплуатации, могут быть весьма значительными по величине. Возможен износ поверхностей полумуфты в местах контакта со звездочкой, втулкой и дисками.

Работа механизма происходит в производственном помещении, поэтому на деталь могут воздействовать некоторые агрессивные среды, такие как смазочно-охлаждающие жидкости и масла.

### 1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции детали проводится по рекомендациям [1]. Химический состав стали 40ХН ГОСТ 4543-71 [2]: 0,36-0,44% углерода, 0,45-0,75% хрома, 1,0-1,4% никеля, 0,8-1,1% марганца, и другие элементы, такие как сера, фосфор, кремний и медь, содержание которых не превышает 0,35%.  $\sigma_B = 750$  МПа. Такие характеристики обеспечат нормальную работу детали.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы. Полумуфта имеет достаточно сложную конфигурацию. Имеются стандартные элементы, такие как фаски и канавки. Механическая обработка поверхностей является типовой.

Применение специального инструмента и контрольно-измерительных приборов не требуется, так как конструктивные элементы детали унифицированы и размеры соответствуют нормальному ряду чисел.

При изготовлении данной детали целесообразно применять универсальное оборудование и оснастку.

Черновыми базами целесообразно назначить наружные поверхности.

В качестве чистовых баз могут быть использованы как наружные, так и внутренние цилиндрические поверхности.

Измерительные базы детали могут быть технологическими.

Обрабатывать необходимо все поверхности детали, что обусловлено заданной точностью на чертеже детали.

Точность и шероховатость поверхностей детали зависит от условий эксплуатации детали. В случае уменьшения точности поверхностей снизятся точность, долговечность и эксплуатационные показатели. При увеличении шероховатости и уменьшении точности рабочих поверхностей произойдет интенсивное изнашивание и возникнет потеря энергии при работе.

Имеются канавки для выхода режущего инструмента, что позволяет разделить поверхности различного назначения, точности и шероховатости. Данное решение облегчает их обработку.

Исходя из вышесказанного, деталь можно считать технологичной и изготавливать ее по типовому технологическому процессу.

### 1.3 Систематизация поверхностей

С целью определения поверхностей, которые являются самыми ответственными необходимо систематизировать их по назначению согласно рекомендаций [3]. Для этого нумеруем все поверхности на соответствующем эскизе, который представлен на рисунке 1.1.

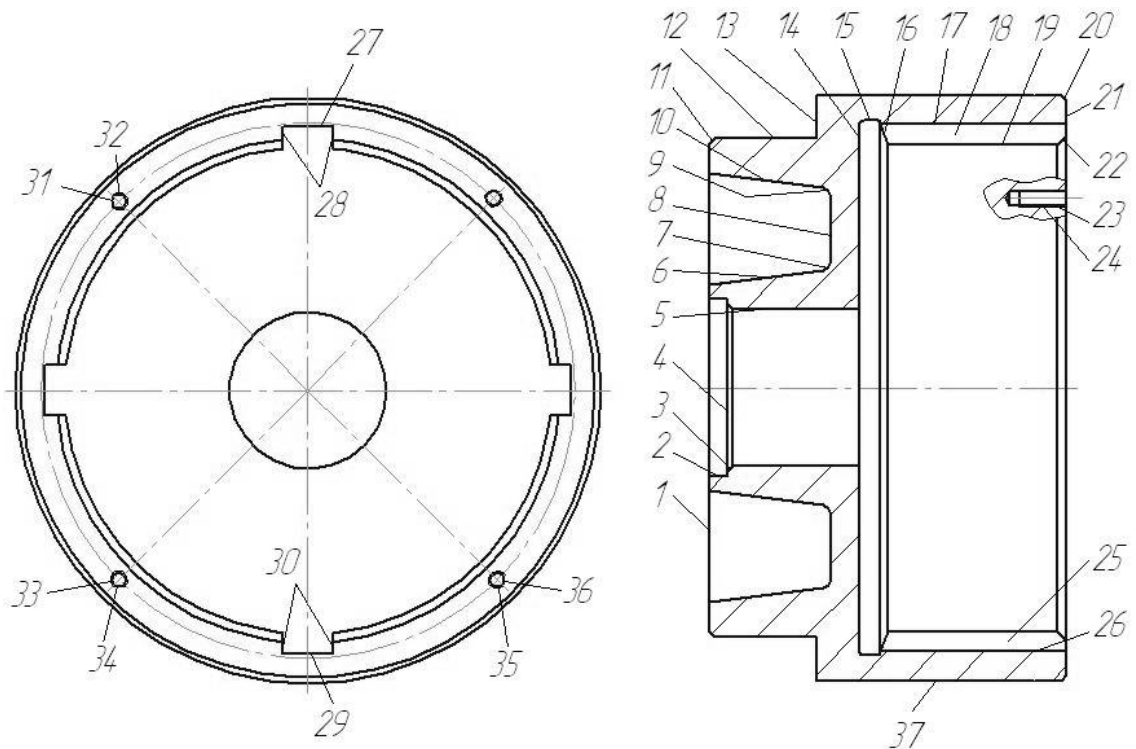


Рисунок 1.1 - Номера поверхностей

Наиболее ответственными и точными являются исполнительные поверхности и основные конструкторские базы. Чем больше данных поверхностей, тем выше стоимость обработки детали и тем менее технологичной она считается.

К исполнительным поверхностям относятся - 12, 18, 25, 28, 30; к основным конструкторским базам - 1, 5, к вспомогательным конструкторским базам - 12, 13, 18, 25, 28, 30; неуказанные поверхности являются свободными.

#### 1.4 Задачи работы

Проделанный анализ позволил выявить те задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы:

- 1) проанализировать возможные методы получения заготовки и выбрать наилучший в условиях рассматриваемого типа производства;
- 2) произвести расчет режимов резания;
- 3) спроектировать маршрутную технологию изготовления;

- 4) увеличить эффективность производства за счет проектирования соответствующего станочного приспособления и режущего инструмента;
- 5) произвести анализ производства на предмет опасных и вредных факторов;
- 6) рассчитать экономическую эффективность сделанных изменений.



## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

Тип производства определяем по данным [4]. В соответствии с ними заданные условия соответствуют среднесерийному производству.

Основываясь на знании типа производства приведем основные характеристики производства [5]:

- в данном случае наиболее приемлемы методы получения заготовки литьем и штамповкой;
- техпроцесс проектируется последовательно, при этом детали запускаются в производство партиями;
- разработка техпроцесса проводится на базе типового техпроцесса в маршрутно-операционном виде;
- применяется экстенсивный принцип проектирования маршрута;
- проектирование операций с учетом возможности одновременной обработки нескольких поверхностей;
- припуски на обработку поверхностей определяются укрупненным методом по таблицам и по переходам;
- базирование заготовок производится на основе принципов постоянства баз и единства баз;
- точность обработки достигается методом работы на настроенном оборудовании;
- квалификация рабочих должна быть высокой;
- применяются универсальные средства технологического оснащения;
- технологическое оборудование должно быть расставлено по групповому принципу.

