

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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни автооператора

Студент(ка)	<u>Казаков А.А.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Горина Л.Н.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Зубкова Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой  
к.т.н, доцент

А.В. Бобровский  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы  
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
профиль «Технология машиностроения»**

Студент \_\_\_\_\_ Казаков Александр Александрович \_\_\_\_\_ гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления вала-шестерни автооператора
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_» \_\_ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной практики, чертеж детали, программа выпуска  $N_p = 5000 \text{ дет/год}$

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

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления*
- 4) *Проектирование режущего инструмента*
- 5) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 6) *Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления вала-шестерни автооператора. Осуществлено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На фрезерную операцию разработано автоматизированное устройство для закрепления заготовки. Спроектирован режущий инструмент – фреза концевая. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Выпускная работа состоит из ..... страниц расчетно-пояснительной записки. Графическая часть составляет 7 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Классификация поверхностей детали	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	8
1.4 Формулировка задач работы	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	11
2.3 Выбор метода получения заготовки	12
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали	16
2.6 Определение припусков	17
2.7 Проектирование заготовки	22
2.8 Выбор средств технологического оснащения	24
2.9 Расчет режимов резания	28
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	46
3.1 Описание операции	46
3.2 Описание устройства приспособления для шпоночно-фрезерной операции	47
3.3 Расчёт приспособления на точность	48
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	50
4.1 Сбор исходных данных	50
4.2 Проектирование инструмента	50
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Одной из основных задачи машиностроения является подъём эффективности производства, его технического уровня и выпуск продукции с высокими качественными показателями.

Наращивание производственных мощностей, рост объёма производства, совершенствование показателей производительности труда и себестоимости должны неизменно сочетаться с улучшением качества продукции, повышением её эксплуатационной долговечности и надёжности.

В современных условиях проектирование новых и модернизация существующих машин, как правило, производятся с учетом установленного срока долговечности работы детали. [1]

Целью настоящей выпускной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни автооператора, заданного качества с минимальной себестоимостью, согласно современным достижениям науки и техники.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Назначение и условия работы детали.

Вал-шестерня автооператора служит для передачи крутящего момента. Деталь воспринимает вращение боковыми стенками шпоночного паза и передает его через боковые поверхности зубьев венца.

## 1.2 Классификация поверхностей детали.

Проведем классификацию поверхностей детали, для этого пронумеруем их. Эскиз классификации поверхностей представлен на рис. 1.1.

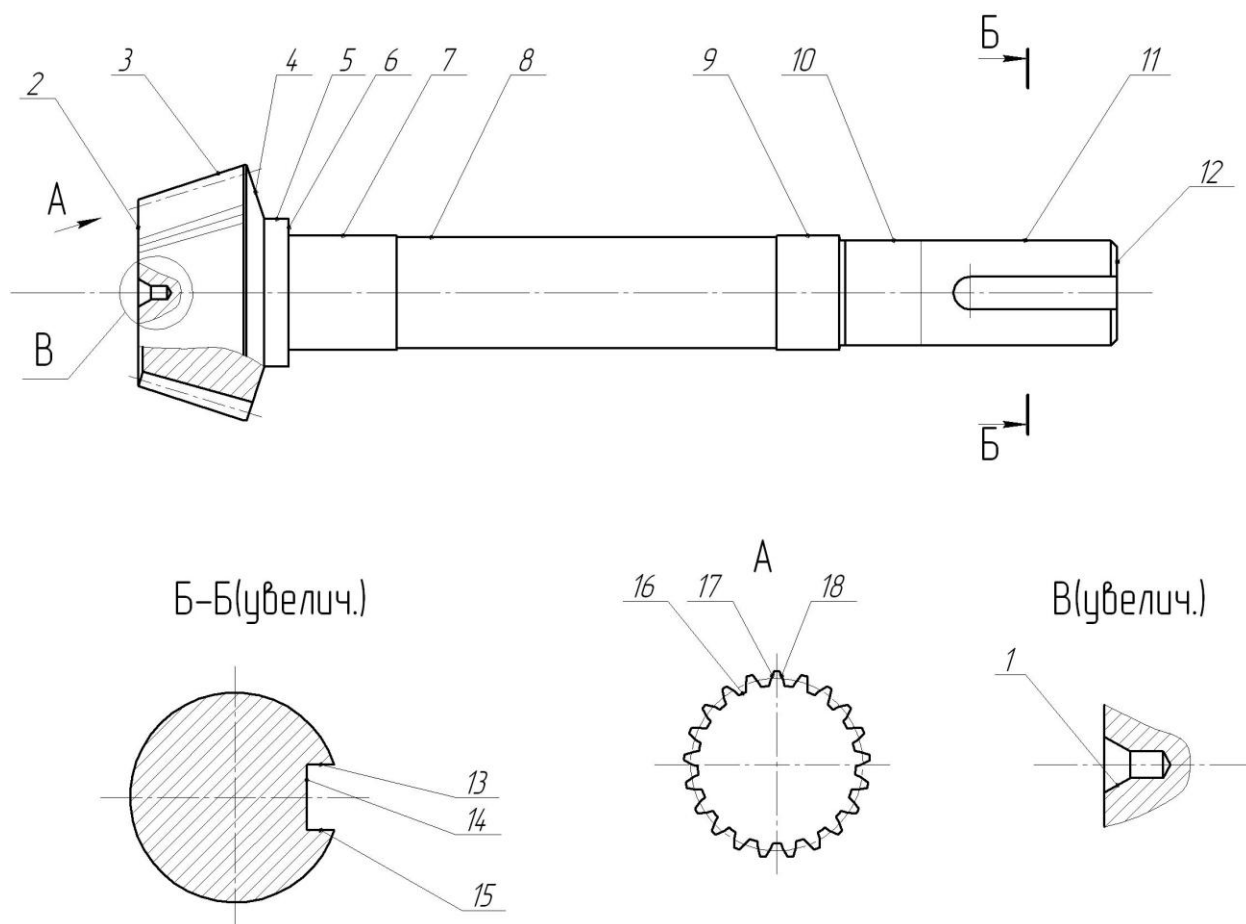


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Целью систематизации является выявление служебного назначения поверхностей детали для качественного составления технологического процесса.

Результаты систематизации заносим в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	13, 15, 17, 18
Основные конструкторские базы	6, 7, 9
Вспомогательные конструкторские базы	10, 11, 14
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными называются те поверхности, которые выполняют функциональное назначение детали. В нашем случае это боковые поверхности шпоночного паза (13, 15) и боковые поверхности зубьев (17, 18).

Основными конструкторскими базами называются поверхности, обеспечивающие строгую ориентацию детали в узле. Таковыми являются шейки под подшипники (7, 9) и торец 6.

Вспомогательными конструкторскими базами называются поверхности, осуществляющие ориентирование остальных деталей относительно рассматриваемой. У нашей детали ВКБ являются поверхности 10, 11 и 14.

Остальные поверхности будут свободными.

### 1.3. Анализ требований к поверхностям детали.

Пользуясь источником литературы [2] проанализируем химический состав и физико-механические свойства материала детали.

Данные заносим в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543 - 71

Хим. Элемент	Содержание, %
С (углерод)	0,36...0,44
Si (кремний)	0,17...0,37
Mn (марганец)	0,5...0,8
Ni (никель)	до 0,3

Продолжение табл. 1.2



S (сера)	до 0,035
P (фосфор)	до 0,035
Cr (хром)	0,8...1,1
Cu (медь)	до 0,3
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства стали 40X ГОСТ 4543 - 71

$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	KCU	НВ
МПа	МПа	%	Дж/см <sup>2</sup>	Не более
785	980	10	45	217

Согласно данным таблиц 1.2 и 1.3 свойства стали 40X ГОСТ 4543-71 по характеристикам, обеспечивают необходимые требования, предъявляемые к нашей детали в период её эксплуатации.

Заготовку для детали возможно получить прокатом или штамповкой на горизонтальном кривошипном прессе. И в том, и в другом случае форма заготовки получится достаточно простая.

Условия работы детали диктуют необходимые параметры по шероховатости и точности её поверхностей. Снижение точности поверхностей приведет к снижению позиционирования детали в узле и снижению надежности работы узла в целом.

Конструкцией детали предусмотрены технологические канавки для выхода резца и шлифовального круга и обеспечения надежности сборки деталей в узлах.

Конструкция детали обеспечивает свободный доступ к обрабатываемым поверхностям детали при механической обработке и позволяет легко осуществлять контроль любой поверхности. Что обеспечивает возможность использования, как универсального, так и специализированного инструмента.

Таким образом, проанализировав требования, предъявляемые к поверхностям детали, делаем вывод о хорошей её технологичности.

#### 1.4 Формулировка задач работы.

Выполнив анализ технических требований, сформулируем задачи, которые будут решаться для достижения поставленной цели: разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни автооператора заданного качества с минимальной себестоимостью, согласно современному состоянию науки и техники.

1) определить тип производства и разработать стратегию выполнения технологического процесса;

2) выполнить технико-экономический расчёт, выбрать метод получения и спроектировать заготовку;

3) разработать технологический маршрут обработки детали, выбрать схемы базирования, разработать план изготовления детали;

4) выбрать средства технологического оснащения на каждую операцию ТП (оборудование, приспособления, режущий и мерительный инструмент);

5) рассчитать или выбрать припуски по операциям ТП;

6) рассчитать операции ТП, а именно выполнить расчет режимов резания, времени обработки, определить содержание операций, спроектировать наладки;

7) на одну из операций техпроцесса спроектировать режущий инструмент;

8) для одной из операций спроектировать станочное приспособление.

Решению поставленных задач посвящены последующие разделы работы.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Определение типа производства.

Для формирования стратегии технологического процесса выберем тип производства, который зависит на первом этапе от массы детали и годовой программы выпуска. Для нашего случая ( $m = 2,6$  кг,  $N_{\Gamma} = 5000$  шт/год) выбираем тип производства из табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Определение типа производства

Масса детали, кг	Количество изготавливаемых одинаковых деталей в год, шт				
	Единичное	Мелко-серийное	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
< 1	< 100	100-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1,0 - 2,5	< 100	100-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5 – 5,0	< 100	100-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0 - 10	< 10	10 – 300	300-25000	25000-50000	>50000
10 - 30	< 10	10 – 200	200-10000	10000-25000	>25000
> 30	< 5	5 - 100	100-300	300-1000	>1000

Масса детали 2,6 кг и годовая программа выпуска в 5000 деталей в год соответствует среднесерийному типу производства.

