



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)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

## ЗАДАНИЕ

**на выполнение бакалаврской работы**

**направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»**

**профиль «Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств»**

Студент Крещук Наталья Сергеевна \_\_\_\_\_ гр. МСбз – 1202

1. Тема «Разработка технологического процесса мехобработки стакана  
основного клапана шлюза АЭС» \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Технологический процесс,  
чертеж детали, норма времени, годовая программа выпуска. \_\_\_\_\_

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

*Титульный лист.*

*Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.*

*Введение*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование приспособления и/или режущего инструмента*

*4) Безопасность и экологичность работы*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 0,5
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
5) Приспособление	1 – 1,5
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность работы	<hr/> (подпись)	И.В. Дерябин <hr/> (И.О. Фамилия)
Экономическая эффективность работы	<hr/> (подпись)	И.В. Краснопевцева <hr/> (И.О. Фамилия)
Нормоконтроль	<hr/> (подпись)	В.Г. Виткалов <hr/> (И.О. Фамилия)

7. Дата выдачи задания «16» января 2017 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	Л.А. Резников <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	Н.С. Крещук <hr/> (И.О. Фамилия)

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)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
(подпись)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента Крещук Натальи Сергеевны

По теме «Разработка технологического процесса мехобработки стакана  
основного клапана шлюза АЭС»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение. Цель работы. Описание исходных данных.	01.02.2017	01.02.2017	выполнено	
Технологическая часть работы.	01.03.2017	01.03.2017	выполнено	
Проектирование приспособления и режущего инструмента.	01.04.2017	01.04.2017	выполнено	
Безопасность и экологичность работы.	15.04.2017	15.04.2017	выполнено	
Экономическая эффективность работы.	03.05.2017	03.05.2017	выполнено	
Заключение. Приложения.	15.05.2017	15.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Л.А. Резников

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.С. Крещук

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Крещук, Н.С. Разработка технологического процесса мехобработки стакана основного клапана шлюза АЭС: Бакалаврская работа / Н.С. Крещук. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 61 с.

В состав расчетно-пояснительной записки входит 26 таблиц, 6 рисунков; графическая часть состоит из 9 листов формата А1 и 2 листа формата А2.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ назначения, конструкции и технологичности детали стакан; определен тип производства; проведен выбор заготовки и технологических баз, а также произведен расчет припусков и операционных размеров на механическую обработку детали; рассчитаны режимы резания; определено оборудование по операциям; выбраны средства механизации и автоматизации элементов процесса; проведено техническое нормирование; безопасность и экологичность работы; экономическая эффективность детали стакан.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Описание исходных данных.....	8
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	8
1.2 Систематизация поверхностей детали.....	9
1.3 Описание технологичности конструкции детали.....	10
2 Технологическая часть работы.....	12
2.1 Выбор типа производства.....	12
2.2 Выбор рационального метода получения заготовки.....	12
2.3 Расчет технологической себестоимости изготовления детали.....	14
2.4 Назначение маршрутов обработки поверхностей.....	16
2.5 Разработка технологического маршрута и схем базирования.....	17
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.6.1 Определение оборудования по операциям.....	20
2.6.2 Выбор средств механизации и автоматизации элементов процесса.....	22
2.7 Проектирование технологических операций.....	25
2.7.1 Расчет припусков и операционных размеров на механическую обработку детали.....	25
2.7.2 Расчет режимов резания.....	30
2.7.3 Нормирование технологического процесса.....	36
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	39
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	39
3.1.1 Сбор исходных данных.....	39
3.1.2 Расчет сил резания.....	39
3.1.3 Расчет усилия зажима.....	39
3.1.4 Расчет зажимного механизма.....	40
3.1.5 Расчет силового привода.....	40
3.1.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении.....	40
3.1.7 Описание работы станочного приспособления.....	41

3.2 Проектирование специального режущего инструмента.....	41
3.2.1 Назначение, устройство и работа режущего инструмента.....	41
3.2.2 Выбор материала и геометрии режущей части инструмента.....	43
3.2.3 Оценка эффективности инструмента.....	44
4. Безопасность и экологичность работы.....	45
4.1 Конструктивно – технологическая и организационно – техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	45
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	46
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	46
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	48
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	51
4.6 Заключение по разделу.....	52
5. Экономическая эффективность работы.....	54
5.1 Исходные данные.....	54
5.2 Расчет себестоимости обработки детали.....	54
5.3 Расчет приведенных затрат. Выбор оптимального варианта.....	56
5.4 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	57
Заключение.....	58
Список используемой литературы.....	59
Приложения: технологическая документация	

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в машиностроении и целом мире предпочтение отдается наиболее прогрессивным методикам усовершенствования производства. В связи с новыми технологиями автоматизации производств увеличивается потребность в оптимизации численности оборудования, инструмента, обслуживающего и непосредственно задействованного в производственном процессе персонала. А также, для повышения конкурентоспособности, каждый производитель стремится к уменьшению затрат и повышению качества изготавливаемой продукции.

Поэтому для реализации поставленных перед собой задач необходимо постоянное усовершенствование технологических процессов с использованием универсального оборудования, приспособлений, инструментов. Что в совокупности приведет к увеличению экономического эффекта и соответственно к прибыли предприятия.