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

В нашем случае один из вариантов получения заготовки на кривошипном горячештамповочном прессе, а другой вариант получения заготовки на

горизонтально-ковочной машине [9]. Выбор оптимального варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [1, 10].

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q), \quad (2.1)$$

где  $C_T$  - технологическая себестоимость;

$C_{ЗАГ}$  - стоимость кг заготовок;

$C_{МЕХ}$  - стоимость механической обработки одного кг стружки;

$C_{ОТХ}$  - цена отходов.

Масса детали:

$$q = V \cdot \rho, \quad (2.2)$$

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,164^2 \cdot 0,07 + 0,14^2 \cdot 0,03 + 0,058^2 \cdot 0,042 - 0,136^2 \cdot 0,058 - 0,044^2 \cdot 0,042 - (0,12^2 - 0,058^2) \cdot 0,034)\right) \cdot 0,785 = 6,67 \text{ кг.}$$

Масса заготовки может быть определена по упрощенной методике [6]:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (2.3)$$

где  $K_p$  – коэффициент, который учитывает способ получения заготовки и форму детали.

$Q_1 = 6,67 \cdot 1,65 = 11,01$  кг – для кривошипного горячештамповочного прессы.

$Q_2 = 6,67 \cdot 1,6 = 6,63$  кг – для горизонтально-ковочной машины.

Стоимость механической обработки:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (2.4)$$

где  $C_C$ ,  $C_K$ ,  $E_H$  - соответствующие текущие, капитальные затраты и коэффициент определяющий эффективность капитальных вложений.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Цена одной заготовки может быть определена:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2.5).$$

где  $C_{ШТ}$  - стоимость кг заготовки;

$h_T$ ,  $h_M$ ,  $h_C$ ,  $h_B$ ,  $h_{П}$  - коэффициенты, которые учитывают характеристики заготовки и производства.

$$C_{ЗАГ1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

Получаем:

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 6,67 + 4,6 \cdot (1,01 - 6,67) \cdot 1,4 \cdot (1,01 - 6,67) = 234,27 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 6,67 + 4,6 \cdot (0,63 - 6,67) \cdot 1,4 \cdot (0,63 - 6,67) = 222,81 \text{ руб.}$$

Метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине наиболее выгоден, о чем свидетельствуют минимальные затраты при применении данного метода.

При применении данного метода может быть получена экономия:

$$\Delta = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N, \quad (2.6)$$

$$\Delta = (34,27 - 222,81) \cdot 5600 = 64176 \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Выбор технологической последовательности воздействий проводится на основе типового маршрута, учитывая весь набор геометрических требований.

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2,5	12	П	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
2	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
3	12,5	12	КВ	Тч-ТО
4	12,5	12	ПВ	Т-ТО
5	0,8	7	ЦВ	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
6	12,5	12	КВ	Т-ТО
7	12,5	12	ПВ	Т-ТО
8	12,5	12	ПВ	Т-ТО
9	12,5	12	ПВ	Т-ТО
10	12,5	12	КВ	Т-ТО
11	12,5	12	К	Тч-ТО
12	0,8	6	Ц	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
13	1,6	12	П	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
14	12,5	12	ПВ	Т-Тч-ТО
15	12,5	12	ЦВ	Тч-ТО
16	12,5	12	КВ	Тч-ТО
17, 26, 27, 29	6,3	10	ПВ	Д-ТО
18, 25, 28, 30	6,3	9	ПВ	Д-ТО
19	6,3	10	ЦВ	Т-Тч-ТО-Ш
20	12,5	12	К	Тч-ТО
1	4	3	2	5
21	12,5	12	П	Т-Тч-ТО-Ш
22	12,5	12	КВ	Тч-ТО

В данной таблице примем нижеследующие сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр внутренний; КВ – конус внутренний; РВ – резьба; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Ш – черновое шлифование; Шч – чистовое шлифование; Д – долбление.

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Припуск для поверхности 14 в размер  $\varnothing 140_{p6}^{+0,068}_{+0,043}$  будем рассчитывать согласно методике [8].

Минимальный припуск:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.7)$$

Составляющие минимального припуска определяются по данным [8].

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,03^2} = 1,105$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2} = 0,304$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимальный припуск:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.8)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,105 + 0,5 \cdot \sqrt{2 + 0,4} = 2,905$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,304 + 0,5 \cdot \sqrt{4 + 0,16} = 0,584$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,295 + 0,5 \cdot \sqrt{16 + 0,063} = 0,339$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,155 + 0,5 \cdot \sqrt{0,063 + 0,025} = 0,199$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = \sqrt{Z_{i\max} + Z_{i\min}} / 2 \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= \sqrt{Z_{1max} + Z_{1min}} \cdot 2 = \sqrt{0,905 + 1,105} \cdot 2 = 2,005 \\
Z_{cp2} &= \sqrt{Z_{2max} + Z_{2min}} \cdot 2 = \sqrt{0,584 + 0,304} \cdot 2 = 0,961 \\
Z_{cp3} &= \sqrt{Z_{3max} + Z_{3min}} \cdot 2 = \sqrt{0,339 + 0,295} \cdot 2 = 0,317 \\
Z_{cp4} &= \sqrt{Z_{4max} + Z_{4min}} \cdot 2 = \sqrt{0,199 + 0,155} \cdot 2 = 0,177
\end{aligned}$$

Предельные размеры для каждого перехода определяются согласно формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot Z_{imin} \quad (2.10)$$

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} - Td_{i-1} \quad (2.11)$$

Расчет следует начинать с последнего перехода.

Для термической обработки:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999 \quad (2.12)$$

$$d_{4min} = 140,043$$

$$d_{4max} = 140,068$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot Z_{4min} = 140,043 + 2 \cdot 0,155 = 140,353$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 140,353 + 0,063 = 140,416$$

$$d_{TOmin} = d_{3min} + 2 \cdot Z_{3min} = 140,353 + 2 \cdot 0,295 = 140,943$$

$$d_{TOmax} = d_{TOmin} + Td_{TO} = 140,943 + 0,16 = 141,103$$

$$d_{2min} = d_{TOmin} \cdot 0,999 = 140,943 \cdot 0,999 = 140,802$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 140,802 + 0,16 = 140,962$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot Z_{2min} = 140,802 + 2 \cdot 0,304 = 141,41$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 141,41 + 0,4 = 141,81$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot Z_{1min} = 141,41 + 2 \cdot 1,105 = 143,62$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 143,62 + 3,2 = 146,82$$