### 2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

В зависимости от вышеопределенного типа производства выбираем стратегию разработки техпроцесса, способствующую обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Руководствуясь [3], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) форма организации техпроцесса – переменнo-поточная.
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий.

- 3) заготовка – штамповка на ГКМ или прокат.
- 4) припуск на обработку – незначительный.
- 5) расчет припусков – подробный по переходам.
- 6) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ.
- 7) загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках.
- 8) коэффициент закрепления операций –  $K_{30}=10\dots20$ .
- 9) настройка станков – по измерительным инструментам и приборам.
- 10) оснастка – универсальная и специальная.
- 11) подробность разработки – операционные и маршрутные карты.
- 12) расчет режимов резания – по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
- 13) нормирование – детальное пооперационное.
- 14) квалификация рабочих – различная.
- 15) использование достижений науки – значительное.

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определяется типом детали, её материалом, сложностью формы, типом производства и т.д. Для данной детали рациональными методами получения заготовки являются прокат и штамповка. Эти способы в равной степени позволяют достичь необходимой точности заготовки. Задачей раздела является определение себестоимости при производстве заготовки этими методами.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой.

Таблица 2.2 - Исходные данные

Наименование показателей	Способ 1	Способ 2
Вид заготовки	Штамповка	Прокат Ø83,5x303
Класс точности/сложности	3/3	-

Продолжение табл. 2.2

Масса заготовки, кг	4,1	12,9
Стоимость 1 кг заготовок, принятых за базу $C_{заг}$ , руб	0,315	0,115
Стоимость 1 кг стружки $C_{отх}$ , руб	0,0144	0,0144
Масса детали, кг	2,6	2,6

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [4].

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.1)$$

где  $E_n$  – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$$E_n = 0,15 [4];$$

$C_c$  – текущие затраты на 1 кг стружки, руб/кг;  $C_c = 0,495$  руб/кг – для машиностроения в целом [4];

$C_k$  – капитальные затраты на 1 кг стружки, руб/кг;  $C_k = 1,085$  руб/кг – для машиностроения в целом [4].

Тогда по формуле (2.1) имеем:

$$C_{мех} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ руб/кг.}$$

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [4].

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где  $C_{шт}$  – базовая стоимость 1 кг штампованных заготовок, руб;  $C_{шт} = 0,315$  руб [4];

$k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности;  $k_T = 0,9$  – для третьего класса точности [4];

$k_c$  – коэффициент, зависящий от группы сложности;  $k_c = 0,84$  – для третьей группы сложности [4];

$k_B$  – коэффициент, зависящий от массы заготовки;  $k_B = 1,14$  – для заготовки массой от 2,5 до 5,0 кг [4];

$k_m$  - коэффициент, зависящий от марки материала;  $k_m = 1,0$  – для стали 40X ГОСТ 4543-71 [4];

$k_{п}$ - коэффициент, зависящий от объема производства;  $k_{п} = 1,0$  [4].

Тогда по формуле (2.2) имеем:

$$C_{заг} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

Далее определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{шт} + C_{мех} (Q_{шт} - q) - C_{отх} (Q_{шт} - q), \quad (2.3)$$

где  $Q_{шт}$  – масса заготовки, кг;  $Q_{шт} = 4,1$  кг – по расчету;

$q$  – масса детали, кг;  $q = 2,6$  кг – по условию;

$C_{отх}$  – цена 1 кг отходов, руб/кг;  $C_{отх} = 0,0144$  руб/кг – для стальной стружки [4].

Тогда по формуле (2.3) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 4,1 + 0,6578 (4,1 - 2,6) - 0,0144 (4,1 - 2,6) = 2,0783 \text{ руб.}$$

Определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (2.4)$$

где  $Q_{пр}$  – масса заготовки из проката, кг;  $Q_{пр} = 12,9$  кг – по расчету.

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2219 \cdot 12,9 + 0,6578 (12,9 - 2,6) - 0,0144 (12,9 - 2,6) = 9,4895 \text{ руб.}$$

Итак, по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\mathcal{E}_2 = C_{пр} - C_{шт} \cdot N_2 = 9,4895 - 2,0783 \cdot 5000 = 37056 \text{ руб.}$$

#### 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Качество обрабатываемой поверхности, а именно точность, определяемая качеством IT, и шероховатость Ra, зависят от метода её обработки. Метод завершающей (финишной) обработки, то есть

содержание завершающего перехода, берём из показателей, назначенных рабочим чертежом. В зависимости от содержания первого и последнего переходов, установим промежуточные. При определении маршрутов обработки пытаемся снизить разнообразие применяемого оборудования, приспособлений, и инструментов.

Методы обработки поверхностей сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1	7	0,8	Центровально-подрезная, Центрошлифовальная
2	14	10	Центровально-подрезная
3	12	2,5	Токарная черновая, Токарная чистовая
4	14	10	Токарная черновая, Токарная чистовая
5	14	10	Токарная черновая, Токарная чистовая
6	14	1,25	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная
7	6	0,63	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
8	14	10	Токарная черновая, Токарная чистовая
9	6	0,63	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
10	11	10	Токарная черновая, Токарная чистовая

Продолжение табл. 2.3

11	6	1,25	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
12	14	10	Центровально- подрезная
13	9	5	Шпоночно-фрезерная
14	14	10	Шпоночно-фрезерная
15	9	5	Шпоночно-фрезерная
16	14	10	Зубострогальная
17	8	1,25	Зубострогальная, Зубопритирочная
18	8	1,25	Зубострогальная, Зубопритирочная

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Центровально-подрезная	1	10	2,5
		2, 12	14	10
		11	12	10
010	Токарная черновая	3	14	10
015	Токарная черновая	4, 5, 6, 10	14	10
		9, 11	12	
020	Токарная чистовая	3	14	2,5
025	Токарная чистовая	4, 5, 8, 10	14	10
		6	14	2,5



Продолжение табл. 2.4

		7, 9, 11	9	5
030	Шпоночно-фрезерная	14	14	10
		13, 15	9	5
035	Зубострогальная	16	14	10
		17, 18	10	2,5
045	Центрошлифовальная	1	7	0,63
050	Торцекруглошлифовальная	7	8	1,25
		6	14	
055	Круглошлифовальная	9, 11	8	1,25
060	Зубопритирочная	17, 18	8	1,25
065	Круглошлифовальная	7, 9	6	0,63

На основе технологического маршрута разработаем план изготовления и представим его в графической части работы.

## 2.6 Определение припусков.

Определяем припуски на обработку самой точной поверхности расчетно-аналитическим методом. Расчет припусков будем вести по размеры поверхности под подшипники  $\varnothing 35k6\begin{matrix} +0,018 \\ +0,002 \end{matrix}$  мм. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из: точения черного, точения чистового, термообработки, шлифования черного и шлифования чистового.

Исходные данные:

$$1. D = \varnothing 35k6\begin{matrix} +0,018 \\ +0,002 \end{matrix} \text{ мм}; L = 31,3 \text{ мм}; Ra = 0,63 \text{ мкм}.$$

На данную поверхность назначаем переходы:

- 1) токарная черновая обработка;
- 2) токарная чистовая обработка;
- 3) шлифование черновое;
- 4) шлифование чистовое.

Результаты расчетов занесем в таблицу 2.5, начиная с заготовительной операции.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_Z + h_{\delta},$$

где  $R_Z$  – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

$h_{\delta}$  – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.5.

По формуле

$\Delta = 0,25 \cdot Td$  определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004, \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки  $\varepsilon$  заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае до термообработки заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, так как присутствуют большие силы резания и обеспечивается достаточная точность.

Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}.$$

Здесь  $i$  – параметр, который указывает на выполняющийся в настоящее время переход;

$(i-1)$  – относится к предыдущему переходу.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,401, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\left(\frac{\Delta_{T0}}{2}\right)^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\left(\frac{\Delta_{T3}}{2}\right)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,060, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \left( d_{i-1} + Td_i \right)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \left( d_0 + Td_1 \right) = 0,401 + 0,5(1,600 + 0,250) = 1,326, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \left( d_1 + Td_2 \right) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \left( d_2 + Td_3 \right) = 0,125 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \left( d_3 + Td_4 \right) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,016) = 0,088, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графы 8 и 9 таблицы, округляя их в сторону увеличения до того знака после запятой, с каким задан допуск на размер для данного качества точности.

$$d_{4\min} = 35,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = 35,018 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 35,018 + 2 \cdot 0,060 = 35,138, \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 35,138 + 0,016 = 35,154, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 35,154 + 2 \cdot 0,125 = 35,404, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 35,404 + 0,100 = 35,504, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} - 0,999 = 35,504 - 0,999 = 35,468, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,468 + 0,062 = 35,530, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 35,530 + 2 \cdot 0,263 = 36,056, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,056 + 0,250 = 36,306, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 36,306 + 2 \cdot 0,401 = 37,108, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 37,108 + 1,6 = 38,708, \text{ мм.}$$

Округляем значения  $d_{\min}$  и  $d_{\max}$  в сторону увеличения и заносим в графы 11 и 12 таблицы.

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле

$$d_{cpi} = 0,5 \left( d_{i\max} + d_{i\min} \right)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(38,708 + 37,108) = 37,908, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(36,306 + 36,056) = 36,181, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(35,530 + 35,468) = 35,499, \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(35,504 + 35,404) = 35,454, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(35,154 + 35,138) = 35,146, \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(35,018 + 35,002) = 35,010, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}).$$

$$2Z_{\min} = 37,108 - 35,018 = 2,090, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 2,090 + 1,6 + 0,016 = 3,706, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,706 + 2,090) = 2,898, \text{ мм.}$$

Значения  $2Z_{\min}$ ,  $2Z_{\max}$  и  $2Z_{cp}$  заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы 2.5.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.5 - Припуски и операционные размеры на пов.  $\varnothing 35k6^{(+0,018 / +0,002)}$  мм.

№ пов.	Наименов. перехода	Точность		Составляющие припуска			Припуск, мм			Предельные размеры, мм		
		IT	Td, мм	a	$\Delta$	$\epsilon$	Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>	Z <sub>cp</sub>	d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	d <sub>cp</sub>
0	Штамповка	16	1,600	0,4	0,400	-	-	-	-	37,108	38,708	37,908
1	Точение черновое	12	0,250	0,2	0,063	0,025	0,401	1,326	0,864	36,056	36,306	36,181
2	Точение чистовое	9	0,062	0,1	0,016	0	0,263	0,419	0,341	35,468	35,530	35,499
3	Термическая обработка	10	0,100	0,25	0,025	-	-	-	-	35,404	35,504	35,454
4	Шлифование черновое	8	0,039	0,05	0,010	0	0,125	0,176	0,151	35,138	35,154	35,146
5	Шлифование чистовое	6	0,016	0,01	0,004		0,060	0,088	0,074	35,002	35,018	35,010
Суммарный припуск 2Z							2Z <sub>min</sub> =2,090	2Z <sub>max</sub> =3,706	2Z <sub>cp</sub> =2,898			

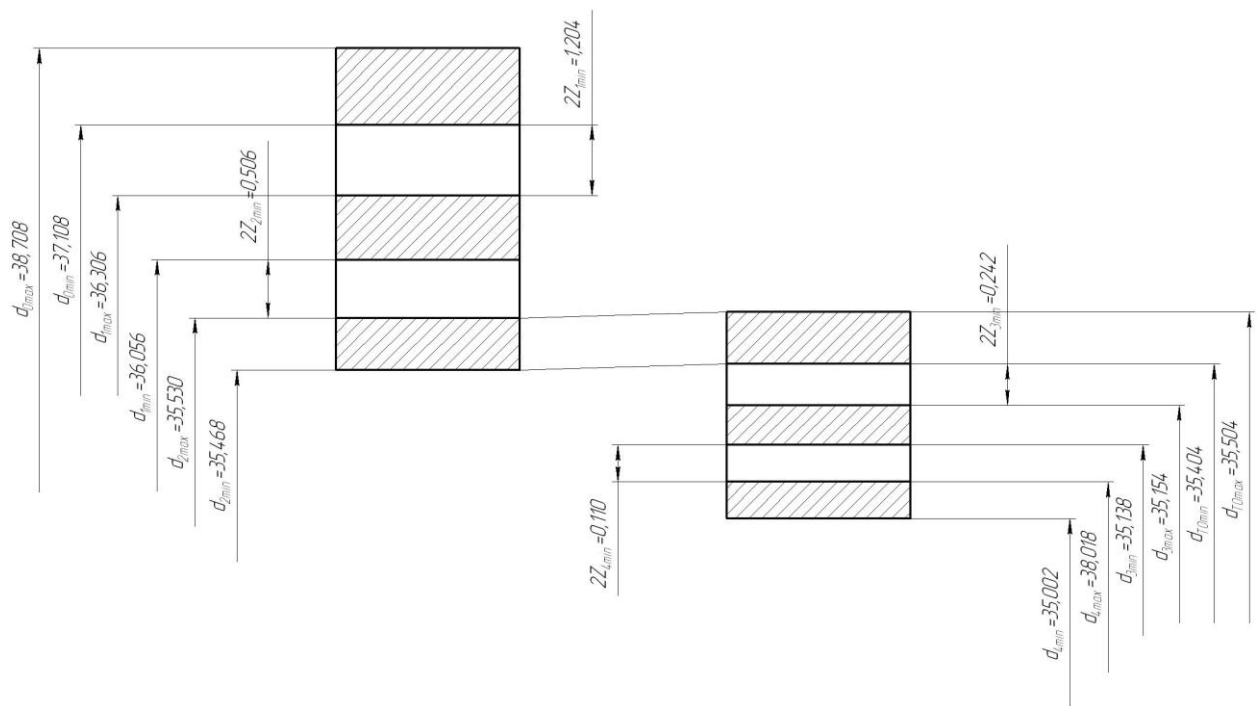


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков

на пов.  $\text{Ø}35\text{k}6\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}\right)$ .

## 2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки нужно учесть следующие параметры:

- 1) припуски, необходимые под обработку;
- 2) наличие черновых баз (в данном случае на операции 005 «Центровально-подрезная» в качестве черновой базы берутся поверхности 6, 7 и 9);
- 3) так же при проектировании заготовки необходимо учитывать технические требования, предъявляемые к точности штамповки, и штамповочные уклоны. [5]

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 выбираем:

- 1) Группа стали (сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% включительно) принимаем М2 [6].
- 2) Штамповка на ГКШП относится к классу точности Т3.
- 3) Определим степень сложности поковки.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы (объема)  $G_{\Pi}$  поковки к массе (объему)  $G_{\Phi}$  геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром с перпендикулярными к его оси торцами или прямой правильной призмой.

В нашем случае такой подходящей геометрической фигурой является цилиндр.

Массы штамповки и цилиндра найдем с помощью трехмерного проектирования.

$$G_{\Pi} = 4,1 \text{ кг.}$$

$$G_{\Phi} = 12,9 \text{ кг.}$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{4,1}{12,9} = 0,32 .$$

Степень сложности поковки выберем по таблице 2.6. [6]

Таблица 2.6 – Выбор степени сложности поковки

Степень сложности поковки	Показатель $\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}}$
C1	свыше 0,63
C2	от 0,32 до 0,63 включительно
C3	от 0,16 до 0,32 включительно
C4	до 0,16

По этому показателю оцениваем степень сложности штамповки C3.

4) Определим исходный индекс штамповки для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений.

По ГОСТ 7505-89 [6] определяем исходный индекс заготовки – 10.

Чертеж заготовки представлен в графической части работы.

## 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

### 2.8.1 Выбор оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Выбор технологического оборудования.

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Центровально-подрезная	Центровально-подрезной двусторонний станок 2А911-1
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
015 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
025 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
030 Шпоночно-фрезерная	Шпоночно-фрезерный станок 692Д
035 Зубострогальная	Зубострогальный станок 5А26
045 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок 3922
050 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ХШ4-104Ф20
055 Зубоприирочная	Зубоприирочный станок 5736
060 Круглошлифовальная чистовая	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-400.2
065 Моечная	Моечная машина
070 Контрольная	Контрольный стол



## 2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Выбор приспособлений.

Номер и наименование операции	Приспособления
005 Центровально-подрезная	Призмы опорные ГОСТ 12194-66
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71
015 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71
025 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71
030 Шпоночно-фрезерная	Приспособление специальное с призмами
035 зубострогальная	Приспособление специальное
045 Центрошлифовальная	Призмы опорные ГОСТ 12194-66
050 Торцекруглошлифовальная	Мембранный патрон ГОСТ 3889-80
055 зубопритирочная	Приспособление специальное
060 Круглошлифовальная	Мембранный патрон ГОСТ 3889-80

### 2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Выбор режущего инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Центровально-подрезная	1) Сверло центровочное P6M5 ГОСТ 14952-75; 2) Четырехгранная пластина T15K6 19051-73.
010 Токарная черновая с ЧПУ	Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73.
015 Токарная черновая с ЧПУ	Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец канавочный P6M5 ГОСТ 18885-73; 3) Резец канавочный P6M5 ГОСТ 18885-73.
025 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец канавочный P6M5 ГОСТ 18885-73.
030 Шпоночно-фрезерная	Фреза шпоночная T15K6 ГОСТ Р 53003-2008.
035 зубострогальная	Зубострогальные резцы P6M5 ГОСТ 5392-80
045 Центрошлифовальная	Головка шлифовальная коническая 8x20x3 KW(ГК) ГОСТ 2447 - 82.

Продолжение табл. 2.9

050 Торцекруглошлифовальная	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.
055 Зубопритирочная	Притиры для обработки конических зубчатых колес
060 Круглошлифовальная	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.

#### 2.8.4 Выбор средств контроля.

Выберем средства контроля и сведем данный выбор в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Мерительный инструмент
005 Центровально-подрезная	1) Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77.
010 Токарная черновая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-І-100-0,05 ГОСТ 166-80.
015 Токарная черновая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80; 2) Микrometer ГОСТ 6507-90.
025 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80; 2) Микrometer ГОСТ 6507-90.
030 Шпоночно-фрезерная	1) Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Продолжение табл. 2.10	2) Калибр-пробка для контроля

	отверстий ГОСТ 3882-77.
035 зубострогальная	1) Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80; 2) Калибр для контроля зубьев.
045 Центрошлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
050 Торцекруглошлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
055 зубострогальная	1) Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; 2) Калибр для контроля зубьев.
060 Круглошлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.

## 2.9 Расчет режимов резания.

2.9.1 Расчет режимов резания на операцию 005 Центровально-подрезная.

Подрезать торцы (поверхности 2 и 12), выдерживая размер  $298 \pm 0,65$ ; сверлить центровые отверстия, выдерживая размеры  $5^{+0,3}$ ,  $\varnothing 4^{+0,2}$ ,  $3,9^{+0,2}$ ,  $60^\circ \pm 30'$ ; точить поверхность 11, выдерживая размеры  $\varnothing 34_{-0,25}$ ,  $273 \pm 0,65$ .

Переход 1. Подрезать торцы (поверхности 2 и 12), выдерживая размер  $298 \pm 0,65$ .

Глубина резания  $t = 2,5$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0 = 0,3$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0 = 180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1=1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2=1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$  – при стойкости инструмента  $T=60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 62} = 924,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Так как точение и сверление центровых отверстий ведется одновременно, то принимаем общую минимальную частоту вращения, а это частота сверления, поэтому  $n_{\phi}=630$  мин<sup>-1</sup>.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 630}{1000} = 122,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 210 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{32}{210} = 0,15 \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить центровые отверстия с двух сторон, выдерживая размеры  $5^{+0,3}$ ,  $\varnothing 4^{+0,2}$ ,  $3,9^{+0,2}$ ,  $60^{\circ} \pm 30'$ .