Средние размеры заготовки на каждом переходе:

$$d_{icc} = \sqrt{d_{imax} + d_{imin}} \cdot 2 \quad (2.13)$$

$$d_{cp0} = \sqrt{d_{0max} + d_{0min}} = \sqrt{46,82 + 143,62} = 145,22$$

$$d_{cp1} = \sqrt{d_{1max} + d_{1min}} = \sqrt{41,81 + 141,41} = 141,61$$

$$d_{cp2} = \sqrt{d_{2max} + d_{2min}} = \sqrt{40,962 + 140,802} = 140,882$$

$$d_{cpTO} = \sqrt{d_{TOmax} + d_{TOmin}} = \sqrt{41,103 + 140,943} = 141,023$$

$$d_{cp3} = \sqrt{d_{3max} + d_{3min}} = \sqrt{40,416 + 140,353} = 140,385$$

$$d_{cp4} = \sqrt{d_{4max} + d_{4min}} = \sqrt{40,068 + 140,043} = 140,056$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{min} = d_{0min} - d_{4max} \quad (2.14)$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.15)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{min} + 2Z_{max}} \quad (2.16)$$

$$2Z_{min} = 143,62 - 140,068 = 3,55$$

$$2Z_{max} = 3,55 + 3,2 + 0,025 = 6,775$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot \sqrt{3,55 + 6,775} = 5,163$$

Остальные припуски на обработку определяем по таблицам [6, 7]. Табличное формирование припусков отличается простой расчета с возможной значительной погрешностью.

Для этого сначала определяем  $Z_{i\min}$ , затем определяем:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.17)$$

Для удобства дальнейшего использования расчетов результаты сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№	Переход	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
1	1	1,8	3,375
	2	0,8	1,045
	3	0,4	0,497
	4	0,2	0,254
5	1	1,7	3,248
	2	0,25	0,425
	3	0,25	0,32
	4	0,06	0,088
13	1	2,2	3,777
	2	1,0	1,21
	3	0,5	0,583
	4	0,3	0,346
19	1	2,8	4,6
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282
21	1	2,2	3,775
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,597

Заготовка проектируется согласно следующего алгоритма [10]:

- 1) чертим контур детали;
- 2) добавлением припусков на механическую обработку определяем контур заготовки, при этом значения припусков не определяем;
- 3) определяем «верх-низ» заготовки и расположение плоскости разъема штампа;
- 4) назначаем черновые технологические базы;
- 5) чертим контур заготовки путем добавления напусков;
- 6) определяем исходные параметры для расчета заготовки:



- класс точности Т4;
- группа стали М2;
- степень сложности С1;
- в зависимости от предыдущих значений (Т, М, С) рассчитываем исходный индекс И14.

8) рассчитываем заготовку:

- начальные допуски в зависимости от И;
- штамповочные уклоны: наружные 5°, внутренние 7°;
- радиусы скруглений 3 мм;
- допустимые значения остаточного облоя не более 1,6 мм;
- concentricity отверстий 1,5 мм;
- плоскостность торцев 1,0 мм.

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Полученный маршрут, спроектированный на базе типового [12], выглядит следующим образом:

При черновом обтачивании на 005 операции будем обрабатывать цилиндрические поверхности и торцы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13.

При черновом обтачивании на 010 операции будем обрабатывать поверхности: 14, 19, 21, 37.

При чистовом обтачивании на 015 операции будем обрабатывать поверхности: 1, 3, 5, 11, 12, 13.

При чистовом обтачивании на 020 операции будем обрабатывать поверхности: 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22.

При сверлении на 025 операции будем сверлить отверстия: 23, 31, 34, 36.

На операции 030 долбежной будем обрабатывать поверхности: 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

На операции 035 термической будем термообработку всех поверхностей.

На операции 040 внутришлифовальной будем обрабатывать поверхности: 19, 21.

На операции 045 внутришлифовальной будем обрабатывать поверхности: 1, 5.

При черновом шлифовании на 050 операции будем обрабатывать поверхности: 12, 13.

При черновом шлифовании на 055 операции будем обрабатывать поверхности: 1, 5.

При окончательной обработке на 060 операции торцекруглошлифовальной будем обрабатывать поверхности: 12, 13.

На основе полученного маршрута формируется план обработки полумуфты.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Выполнение данного раздела предусматривает выбор оборудования, режущего инструмента, средств контроля и станочных приспособлений. Данная задача весьма сложная и ее решение зависит от множества факторов, определяющим из которых является тип производства.

Выбор станков основывается на анализе их характеристик, таких как, точность позиционирования, жесткость и виброустойчивость, технологические возможности.

Выбор инструмента зависит от типа инструментального материала, вида режущих пластин, способа их крепления.

Выбор средств контроля зависит от контролируемого параметра и допустимой погрешности.

Выбор конкретных моделей и типоразмеров средств технологического оснащения производится по данным [13, 14, 15, 16, 17, 18].

Таблица 2.3 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец ГОСТ18879-73, резец специальный	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
010	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец ГОСТ18879-73, резец специальный	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
015	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец специальный, резец ГОСТ18879-73, резец ГОСТ18879-73	Скоба ГОСТ1109 8-75, нутромер ГОСТ10-88
020	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец специальный, резец ГОСТ18879-73, резец	Скоба ГОСТ1109 8-75, нутромер ГОСТ10-88

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
				ГОСТ18879-73	
025	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Н125Ф2	Патрон цанговый	Сверло ГОСТ10903-77, метчик ГОСТ3266-81, зенкер ГОСТ12489-71,	Калибр
030	Долбежная	Долбежный 7Д430	Патрон цанговый	Резец ГОСТ18891-73	Калибр Нутромер ГОСТ10-88
035	Термическая				
040	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3К228В	Патрон цанговый	Круг шлифовальный 11-50x13x35 23А60V30м/с1А, Круг шлифовальный 1-25x13x40 23А60K5V40 м/с1А	Нутромер ГОСТ10-88
045	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3К228В	Оправка кулачковая	Круг шлифовальный 23А60V30	Скоба ГОСТ 11098-7

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
				м/с1А, круг шлифовальн ый 23А60К5V40 м/с1А	5
050	Торцекругло шлифовальн ая	Торцекрулош лифовальный 3Т160	Оправка кулачковая	Круг шлифовальн ый 3- 300х127х100 23А46К7V6 30м/с1А	Нутромер ГОСТ 10- 88
055	Внутри- шлифовальн ая	Внутришлиф овальный 3К228В	Оправка кулачковая	Круг шлифовальн ый 24А90К7V30 м/с1А, круг шлифовальн ый 24А80К7V30 м/с1А	Скоба рычажная СР ГОСТ1109 8-75
060	Торцекругло шлифовальн ая	Торцекрулош лифовальный 3Т160	Оправка кулачковая	Круг шлифовальн ый 24А80М7V3 0м/с1А	

## 2.7 Проектирование технологических операций

Данный раздел выполняем согласно рекомендаций [13, 19, 20, 21, 22].

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.18)$$

где  $C_v$ ,  $K_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  - зависят от материала заготовки и инструмента, состояния поверхностей;

$T$  – инструментальная стойкость;

$t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

Частота определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.19)$$

где  $d$  – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

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

Сила:

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

где  $C_p$ ,  $K_p$ ,  $n$ ,  $x$ ,  $y$  - учитывают реальные условия обработки.

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.22)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.23)$$

где  $C_v$  – коэффициент;

$T$  – период стойкости шлифовального круга;

$\beta$  – коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.24)$$

где  $D_k$  – диаметр шлифовального круга;

$n_k$  – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.25)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.26)$$

где  $T_{\text{шт}}$ ,  $T_{n-3}$ ,  $n_3$  – принимаются согласно рекомендаций [23].

Нормы времени определяем по методике [23].

В таблице 2.4 представлены полученные в результате расчетов режимы резания.

Таблица 2.4 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	$S_o$	$V$	$n$	$L_{PK}$	$T_o$	$T_{шт}$
005	1	0,4	165	320	42	0,33	1,26
	2	0,32	87	630	47	0,23	
	3	0,32	120	320	101	0,99	
010	1	0,4	165	320	72	0,56	2,26
	2	0,32	134	320	106	1,04	
015	1	0,2	324	630	42	0,33	1,25
	2	0,2	166	1200	44	0,18	
	3	0,1	350	800	2,5	0,03	
020	1	0,2	324	630	16	0,13	2,07
	2	0,15	270	630	106	1,12	
	3	0,1	280	800	9	0,11	
025	1	0,06	10	630	18	1,9	3,93
	2	0,1	13	800	18	0,9	
	3	1	3	180	15	0,33	
030	1	15 мм/дв.х	10		54	1,36	2,08
040	1	0,010	40	360	54	0,82	2,0
	2	0,014	30	360	16	0,38	
045	1	0,010	40	360	44	0,68	1,8
	2	0,014	30	360	12	0,32	
050	1	0,008	40	360	0,817	0,28	1,06
055	1	0,005	30	360	44	0,98	2,27
	2	0,008	25	360	12	0,56	
060	1	0,005	35	360	0,577	0,32	2,46



### 3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Оптимальные условия эксплуатации оборудования невозможны без правильного выбора или проектирования технологической оснастки. При выполнении операций внутреннего шлифования выбор оснастки достаточно велик, однако не вся она является механизированной и может обеспечить необходимую схему базирования. В рассматриваемом технологическом процессе необходимо спроектировать станочное приспособление спроектируем для операции внутреннего шлифования, которое было бы лишено указанных выше недостатков. Проектирование проводим по методике [24].

Эскиз шлифовальной операции с операционными размерами представлен на рисунке 3.1.

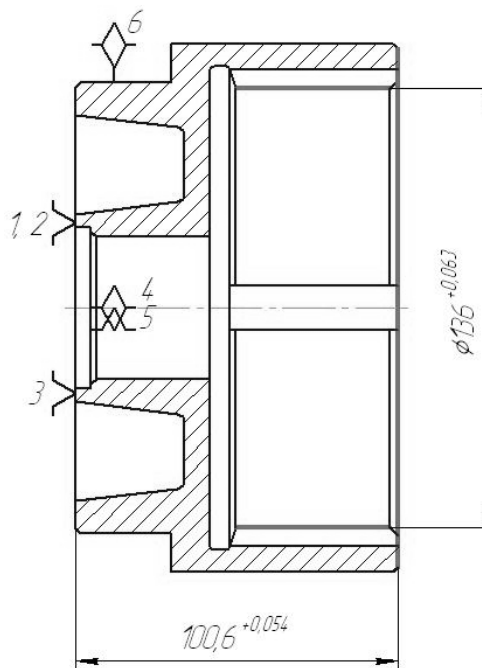


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Силы резания рассчитываются для каждого перехода.

Сначала определяем мощность при резании [13]:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где  $C_N, r, y, z, q$  - учитывают реальные условия обработки.

Для перехода 1:

$$N = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,010^{0,8} \cdot 136^{0,2} \cdot 40^{1,0} = 2,7 \text{ кВт.}$$

Для перехода 2:

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,014^{0,8} \cdot 14^{1,0} = 0,98 \text{ кВт.}$$

$$P_z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} K_{pz}. \quad (3.2)$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) P_z \cdot K_{py}, \quad (3.3)$$

где  $K_p$  - коэффициент, который учитывает реальные условия резания.

Для перехода 1:

$$P_z = \frac{2,7 \cdot 102 \cdot 60}{21} 1,25 = 983 \text{ Н.}$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) 983 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

Для перехода 2:

$$P_z = \frac{0,98 \cdot 102 \cdot 60}{21} 1,25 = 286 \text{ Н.}$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) 286 \cdot 1,25 = 644 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчетов принимаем большие силы резания, т.е. переход 1.

Для расчета усилия зажима разработаем схему закрепления заготовки (рисунок 3.2).

Из схемы видно, что сила  $P_z$  стремится повернуть заготовку вокруг оси, создавая момент резания, который рассчитывается по формуле:

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (3.4)$$

где  $d_o$  – диаметр обрабатываемой шейки.

Провороту заготовки препятствует момент от силы зажима:

$$M_{3pz} = \frac{3Wf \cdot d_3}{2} \quad (3.5)$$

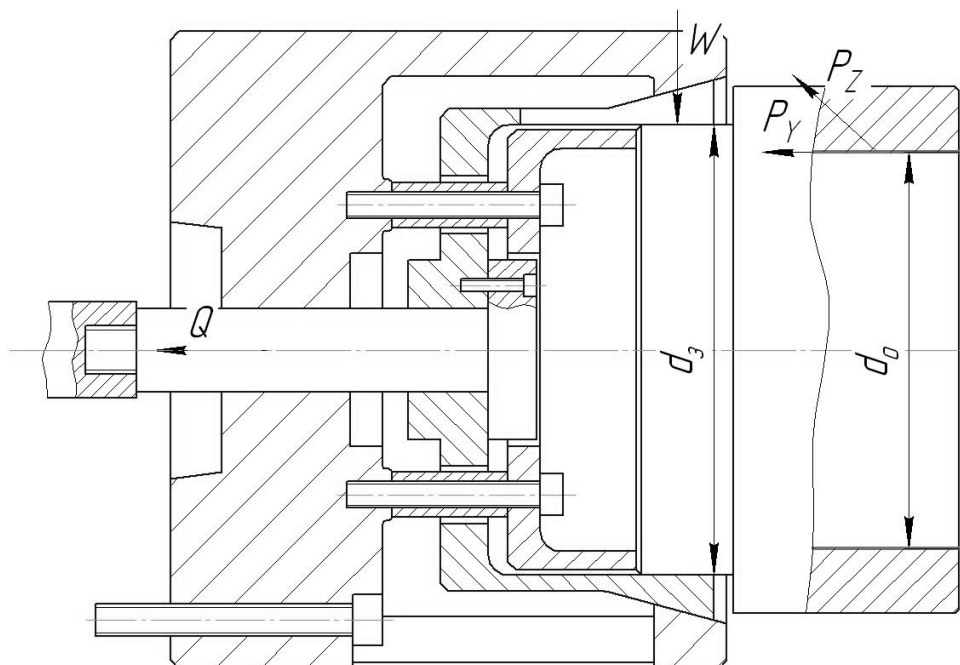


Рисунок 3.2. - Схема закрепления заготовки

Приравняв эти моменты получим:

$$W = \frac{KP_z \cdot d_o}{3fd_3} \quad (3.6)$$

где  $K$  - коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.7)$$

где  $K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  - учитывают реальные условия резания и конструктивные особенности приспособления.