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

где  $L_p$  – длина резания;

$L_{\Pi}$  – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

$L_d$  – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\dot{f}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\dot{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 1 + 0 = 11 \text{ , мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где  $T_M$  – стойкость в минутах основного времени работы станка;

$\lambda$  – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания  $L_p$  инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки  $L_{p.x}$ .

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ , мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания  $v$ , частоту вращения инструментальных шпинделей  $n$ , а также минутную подачу  $S_M$ .

$$v = v_{\text{ТАБ}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{\text{ТАБ}}$  – скорость резания по таблице, м/мин;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [8];

$K_3$  – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБ}} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ , м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 8,5} = 400,9 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка  $n = 400 \text{ мин}^{-1}$ .

Для центровых сверл с покрытием TiN принимаем  $n = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 630}{1000} = 16,8 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ , мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку  $T_0$ .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{11}{126} = 0,09 \text{ , мин.}$$

Переход 3. Точить поверхность 11, выдерживая размеры  $\varnothing 34_{-0,25}$ ,  $273 \pm 0,65$ .

Глубина резания  $t = 2,0 \text{ мм}$ .

По [8] определим подачу  $S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$ .

По [8] определим скорость  $V_0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1 = 1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2 = 1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$  – при стойкости инструмента  $T = 60 \text{ мин}$ ;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ , м/мин}$ .

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 34} = 1686 \text{ , мин}^{-1}.$$

Так как точение и сверление центровых отверстий ведется одновременно, то принимаем общую минимальную частоту вращения, а это частота сверления, поэтому  $n_{\phi}=630 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 630}{1000} = 67,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 210, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{25}{210} = 0,12, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,15 + 0,09 + 0,12 = 0,36, \text{ мин.}$$

## 2.9.2 Расчет режимов резания на операцию 010 Токарная черновая.

Точить поверхность 3, выдерживая размеры  $\phi 78,6_{-0,74}, 265,3 \pm 0,65, 266,3 \pm 0,65, 19^{\circ}43'14'' \pm 1^{\circ}$ .

Глубина резания  $t = 2,5 \text{ мм}$ .

По [8] определим подачу  $S_0=0,3 \text{ мм/об}$ .

По [8] определим скорость  $V_0=180 \text{ м/мин}$ .

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1=1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2=1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];



$K_3=1,0$  – при стойкости инструмента  $T=60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 78,6} = 729, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 78,6 \cdot 630}{1000} = 155,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 210, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{36}{210} = 0,17, \text{ мин.}$$

### 2.9.3 Расчет режимов резания на операцию 015 Токарная черновая.

Точить поверхность 11, выдерживая размер  $\phi 33_{-0,25}$ ; точить поверхность 10, выдерживая размеры  $\phi 33_{-0,25}$ ; точить поверхность 9, выдерживая размер  $\phi 36_{-0,25}$ ; точить поверхность 6, выдерживая размер  $45,5 \pm 0,31$ ; точить поверхность 5, выдерживая размер  $\phi 45,6_{-0,62}$ ; точить поверхность 4, выдерживая размеры  $18^\circ 1' 6'' \pm 1^\circ$ ,  $38,8 \pm 0,31$ .

Глубина резания  $t = 2,5$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0=0,3$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0=180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1=1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2=1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$  – при стойкости инструмента  $T=60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 78,6} = 729, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 78,6 \cdot 630}{1000} = 155,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 210, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{288}{210} = 1,37, \text{ мин.}$$

#### 2.9.4 Расчет режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Точить поверхность 3, выдерживая размеры  $\phi 78_{-0,74}$ ,  $265 \pm 0,65$ ,  $266 \pm 0,65$ ,  $19^{\circ}43'14'' \pm 30'$ ; выполнить поднутрение, выдерживая размеры  $34_{-0,62}$ ,  $18^{\circ} \pm 1^{\circ}$ .

Переход 1. Точить поверхность 3, выдерживая размеры  $\phi 78_{-0,74}$ ,  $265 \pm 0,65$ ,  $266 \pm 0,65$ ,  $19^{\circ}43'14'' \pm 30'$ .

Глубина резания  $t = 0,3$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0=0,2$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0=180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал реза;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1=1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2=1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$  – при стойкости инструмента  $T=60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 78} = 735, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 78 \cdot 630}{1000} = 154,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{36}{126} = 0,29, \text{ мин.}$$

Переход 2. Выполнить поднутрение, выдерживая размеры  $34_{-0,62}$ ,  $18^{\circ \pm 1^{\circ}}$ .

Глубина резания  $t = 1,4$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0=0,2$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0=180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1=1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2=1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$  – при стойкости инструмента  $T=60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 57} = 1006, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_\phi = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 57 \cdot 1000}{1000} = 179,0, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{30}{200} = 0,15, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,29 + 0,15 = 0,44, \text{ мин.}$$

### 2.9.5 Расчет режимов резания на операцию 025 Токарная чистовая.

Выполнить канавку, выдерживая размеры  $2^{+0,3}$ , 0,3, R1; выполнить канавку выдерживая размеры  $2^{+0,3}$ , 0,3, R1; выполнить фаску, выдерживая размер  $2 \times 45^\circ$ ; точить поверхность 11, выдерживая размер  $\phi 32,4_{-0,062}$ ; точить поверхность 10, выдерживая размеры  $\phi 32_{-0,16}$ ,  $79 \pm 0,37$ ,  $195 \pm 0,575$ ; точить поверхность 9, выдерживая размер  $\phi 35,4_{-0,062}$ ; точить поверхность 8, выдерживая размер  $\phi 34_{-0,62}$ ; точить поверхность 7, выдерживая размер  $\phi 35,4_{-0,062}$ ; точить поверхность 6, выдерживая размер  $45,2 \pm 0,31$ ; точить

поверхность 5, выдерживая размер  $\varnothing 45_{-0,62}$ ; точить поверхность 4, выдерживая размеры  $18^{\circ}1'6'' \pm 1^{\circ}$ ,  $38,5 \pm 0,31$ .

Переход 1. Выполнить канавку, выдерживая размеры  $2^{+0,3}$ , 0,3, R1.

Глубина резания  $t = 0,6$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0 = 0,3$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0 = 180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1 = 1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2 = 1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$  – при стойкости инструмента  $T = 60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 34} = 1686, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 1600}{1000} = 170,8, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{480} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 2. Выполнить канавку, выдерживая размеры  $2^{+0,3}$ , 0,3, R1.

Глубина резания  $t = 0,6$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0 = 0,3$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0 = 180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1 = 1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2 = 1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$  – при стойкости инструмента  $T = 60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 31,7} = 1808, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_{\phi} = 1600$  мин<sup>-1</sup>.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,7 \cdot 1600}{1000} = 159,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{480} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 3. Выполнить фаску, выдерживая размер  $2 \times 45^\circ$ ; точить поверхность 11, выдерживая размер  $\varnothing 32_{-0,062}$ ; точить поверхность 10, выдерживая размеры  $\varnothing 32_{-0,16}$ ,  $79 \pm 0,37$ ,  $195 \pm 0,575$ ; точить поверхность 9, выдерживая размер  $\varnothing 35_{-0,062}$ ; точить поверхность 8, выдерживая размер  $\varnothing 34_{-0,062}$ ; точить поверхность 7, выдерживая размер  $\varnothing 35_{-0,062}$ ; точить поверхность 6, выдерживая размер  $45,2 \pm 0,31$ ; точить поверхность 5, выдерживая размер  $\varnothing 45_{-0,062}$ ; точить поверхность 4, выдерживая размеры  $18^\circ 1' 6'' \pm 1^\circ$ ,  $38,5 \pm 0,31$ .

Глубина резания  $t = 0,3$  мм.

По [8] определим подачу  $S_0 = 0,2$  мм/об.

По [8] определим скорость  $V_0 = 180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем:

$K_1 = 1,0$  – для стали 40Х [8];

$K_2 = 1,0$  – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$  – при стойкости инструмента  $T = 60$  мин;

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ , м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 78} = 735, \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую частоту принимаем из паспорта станка  $n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 78 \cdot 630}{1000} = 154,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{288}{126} = 2,29, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 0,01 + 2,29 = 2,31, \text{ мин.}$$

2.9.6 Расчет режимов резания на операцию 030 Шпоночно-фрезерная.

Фрезеровать поверхность 14, выдерживая размер  $54 \pm 0,37$ ; фрезеровать поверхности 13 и 15, выдерживая размеры  $10_{-0,051}^{-0,015}$ ,  $50 \pm 0,31$ ,  $R5^{+0,3}$ .

Глубина резания  $t = 5$  мм. Количество проходов 1.

По [9] определим подачу  $S_Z = 0,025$  мм/зуб. [8]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где  $z = 4$  – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $D$  – диаметр фрезы, мм;

$t$  – глубина резания, мм;

$S_0$  – подача, мм/об;

$C_V$  – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

$q, m, x, y$  – показатели степени;

$K_V$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

$K_{UV}$  – коэффициент на инструментальный материал;



$K_{LV}$  – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Принимаем:

$$K_{MV} = 1,0 \text{ – для стали 40X [9];}$$

$$K_{UV} = 1,0 \text{ – для инструментального материала Т5К10;}$$

$$K_{LV} = 1,0.$$

$$\text{Отсюда } K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

$$D=10 \text{ мм; } t = 5 \text{ мм; } S_0=0,1 \text{ мм/об; } C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2;$$

$$T=30 \text{ мин.}$$

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 44,6, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения определяем по формуле  $n = \frac{1000V}{\pi D}$ .

$$n = \frac{1000 \cdot 44,6}{3,14 \cdot 10} = 1420, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1250}{1000} = 39,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1250 = 125, \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S},$$

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$$n_{отв}=1; L_{px}=50 \text{ мм, количество проходов 1.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{1 \cdot 50}{125} = 0,40 \text{ мин.}$$

### 2.9.7 Расчет режимов резания на операцию 035 - Зубострогальная.

Обработать поверхности 16, выдерживая размеры  $m=3,5$ ,  $z=21$ ,  $19^{\circ}43'14''\pm 30'$ ,  $123,5\pm 0,080$ ,  $\phi 72,861_{-0,12}$ ; обработать поверхности 17 и 18, выдерживая размеры  $m=3,5$ ,  $z=21$ ,  $19^{\circ}43'14''\pm 30'$ ,  $123,5\pm 0,080$ ,  $\phi 72,861_{-0,12}$ .