Получим:

$$W = \frac{2,5 \cdot 983 \cdot 136}{3 \cdot 0,2 \cdot 140} = 3979 \text{ Н.}$$

Усилие от силового привода:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.8)$$

где  $\alpha$  – угол цанги;

$\varphi$  – угол трения.

$$Q = 3979 \cdot \operatorname{tg}(5 + 6,5) = 1568 \text{ Н.}$$

Силовой привод для создания усилия  $Q_3$  устанавливается на задний конец шпинделя. Привод состоит из силовой части, которая вращается вместе со шпинделем и муфтой для подвода рабочей среды. В качестве привода наиболее целесообразно применять вращающиеся пневмо- и гидроцилиндры.

Так как на производстве имеется централизованная пневмосистема, то сначала следует попытаться применить пневматический привод.

Диаметр поршня штоковой полости определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.9)$$

где  $P$  – давление рабочей среды;

$d$  – диаметр штока.

Получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1568}{0,4} + 40^2} = 116 \text{ мм.}$$

Округляем значение диаметра поршня до ближайшего стандартного большего значения 120 мм.

Для расчета погрешности приспособления составим соответствующую схему (рисунок 3.3).

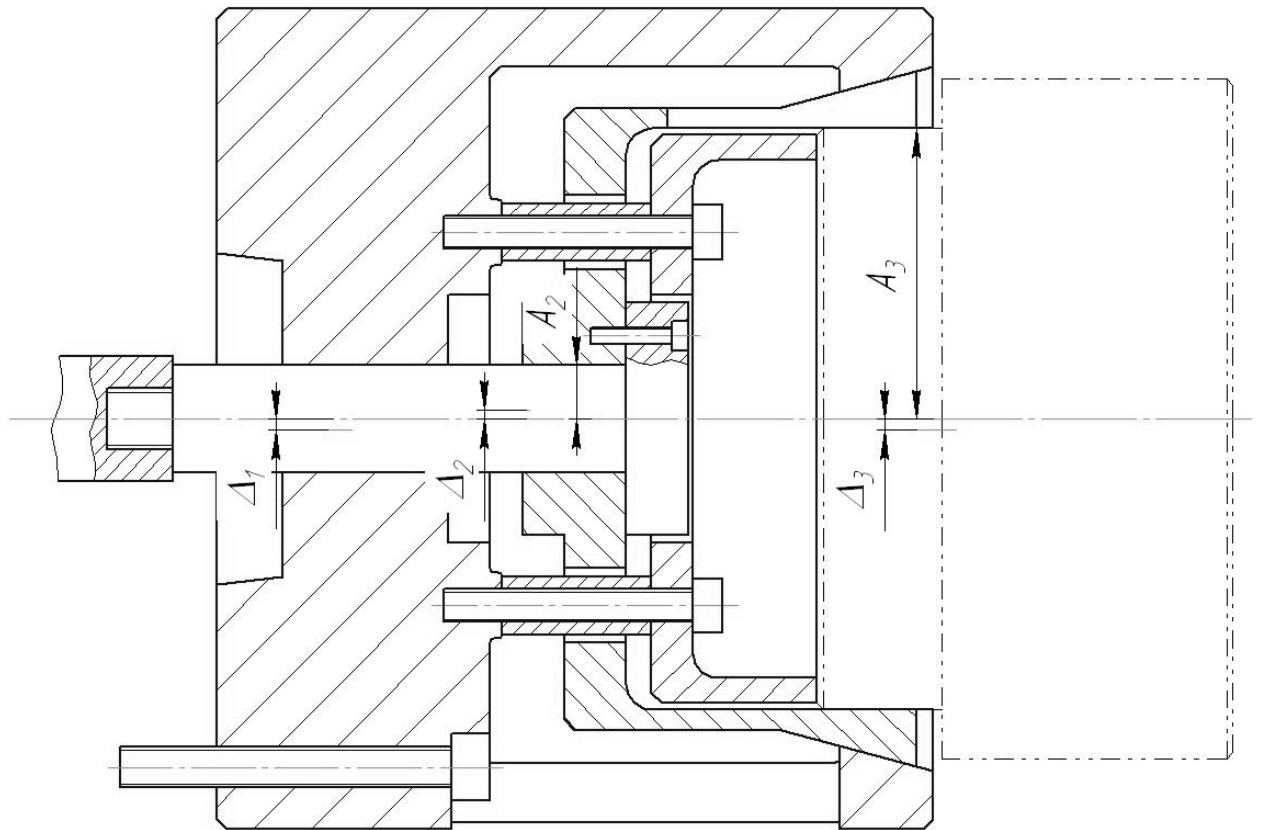


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.10)$$

где  $\Delta_1$  - отклонения, возникающие вследствие неперпендикулярности выходного конца штока;

$\Delta_2$  - колебания зазора сопряжений;

$\Delta_3$  - отклонения изготовления размера.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,02^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,014 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет  $\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,054 = 0,016 \text{ мм.}$

Условие  $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$  выполняется, значит, патрон удовлетворяет заданной точности.

Приспособление состоит из корпуса цанги 1 в который устанавливаются опоры 5 и цанги 4. Пневмоцилиндр через шток 15 зажимает цангу тягой 2.

Перемещение штока осуществляет, установленный в корпусе пневмоцилиндра 13, поршень 14. В муфте 11 имеются отверстия для подачи воздуха к пневмоцилиндру.

Приспособление работает следующим образом. После установки заготовки на опору в разжатую цангу воздух подается в правую полость пневмоцилиндра. Поршень, передвигаясь влево через тягу перемещает цангу влево по конической поверхности корпуса цанги, в результате чего лепестки цанги сжимаются, происходит центрирование и закрепление заготовки. Для раскрепления воздух подается в левую полость. Поршень, шток и тяга возвращаются в исходное положение. Цанга высвобождается, при этом лепестки цанги под действием силы упругости расходятся.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

В проектируемом технологическом процессе большой объем токарной обработки, поэтому есть смысл в данном случае спроектировать специальный режущий инструмент. Особенно важно обеспечить качество обработанных поверхностей на чистовых операциях, поэтому было принято решение спроектировать резец именно для них. Для этого будем использовать методику и данные [25].