Припуск на толщину зуба в зависимости от модуля принимаем 1,0.

Скорость резания

$V=20\dots 24$  м/мин. Принимаем  $V = 22$  м/мин.

Основное время на обработку одного зуба  $\tau = 34$  с. [8]

Рассчитаем основное время всей операции

$$T_0 = z \cdot \tau = 21 \cdot 34 = 714 \text{ с} = 11,54 \text{ мин.}$$

### 2.9.8 Расчет режимов резания на операцию 045 Центрошлифовальная.

Шлифовать поверхности 1, выдерживая размеры  $60^{\circ}\pm 30'$ .

Характеристика инструмента:

Головка шлифовальная коническая

8x20x3 KW(ГК) 24А F16 К6 V 35м/с 2кл. ГОСТ 2447-82

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F16;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V - керамическая;

Диаметр круга – 8,0 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Определим скорость резания  $V=35$  м/с [8].

Радиальная подача  $S_p=0,003$  мм/об или 0,4 мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки  $V_3=35$  м/мин [8].

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{УСК}}{S_{УСК}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{ВЫХ},$$

где  $L_{\text{уск}}$ ,  $S_{\text{уск}}$  – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

$L_p$ ,  $S_p$  – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{\text{вых}} = 0,05$  – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,12, \text{ мин.}$$

2.9.9 Расчет режимов резания на операцию 050 - Торцевкруглошлифовальная.

Шлифовать поверхность 6, 7, 9 и 11 выдерживая размеры  $\text{Ø}35,1_{-0,039}$ ;  $\text{Ø}32_{-0,016}$ ;  $45 \pm 0,31$ ;

Характеристики шлифовальных кругов:

Круг 1 250' 35' 76.2' 24AF40K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007 (2 шт)

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F40;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V (керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Круг 1 250' 65' 76.2' 24AF40K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007(1шт)

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Определим скорость резания  $V=35$  м/с [8].

Радиальная подача  $S_p=0,003$  мм/об или 0,4 мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки  $V_3=35$  м/мин [8].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35,2} = 316,7, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{уск}}}{S_{\text{уск}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{вых}},$$

где  $L_{\text{уск}}$ ,  $S_{\text{уск}}$  – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

$L_p$ ,  $S_p$  – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{\text{вых}} = 0,05$  – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{20}{500} + \frac{38}{100} + 0,05 = 0,53, \text{ мин.}$$

2.9.10. Расчет режимов резания на операцию 055 - Зубопритирочная.

Притереть боковые поверхности зубьев (17 и 18), выдерживая размеры  $19^{\circ}43'14'' \pm 15'$ ,  $\phi 62,344_{-0,046}$ ,  $z=21$ ,  $m=3,5$ ,  $\phi 72,861_{-0,046}$ ,  $123,5 \pm 0,031$ .

Припуск на толщину зуба  $2p = 0,05 \dots 0,015$  мм. [9]

Принимаем  $2p = 0,010$  мм.

Скорость притирки  $V = 20 \dots 40$  м/мин.

Принимаем  $V = 30$  м/мин.

Время выдержки без подачи – 3-6 с. Принимаем 5 с.

2.9.11. Расчет режимов резания на операцию 060 - Круглошлифовальная.

Шлифовать поверхности 7 и 9, выдерживая размеры  $\phi 35k6^{(+0,018)}_{(+0,002)}$ .

Характеристика шлифовального круга:

Круг 1 250' 35' 76.2' 24AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007 (2 шт)

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F16;

Твердость – К;

Структура – б;

Связка – V (керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Определим скорость резания  $V=35$  м/с [8].

Радиальная подача  $S_p=0,003$  мм/об или  $0,4$  мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки  $V_3=35$  м/мин [8].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 36} = 309,6, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

где  $L_{\text{УСК}}$ ,  $S_{\text{УСК}}$  – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

$L_p$ ,  $S_p$  – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{\text{ВЫХ}}=0,05$  – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{50}{500} + \frac{51}{100} + 0,05 = 0,66, \text{ мин.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Описание операции.

На операции 030 Шпоночно-фрезерная ведется обработка шпоночного паза. На рис. 3.1 представлена схема обработки.

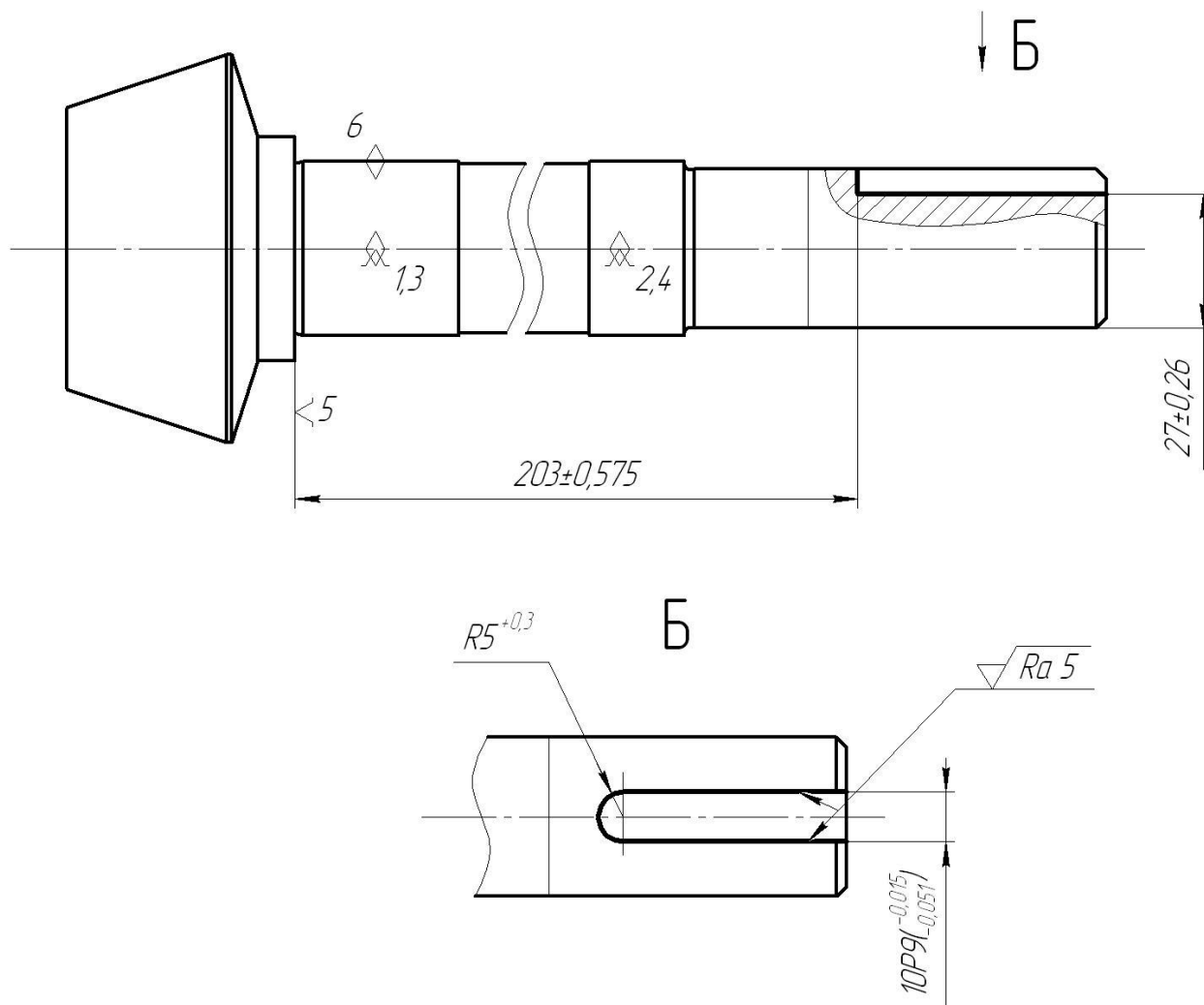
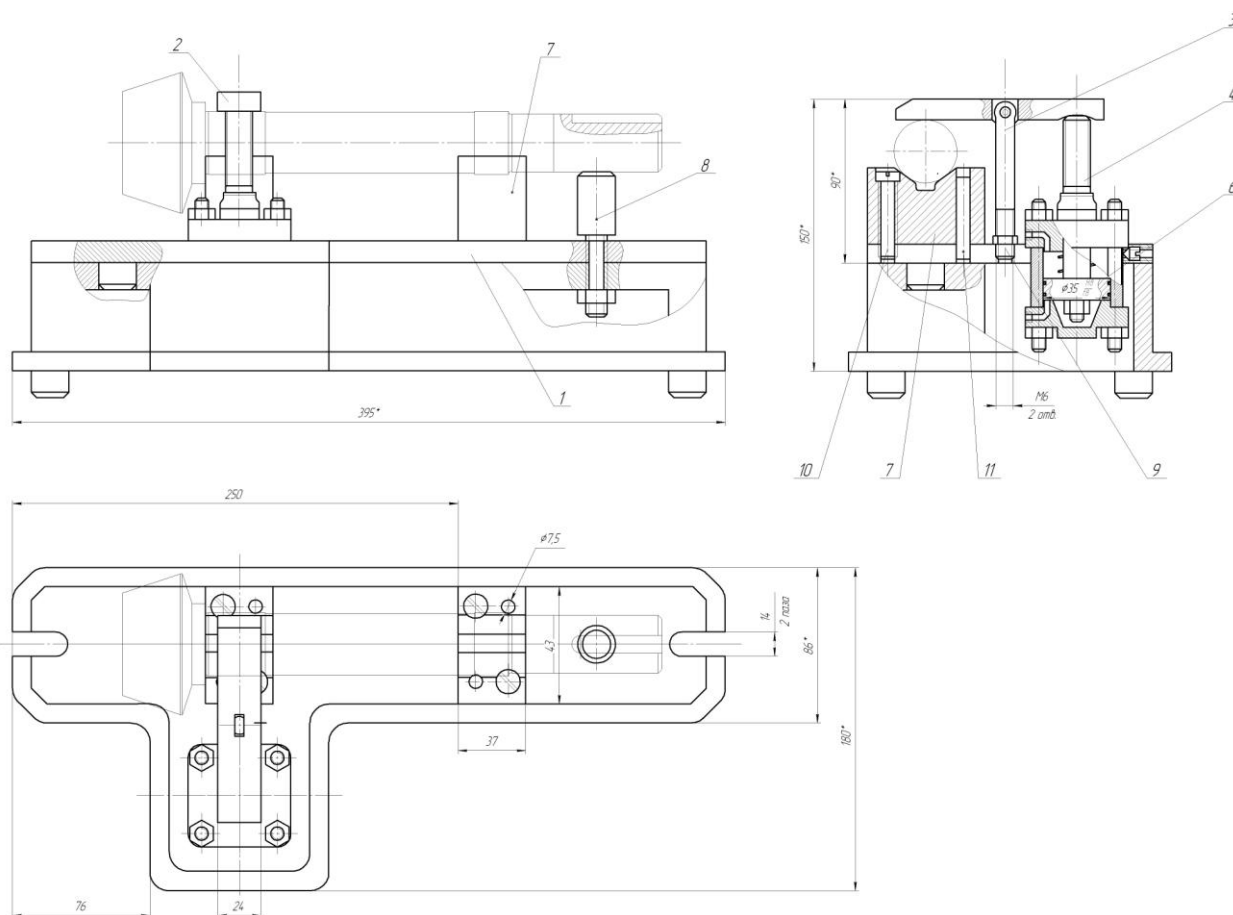