Конструктивным способом увеличение срока службы металлорежущего инструмента является применение в качестве режущих звеньев быстросменных многогранных пластин из керамики или твердого сплава. В связи с этим в конструкции проектируемого расточного резца применим механическое крепление твердосплавной трехгранной пластины сплава Т5К10. При этом необходимо обеспечить главный угол в плане  $\varphi = 92^\circ$ .

Для определения конструктивных параметров резца необходимо рассчитать сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \quad (3.11)$$

где  $t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

$$F = t \cdot S = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ мм}^2.$$

Исходя из рекомендаций, принимаем следующие параметры резца: сечение 25x20 мм; длина 140 мм.

Для крепления режущей пластины будем использовать прихват с винтом из закаленной стали 45.

Минимально допустимый диаметр винта для данных условий равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}}, \quad (3.12)$$

Величину  $Q_1$  определяем из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1, \quad (3.13)$$

Откуда,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.14)$$

$$Q_1 = \frac{320}{0,7} = 457 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 457}{3,14 \cdot 650}} = 1,94 \text{ мм.}$$

Полученный диаметр является минимальным, на практике рекомендуется увеличивать данное значение [25], т.к. существует ряд факторов, которые не могут быть учтены при расчетах, поэтому примем винт диаметром 4 мм.

Спроектированный резец включает в себя державку 1, в которую установлен прихват 3, фиксируемый винтом 2, прижимающий режущую

пластину 5 и установленный на ней накладной стружколом 4 к опорной пластине 6, которая крепится к державке при помощи винта 7.

Данный резец позволяет также решить проблему, связанную с неудовлетворительным дроблением стружки, путем применения в его конструкции накладного стружколома, который имеет радиусную форму ломающей поверхности, что существенно улучшает его характеристики. Конструкция стружколома взята в соответствии с рекомендациями [26].



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарно-винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления	Сталь 40ХН, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Внутришлифовальный станок 3К228В	Сталь 40ХН, смазочно-охлаждающая жидкость

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарно-винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления
Шлифовальная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, внутришлифовальный станок 3К228В

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума</p>	

#### 4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей	Регламентированная процедура по	Краги брезентовые с

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	оборудования, материалов	обучению по охране труда	двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарно- винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления Внутришлиф овальный станок 3К228В	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства	Установки	Средства	Оборудование	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокого давления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Шлифование	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

## 4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Точение, Шлифован ие	Токарно- винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления Внутришлифо	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах



Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	вальный станок 3К228В			

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Техпроцесс механической обработки полумуфты
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

Продолжение таблицы 4.8

1	2
антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела является анализ техпроцесса изготовления полумуфты на предмет выявления опасных и вредных производственных факторов, а также разработка мер по их снижению. Кроме того, в данном разделе разработаны меры по снижению пожарной опасности и меры по сохранению экологии и окружающей среды.

## 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.

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «Полумуфта типа FMV». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям 015 – Токарная и 040 – Шлифовальная, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<b>Операция 015 – Токарная</b>	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец проходной, Т5К10; резец расточной, Т30К4; резец канавочный, Т5К10.</p> <p><math>T_O = 0,72 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,43 \text{ мин}</math></p>	<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец проходной с радиусным накладным стружколомом, Т5К10; резец расточной, Т30К4; резец канавочный, Т5К10.</p> <p><math>T_O = 0,54 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,25 \text{ мин}</math></p>
<b>Операция 040 – Шлифовальная</b>	
<p><u>Оборудование</u> – внутришлифовальный станок, модель 3К228.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструменты</u>: круг шлифовальный ПП 25×40×13 23А25СМ15К.</p> <p>Режимы резанья расчетные</p> <p><math>T_O = 1,38 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,18 \text{ мин}</math></p>	<p><u>Оборудование</u> – внутришлифовальный станок, модель 3К228.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструменты</u>: круг шлифовальный ПП 25×40×13 23А25СМ15К.</p> <p>Режимы резанья установлены по результатам проведения НИР</p> <p><math>T_O = 1,38 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,18 \text{ мин}</math></p>

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 5600 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [27], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 015 операции – Токарной и 040 операции – Шлифовальной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 16,84 руб., а по проектируемому – 15,24 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

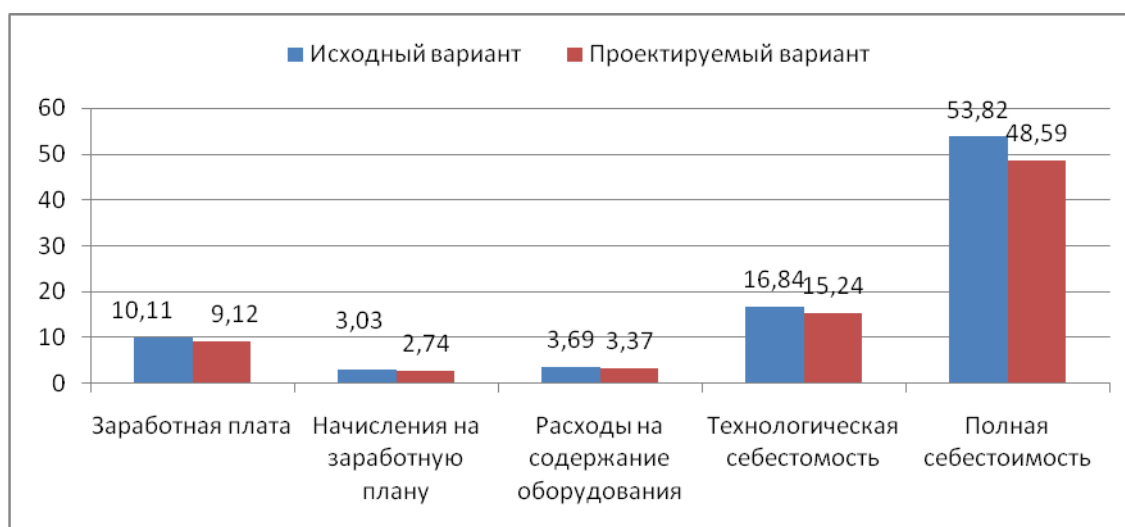


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [27], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 39989,49 руб. и учитывает изменяющиеся позиции (затраты на проектирование и капитальные вложения на инструмент) при выполнении анализируемых операций 005 – Токарная и 040 – Шлифовальная.

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [27], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий

дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$ , руб.	23430,4
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	3
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск}}$ , руб.	49344,42
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = ЧДД$ , руб.	9354,93
5	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,23

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 9354,93 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,23 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции 015 и 040 технологического процесса изготовления детали «Полумуфта типа FMV».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной квалификационной работы стал спроектированный технологический процесс изготовления полумуфты, который отвечает цели данной работы. Достижение этой цели стало возможным благодаря проведению комплекса мероприятий. В частности, выбран метод получения заготовки, проведено ее проектирование. На ее базе спроектирован эффективный технологический процесс, отвечающий всем современным требованиям. Для лимитирующих операций предложены технические мероприятия по их совершенствованию, которые заключаются в проектировании соответствующего станочного приспособления и режущего инструмента. Так же проведена оценка безопасности спроектированного техпроцесса и оценена его экономическая эффективность, которая дала положительный результат.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
- 2 <http://metallischekiy-portal.ru>
- 3 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
- 4 Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
- 5 Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
- 6 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
- 7 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
- 8 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
- 9 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
- 10 Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. —



269с.