Рис. 3.1. Эскиз операции

Содержание операции: фрезеровать поверхность 14, выдерживая размер  $54 \pm 0,37$ ; фрезеровать поверхности 13 и 15, выдерживая размеры  $10 \begin{smallmatrix} -0,015 \\ -0,051 \end{smallmatrix}$ ,  $50 \pm 0,31$ ,  $R5^{+0,3}$ .

### 3.2 Описание устройства приспособления для шпоночно-фрезерной операции.

На основание 1 (рис. 3.2) смонтированы две призмы (поз. 7), которые фиксируются винтами 9 и штифтами 8. Заготовка фиксируется от перемещения вдоль своей оси, упираясь торцом в одну из призм. Также она прижимается к левой призме прихватом 2, который сопрягается своей другой стороной со штоком цилиндра. Цилиндр, воздействуя на прихват прижимает заготовку к призмам.



Основание 1 в паре с вспомогательной плитой крепится на столе шпоночно-фрезерного станка так, чтобы его направляющие выступы вошли в Т-образные пазы стола.

В основную полость пневмоцилиндра под давлением подается сжатый воздух из системы цеха. Под давлением поршень движется вверх. Вместе с поршнем перемещается и шток, воздействуя на прихват 2. Обратный ход поршня осуществляется с помощью пружины, при этом заготовка освобождается и вынимается из приспособления оператором-станочником.

При обработке на заготовку воздействуют силы, деформирующие ее. Для исключения изгибающих деформаций конструкцией приспособления предусмотрена регулируемая опора 8. [10]

Такое приспособление, в отличие от базового, позволяет сократить вспомогательное время операции за счет автоматизации пневмоцилиндром.

### 3.3 Расчёт приспособления на точность.

На рис. 3.3 представлена схема закрепления деталей в призмах.

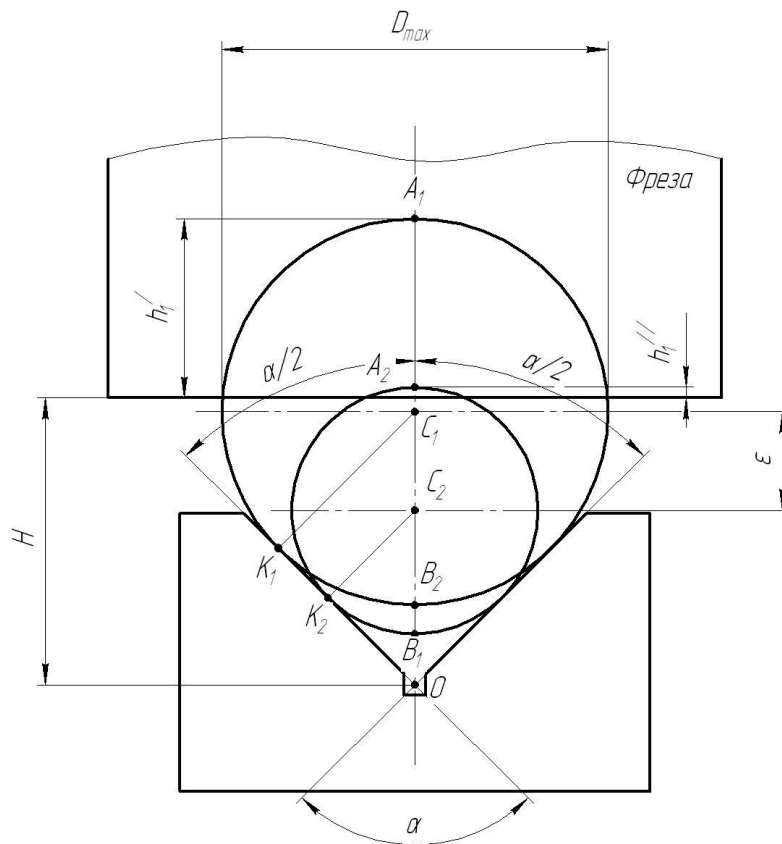


Рис. 3.3. Схема закрепления.

При обработке вала-шестерни в призме могут быть следующие измерительные базы для размера  $h$ . [11,12]

Измерительной базой является:

для размера  $h_1$  – точка А;

для размера  $h_2$  – точка В;



для размера  $h_3$  – точка С.

Погрешность установки заготовки в приспособление

$$\varepsilon = (D_{\min} + h_1') - (D_{\min} + h_1'') = h_1' - h_1'' = OA_1 - OA_2.$$

$$OA_1 = OC_1 + C_1A_1 = \frac{C_1K_1}{\sin \alpha/2} + C_1A_1.$$

$$C_1K_1 = C_1A_1 = \frac{D_{\max}}{2},$$

$$\text{тогда } OA_1 = \frac{D_{\max}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

$$\text{По аналогии } OA_2 = \frac{D_{\min}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

Следовательно

$$\varepsilon = \frac{D_{\max}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \left( \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{\delta}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right). \quad (1)$$

Приспособление фиксирует заготовку по поверхностям, имеющим размер  $\varnothing 35^{+0,018}_{+0,002}$ . Подставляя данные в формулу (1) получим

$$\varepsilon = \frac{0,016}{2} \left( \frac{1}{\sin 108/2} + 1 \right) = 0,018, \text{ мм.}$$

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

### 4.1 Сбор исходных данных.

На шпоночно-фрезерной операции 030 ведется обработка шпоночного паза вала-шестерни.

Этот раздел настоящей работы посвящен разработке инструмента для вышеназванной операции.

На рис. 4.1 представлена схема обработки.

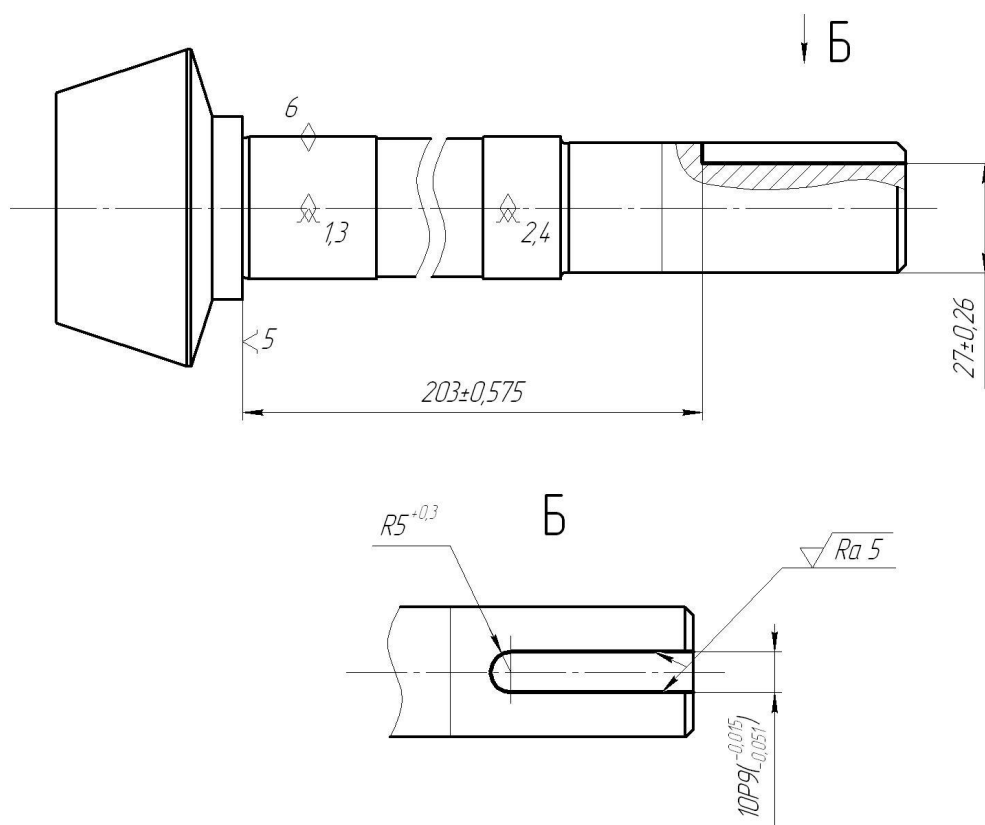


Рис. 4.1. Схема операции

### 4.2 Проектирование инструмента.

Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 17025-71) изготавливаются диаметром 3...20 мм, длиной  $L = 36...70$  мм, длиной режущей части  $l = 8...45$  мм, количеством зубьев  $Z = 4...6$ , с углом наклона винтовых канавок  $\omega = 30...35^\circ$  – тип 1 (с нормальным зубом), тип 2 (с крупным зубом)  $d = 3...12$  мм, длиной 36...70 мм, длиной режущей части  $l = 8...25$  мм, с углом наклона винтовых канавок  $\omega = 35...45^\circ$ . [12]

Выбираем тип фрезы 2.

$$\omega = 45^{\circ}.$$

Общую длину фрезы выбираем  $L = 80$  мм.

Длину режущей части фрезы выбираем  $l = 30$  мм.

По [6] выбираем в качестве материала фрезы твердый сплав ВК6, двойной задний угол  $\alpha_1 = 14^{\circ}$  и  $\alpha_2 = 20^{\circ}$ .

Фрезы малого диаметра изготавливают цельными, поэтому материал хвостовика фрезы будет тоже Т15К6.

Ширина ленточки 0,5 мм.

Определение наружного диаметра фрезы.

Диаметр фрезы является важнейшим параметром ее конструкции.

Для концевых фрез [13]

$$d_a = 0,4B^{0,2}t^{0,175}S_z^{0,14}Z^{0,2}l^{0,62}y^{-0,2},$$

где  $B = 10$  мм – ширина фрезерования;

$t = 5$  мм – глубина резания;

$S_z = 0,002$  мм/зуб – подача на зуб фрезы;

$l = 70$  мм – вылет фрезы относительно шпинделя;

$y$  – допустимый прогиб оправки (0,2 при чистовом и 0,4 при черновом фрезеровании). [13]

$$d_a = 0,4 \cdot 10^{0,2} \cdot 5^{0,175} \cdot 0,002^{0,14} \cdot 4^{0,2} \cdot 70^{0,62} \cdot 0,2^{-0,2} = 8,93, \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_a = 10$  мм.

Угол наклона зубьев у концевых фрез должен быть обратным направлению резания, то есть у праворежущих фрез должно быть выбрано левое направление зубьев. Для концевых фрез при обработке пазов и уступов направление зуба должно совпадать с направлением резания.

Обрабатываемый материал имеет довольно большую прочность, а обработка ведется с довольно большой скоростью, поэтому для трудных условий резания выбираем

$$\gamma = 10^{\circ}.$$

Рассчитаем мощность, затрачиваемую на резание концевой фрезой

$$N = 10^{-5} \cdot c_N \cdot t^{0,86} \cdot n \cdot B \cdot S_Z^{0,72} \cdot d_a^{0,14} \cdot z,$$

где  $c_N$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, при обработке стали  $c_N = 3,5$ .

$$N = 10^{-5} \cdot 3,5 \cdot 6,95^{0,86} \cdot 4000 \cdot 8 \cdot 0,002^{0,72} \cdot 6^{0,14} \cdot 4 = 0,35, \text{ кВт.}$$

Мощность станка превышает мощность, затрачиваемую на резание.

Угол поднутрения выбираем равным  $3^{\circ}$ . [13]

Чертеж фрезы представлен на рис. 4.2 и в графической части работы.

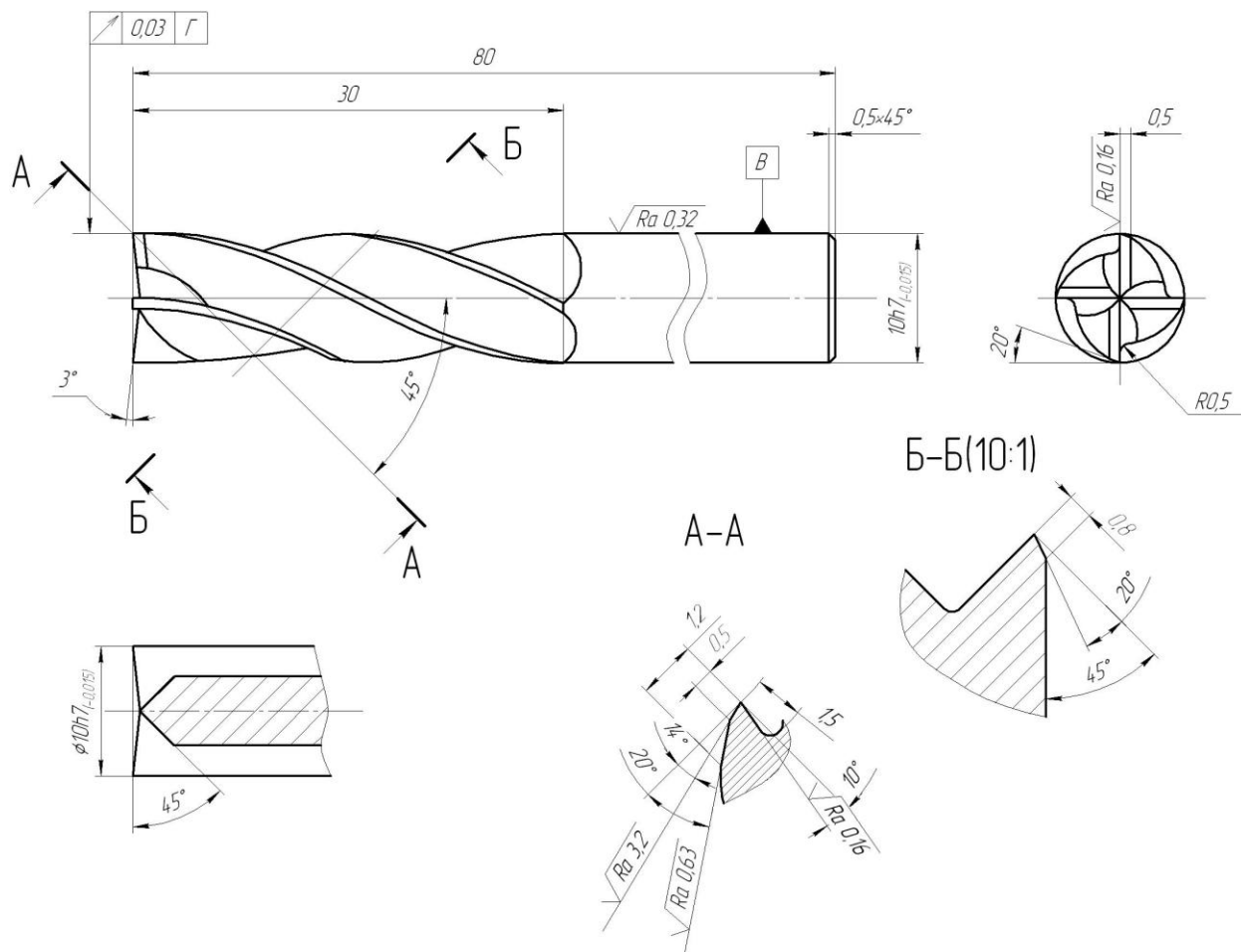


Рис. 4.2. Фреза концевая

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Техпроцесс изготовления корпуса вала-шестерни автооператора».

### 5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были изменены и отличаются от базового техпроцесса. Нами в работе модернизирована 030 Шпоночно-фрезерная операция, где произведена замена режущего инструмента и автоматизировано зажимное приспособление.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта.

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>2</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1	Фрезерование шпоночного паза детали	Операция 030 Шпоночно-фрезерная	Фрезеровщик	Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д; приспособление специальное с пневмоприводом	Сталь 40Х; т/с Т15К6; СОЖ: ЭТ-2

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

В данном разделе приводится наименование модернизированных технологических операций технического объекта из таблицы 5.1, наименование опасных и вредных производственных факторов, согласно

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, материалов, веществ, которые являются источником опасного и вредного производственного фактора, нормативная техническая документация.

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	Операция 030 Шпоночно-фрезерная	1) Повышенный уровень вибрации на рабочем месте. 2) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3) Опасность поражения электрическим током. 4) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

В данном разделе подобраны используемые организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках выпускной работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации на рабочем месте	Станок установлен на демпфирующих опорах, которые значительно снижают уровень вибрации	Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Станочник выполняет работу, одев при этом наушники защитные. Наличие вытяжки на рабочем месте снижает уровень шума.	Наушники защитные. Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
3	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчатобумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
4	В связи с использованием СОЖ возникает повышенная загазованность на рабочем месте.	Станочник должен быть одет в респиратор.	Респиратор.

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и организационных методов по обеспечению и улучшению пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов с указанием реализующиеся пожаробезопасных характеристик произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации).

#### 5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д	Е	1) тепловой поток; 2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах; 5) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; б) снижение	1) замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования;



Продолжение табл. 5.4

				видимости дыму.	в	3) образующиеся токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок; 4) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей; 5) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара.
--	--	--	--	-----------------	---	--

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Технические средства обеспечения пожарной безопасности сведем в таблицу 5.5, где перечислим первичные, мобильные средства пожаротушения, стационарные установки системы пожаротушения средства пожарной автоматики пожарное оборудование, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарный инструмент и пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установочные системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Пожарные гидранты	Автоматизированные средства пожарооповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	Респираторы, противогазы	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические датчики и извещатели

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе. Расклейка запрещающих знаков на участке.

Продолжение табл. 5.6

	Контроль правильной эксплуатации оборудования.	
--	--	--

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование шпоночного паза	Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Попадание использованной СОЖ в почву. Попадание стружки в почву.

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Для уменьшения попадания газов смазочно-охлаждающей жидкости с атмосферу увеличена мощность работы вентиляции на рабочем месте
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства новых заготовок.

#### 5.6 Заключение.

В результате выполненной работы нами выявлены опасные и вредные производственные факторы разработанного технического объекта. Спроектирован перечень необходимых мероприятий и средств для осуществления бесперебойной безопасной работы на участке механической обработки. Разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

## 6 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 работе технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали. Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

### Базовый вариант.

Операция 030 предполагает фрезерование шпоночного паза на шпоночно-фрезерном станке, модель 692Д. Зажим обеспечивает специальное приспособление. Получение заданных поверхностей обеспечивается фрезой из быстрорежущей стали Р6М5.