11 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

12 Лебедев, В. А. Технология машиностроения: Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

13 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

14 Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

15 Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.

16 Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

17 Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

18 Булавин, В.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2009. — 99 с.

19 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.

20 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-

- расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364 с.
- 21 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
- 22 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.
- 23 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
- 24 Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.
- 25 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень: ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.
- 26 Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
- 27 Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A1			14.07.ТМ.107.008.000.СБ	Сборочный чертеж			
<u>Детали</u>							
A3	1		17.07.ТМ.039.008.001	Корпус	1		
A4	2		17.07.ТМ.039.008.002	Тяга	1		
A4	3		17.07.ТМ.039.008.003	Втулка	3		
A4	4		17.07.ТМ.039.008.004	Цанга	1		
A2	5		17.07.ТМ.039.008.005	Упор	1		
A3	6		17.07.ТМ.039.008.006	Тяга	1		
A3	7		17.07.ТМ.039.008.007	Крышка	1		
A4	8		17.07.ТМ.039.008.008	Корпус муфты	1		
A3	9		17.07.ТМ.039.008.009	Кольцо	1		
A2	10		17.07.ТМ.039.008.010	Крышка	1		
A3	11		17.07.ТМ.039.008.011	Муфта	1		
A3	12		17.07.ТМ.039.008.012	Крышка пневмоцилиндра	1		
A3	13		17.07.ТМ.039.008.013	Корпус пневмоцилиндра	1		
A3	14		17.07.ТМ.039.008.014	Поршень	1		
A3	15		17.07.ТМ.039.008.015	Шток	1		
<u>Стандартные изделия</u>							
	16			Винт М8х60 ГОСТ 17476-84	3		
			17.07.ТМ.039.008.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Моисеева						
Проб.	Козлов						
Н.контр.	Виткалов						
Утв.	Логинов						
Патрон цанговый					Лит.	Лист	Листов
					В	1	2
					ТГУ, ТМдз-1231		

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт М4х20 ГОСТ 11738-84	3	
		18		Винт М10х80 ГОСТ 11738-84	3	
		19		Винт М5х20 ГОСТ 11738-84	4	
		20		Винт М5х20 ГОСТ 17475-80	4	
		21		Прокладка М5 ГОСТ12202-66	2	
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		23		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		24		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		26		Манжета ГОСТ 1567-68	2	
		27		Манжета ГОСТ 1567-68	2	
		28		Винт М8х30 ГОСТ 11738-84	5	
		29		Гайка М20х1,5 ГОСТ 15526-70	1	
		30		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		31		Гайка М25х1,5 ГОСТ 15526-70	1	
		32		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		33		Винт установочный М8х18 ГОСТ 13428-68	1	

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

17.07.ТМ.039.008.000

Лист  
2

И-в. № лист.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.039.010.000	Лит.			Листов
							В		1	
И-в. № лист.	Разраб.	Моисеева				Резец токарный проходной	Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Козлов					В		1	
	Н.контр.	Виткалов					ТГУ, ТМбз-1231			
	Утв.	Логинов								
Подп. и дата	Взам. инв. №	И-в. №	№ докум.	Подп.	Дата					
Подп. и дата										
Справ. №	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Перв. примен.	A1			17.07.ТМ.039.010.000.СБ	Сборочный чертеж					
					<u>Документация</u>					
					<u>Детали</u>					
	A3	1		17.07.ТМ.039.010.001	Державка	1				
	A4	2		17.07.ТМ.039.010.002	Винт М4	1				
	A4	3		17.07.ТМ.039.010.003	Прихват	1				
	A4	4		17.07.ТМ.039.010.004	Стружколом	1				
	A4	5		17.07.ТМ.039.010.005	Пластина режущая	1				
	A4	6		17.07.ТМ.039.010.006	Пластина опорная	1				
	A4	7		17.07.ТМ.039.010.007	Винт М2	1				

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты

Дц/бл.																			
Взам.																			
Лодп.																			

Разработал	Моисеева																			
Проверил	Козлов																			
Утвердил	Логинов																			
И.контр.																				

М01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71																			
М02		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ									
			166	6,67	1		0,63	24	φ170,2х106,2	1	10,63									

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б					Код наименования обработки											

XX XX XX 000 Заготовительная

Горизонтально кобачная машина

05

XX XX XX 005 4110 Токарная

381101 Токарный 16K20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1200 1 226

Точить поверхность 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 в размер φ14,141<sup>+0,4</sup> φ120<sup>+0,55</sup> φ58<sup>+0,3</sup> φ42,88<sup>+0,25</sup>

φ50<sup>+0,25</sup> 105,1<sup>+0,55</sup> 98,7<sup>+0,5</sup> 75,5<sup>+0,3</sup> 69,7

0 10 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;

Т11 392190 Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 393450

Т12 нултрамер НМ-50 ГОСТ10-88.

13

XX XX XX 010 4110 Токарная

Б 15 381101 Токарный 16K20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1200 1 231

0 16 Точить поверхность 14, 19, 21, 37 в размер φ135,06<sup>+0,4</sup> φ93<sup>+0,35</sup> φ164<sup>+0,4</sup> 102,9<sup>+0,35</sup> 43,4<sup>+0,3</sup>

МК



А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т.поз	Т.шт	
					Код, наименование операции	Код, наименование оборудования												
0.19	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;</i>																	
Т20	<i>392190 Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 393450</i>																	
Т 21	<i>нутрамер НМ-50 ГОСТ10-88.</i>																	
22																		
А 23	<i>XX XX XX 015 4110 Токарная</i>																	
Б 24	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 125</i>																	
0.25	<i>Точить поверхность 1 3, 5, 11, 12, 13 в размер <math>\phi 140,802^{+0,16}</math> <math>\phi 43,38^{+0,14}</math> <math>102,1^{+0,14}</math> <math>72,3^{+0,12}</math>.</i>																	
Т 26	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;</i>																	
Т 27	<i>392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;</i>																	
Т 28	<i>394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Нутрамер НМ-50 ГОСТ10-88.</i>																	
29																		
А 30	<i>XX XX XX 020 4110 Токарная</i>																	
Б 31	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 207</i>																	
0.32	<i>Точить поверхность 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22 в размер <math>\phi 135,66^{+0,16}</math> <math>101,1^{+0,14}</math> <math>148,6^{+0,12}</math> <math>142,6^{+0,12}</math>.</i>																	
Т 33	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;</i>																	
Т 34	<i>392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;</i>																	
Т 35	<i>394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Нутрамер НМ-50 ГОСТ10-88.</i>																	
36																		
А 37	<i>XX XX XX 025 4120 Сверлильная</i>																	
Б 38	<i>381210 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2 3 17335 312 1Р 1 1 1 1200 1 393</i>																	
0.39	<i>Сверлить, нарезать резьбу поверхности 24, 32, 33, 35 в размер <math>\phi 4,5^{+0,048}</math>; М5; 96<sup>+0,14</sup>.</i>																	
Т 40	<i>396110 Патрон цанговый; 391213 Сверло <math>\phi 4,5</math> ГОСТ10903-77 Р6М5; 391603 Зенкер <math>\phi 4,5</math> ГОСТ12489-71</i>																	
Т 41	<i>Р6М5; 391311 Метчик М5 ГОСТ3266-81 Р18; 393400 Калибр.</i>																	
МК																		