### Проектный вариант.

Отличительной особенностью выполнения операции 30 в проектном варианте является применяемый инструмент – фреза из твердого сплава Т15К6, позволяющий увеличить стойкость инструмента в 2 раза. Кроме инструмента, предлагается замена оснастки со специального приспособления на автоматизированное.

Представленные изменения позволяют сократить вспомогательное время выполнения операции с 0,45 мин. до 0,39 мин. Благодаря этим изменениям достигли снижения и общей трудоемкости выполнения всей операции с 0,85 мин до 0,68 мин.

Учитывая описанные изменения, осуществим экономические расчеты, которые позволят сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения данного процесса.

Представив краткое описание предлагаемых изменений, возникает необходимость рассчитать капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса. Используя методику расчета капитальных вложений [16], мы определили данную величину, которая составляет  $K_{ВВ.ПР} = 24314,69$  руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение нового приспособления, инструмента и затраты, связанные с проектированием технологического процесса.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не оказывают. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Вал-шестерня» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 6.1 и 6.2.

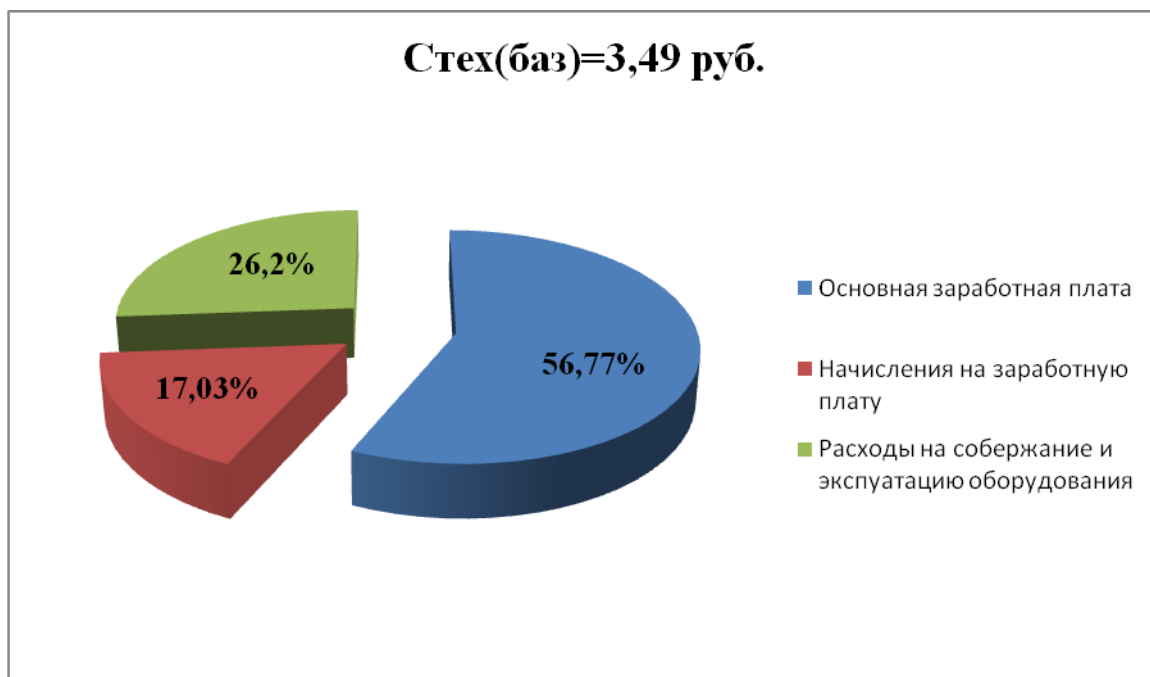


Рис. 6.1. Структура технологической себестоимости выполнения шпоночно-фрезерной операции по базовому варианту

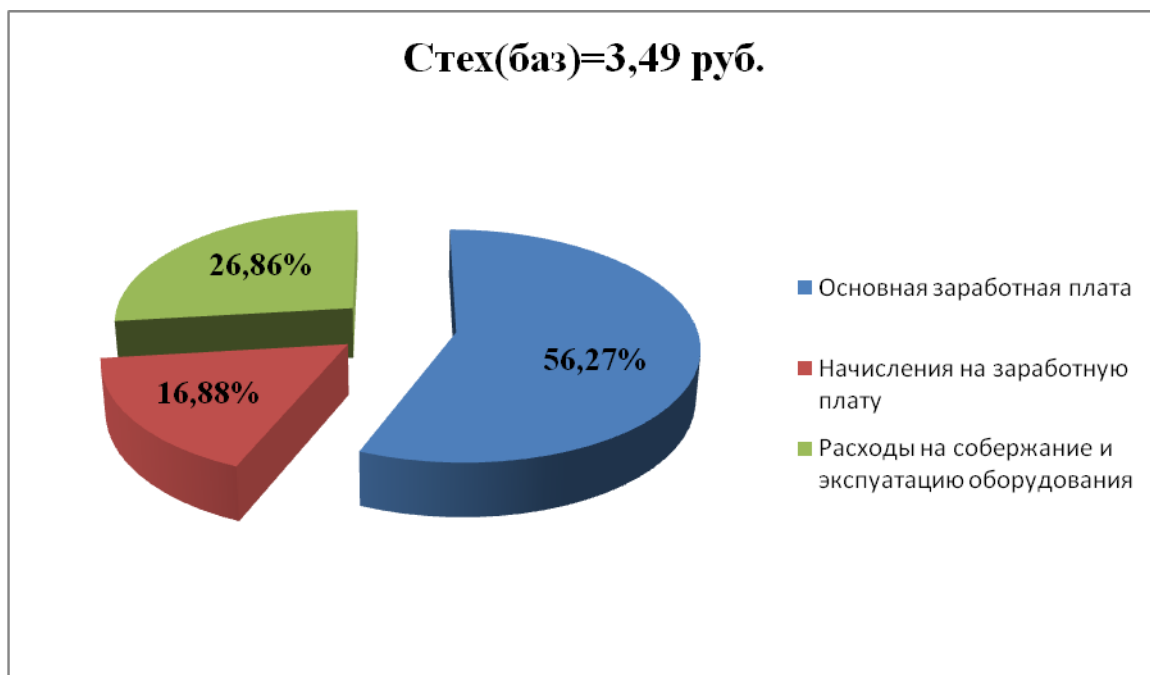


Рис. 6.2. Структура технологической себестоимости выполнения шпоночно-фрезерной операции по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [16] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 030. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость составила 10,73 руб.; а по проектному варианту – 8,61 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [16], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{Пол(баз)} - C_{Пол(пр)}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (10,73 - 8,61) \cdot 5000 = 10600 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 10600 \cdot 0,2 = 2120 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 10600 - 2120 = 8480 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{P_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{24314,69}{8480} + 1 = 3,87 = 4 \text{ года}$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T P_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 8480 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} \right) =$$

$$= 26873,12 \text{ руб}$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = 26873,12 - 24314,69 = 2558,43 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{26873,12}{24314,69} = 1,11 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Предлагаемые изменения в операцию 030 технологического процесса изготовления детали вал-шестерня, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение можно сделать основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 19,77%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 2558,43 руб., что также свидетельствует эффективности работы.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами выполнен технологический процесс изготовления вала-шестерни автооператора. Осуществлено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На 030 шпоночно-фрезерную операцию разработано автоматизированное устройство для закрепления заготовки. Для этой же операции спроектирован режущий инструмент – фреза концевая. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Анализ безопасности и экологичности технического объекта показал эффективность предлагаемых мероприятий.

Экономическая оценка эффективности показала положительный результат.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елизаветин, М.А., Сатель, Э.А. Технологические способы повышения долговечности машин. – М.: Машиностроение, 1999. – 400 с.
2. 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.
3. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
4. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.
5. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
6. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
7. 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.
8. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
9. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

10. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.
11. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.
12. Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.
13. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.
14. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
15. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.
16. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

19. 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.

20. 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.

# ПРИЛОЖЕНИЯ



<i>O11</i>	<i>Точить поверхность 3, выдерживая размер <math>\varnothing 78,6_{-0.74}</math>; точить поверхность 13, <math>265.3 \pm 0.65</math> ; <math>266.3 \pm 0.65</math>; <math>19^{\circ}43'14'' \pm 1^{\circ}</math>.</i>
<i>T12</i>	<i>396110 Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71; 392190 Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73;</i>
<i>T13</i>	<i>393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166 – 89.</i>
<i>14</i>	
<i>МК</i>	





<b>Т14</b>	<i>392190 Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73; 392190 Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73.</i>
<b>Т15</b>	<i>393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393410 Микрометр гладкий ГОСТ 6507 – 90.</i>
<b>16</b>	
<b>А17</b>	<i>XX. XX. XX 025 4233 Токарная чистовая с ЧПУ ИОТ № 63</i>
<b>Б18</b>	<i>38 1021 5 Токарный патронный с ЧПУ СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 1 1 142 1</i>
<b>МК</b>	



<b>Т14</b>	<i>XXXXXX Приспособление специальное с призмами; 391820 Фреза концевая Ø10 Т15К6;</i>										
<b>Т15</b>	<i>393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; XXXXXX Спец. шаблон</i>										
<b>16</b>											
<b>А17</b>	<i>XX. XX. XX 035 4154 Зубострогальная ИОТ № 73</i>										
<b>Б18</b>	<i>38 1573 7</i>	<i>Зубострогальный станок мод 5А26</i>	<i>1</i>	<i>12273</i>	<i>322</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>142</i>	<i>1</i>
<b>МК</b>											



О16	Шлифовать поверхности 7, 9, выдерживая размеры: $\varnothing 35.1_{-0.038}$ , $\varnothing 5$ : шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 32_{-0.016}$ :
О17	шлифовать поверхность 6, выдерживая размер $45 \pm 0.31$ .
МК	



15	
A16	<i>XX.XX.XX 065 0125 Моечная ИОТ № 59</i>
Б17	<i>X74306 Промывочный агрегат М2 - 400</i>
МК	





16	
17	
<i>MK</i>	