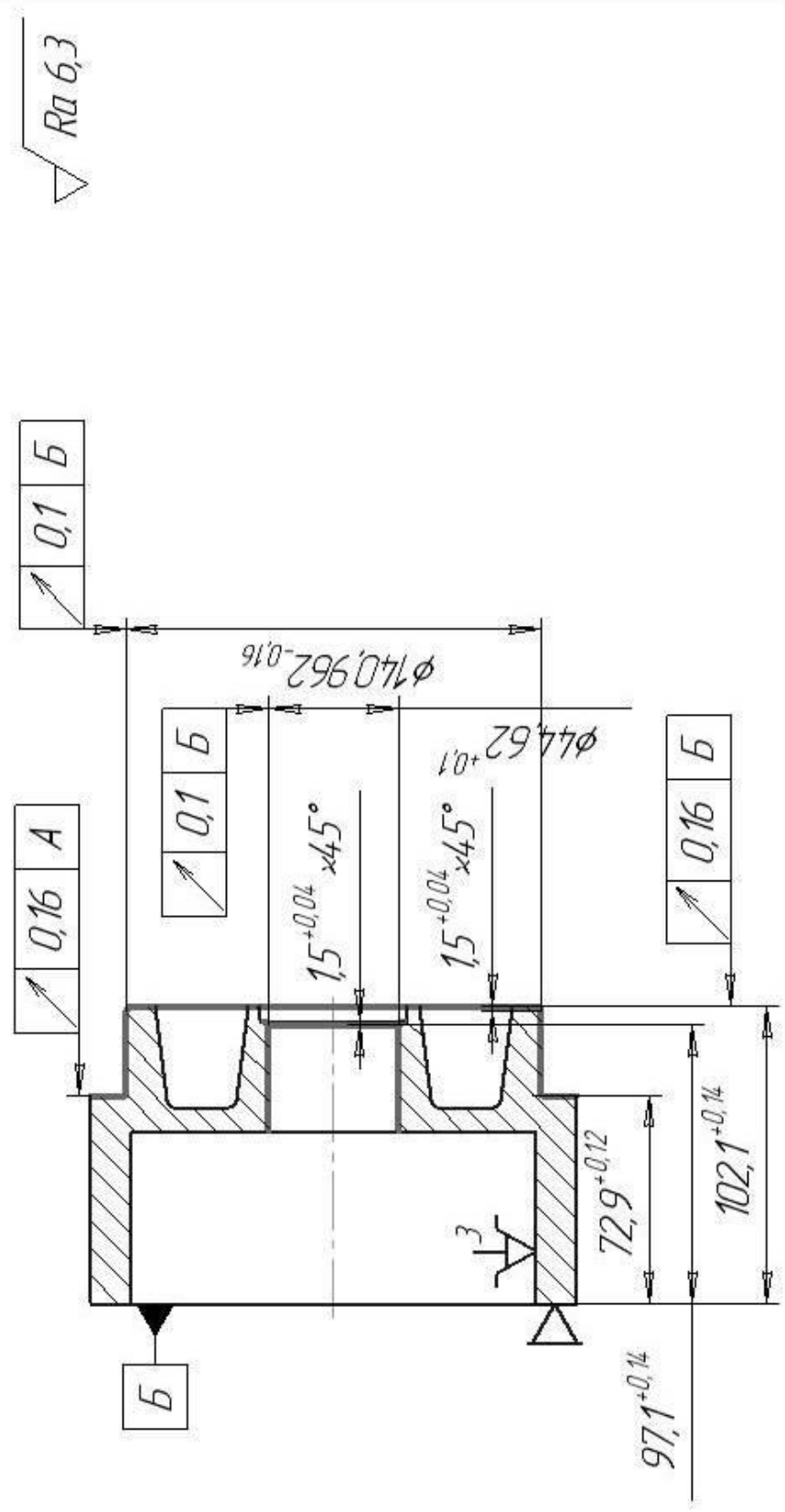


А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
					Код, наименование обработки	СМ										
Б 65	381312	Внутршлифовальный 3К228В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				227	
0.66	Шлифовать поверхность 1.5 в размер $\phi 44^{+0.016}$ ; 100 <sup>+0.054</sup>															
Т 67	396171	Оправка кулачковая: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
68																
А 69	XX XX XX 060	4130 Торцеврцшлифовальная														
Б 70	381311	Торцеврцшлифовальный 3Т160 3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						11
0.71	Шлифовать поверхность 12.13 в размер $\phi 140.043^{+0.025}$ ; 70 <sup>+0.046</sup>															
Т 72	396171	Оправка кулачковая: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
73																
А 74	XX XX XX 065	Маячная.														
75																
А 76	XX XX XX 070	Контрольная.														
77																
78																
79																
80																
81																
82																
83																
84																
85																
86																
87																
															МК	

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Операционные карты

Διπλ.													
Βασμ.													
Παθ.													

Ροζαβ.	Μουσεβελι	ΤΤΥ	Καφεδρα ΟΤΜΠ	Πολυμηφτα	015
Προβερυπ	Καζλαδ				
Η κομπ.					



Дубль.																							
Взам.																							
Подл.																							
Разраб.	Мусеева																						
Проверил	Козлов																						
Н.контр.																							
Наименование операции	ТЧ												Полумуфта										
	Кафедра ОТП																						
	Материал												Твердость										
	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71												НВ 250										
	Обозначение программы												EB										
													MD										
													667										
													МЗ										
													1063										
													КОМД										
													1										
Оборудование, устройство ЧПУ	Удман-1																						
16К20Ф3																							
01	1																						
Т. 02	1. Установить заготовку																						
Т. 03	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;																						
Т. 04	392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10.																						
Р. 05	2. Точить поверхность 1 3 5 11 12 13 выдерживая размеры согласно эскизу																						
Р. 06	1																						
Р. 07	2																						
Т. 08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																						
09																							
10																							
11																							

Δυσλ.																		
Βασμ.																		
Παθλ.																		

Ροζαβλ.	Μουσσειβλ.	ΠΤΥ																
Πραβερυλ.	Καζολαδ	Καφεδρα ΟΤΜΠ																
Η.κοντρ.		Πολυμυφμα																040