Для выполнения данной работы необходимо:

1. Выбрать тип производства.
2. Определить рациональный способ получения исходной заготовки.
3. Выбрать маршруты обработки поверхностей.
4. Сформировать из переходов технологический маршрут. Разработать для каждой операции схему базирования заготовки.
5. Обоснованно выбрать технологическое оборудование, станочные приспособления, режущий, вспомогательный и мерительный инструмент, контрольные приспособления.
6. Рассчитать и назначить операционные припуски на обработку и спроектировать заготовку.
7. Определить содержание и структуру технологических операций, рассчитать режимы резания и время на обработку.
8. Заполнить технологическую документацию и разработать графические материалы.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Стакан входит в состав клапана, применяемого в изготовлении шлюза основного энергоблока. Клапан предназначен для выравнивания давления рабочей среды в шлюзах энергоблока с унифицированным реактором ВВЭР – 1000.

Выравнивания давления рабочей среды производится клапаном при вращении стакана. Коромысло, расположенное в пазах стакана, перемещает шток клапана в крайние положения [1]. Вал Ø40 js8 используется для размещения в нём подшипника, который установлен в корпусе клапана. Отверстие Ø120K7 используется для размещения в нём подшипника, который установлен в основании клапана. Пазы  $b = 68$  используются для размещения в них катков коромысла. Фаски необходимы для удобства сборки изделия.

Деталь стакан изготовлена из материала 14X17H2 ГОСТ 5632-2014 [2] – применяется как сталь с достаточно удовлетворительными технологическими свойствами в химической, авиационной и других отраслях промышленности. Наибольшей коррозионно-стойкостью обладает после закалки с высоким отпуском.

Таблица 1.1.1 – Химический состав стали 14X17H2 ГОСТ 5632-2014 [2]

В процентах

C	Cr	Mn	Si	Ni	Fe	S	P
0,11 – 0,17	16 - 18	до 0,8	до 0,8	1,5-2,5	77-78	до 0,025	до 0,03

Таблица 1.1.2 – Технологические свойства стали 14X17H2 ГОСТ 5949-75 [3]

Свариваемость:	Трудно свариваемая. Способ сварки РДС, АрДС
Обработываемость резанием:	При HB330 в отпущенном и закаленном состоянии

Таблица 1.1.3 – Механические свойства стали 14X17H2 ГОСТ 5949-75 [3]

Рекомендуемый режим термической обработки заготовок	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, кДж / м <sup>2</sup>	НВ
1 Вариант. Закалка с 975-1040°C, охлаждение в масле, отпуск при 275-350°C, охлаждение на воздухе.	1080	835	10	30	49	-
2 Вариант. Закалка с 1000-1030°C, охлаждение в масле, отпуск при 620-660°C, охлаждение на воздухе.	835	635	16	55	75	248-293

## 1.2 Систематизация поверхностей детали

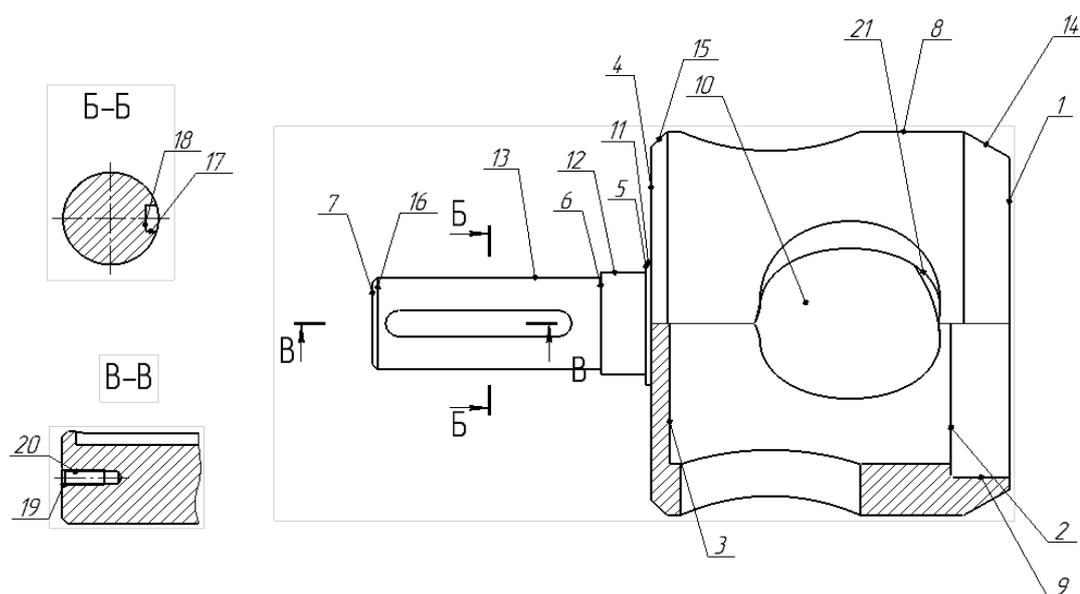


Рисунок 1.2.1 – Эскиз детали с нумерацией поверхностей

Таблица 1.2.1 – Анализ технических требований к поверхностям

№ пов.	Вид пов.	Тип	Квалитет	Шероховатость, мкм
1;3;4;5;6;7	С	Т	14	6,3
2	ВКБ	Т	14	1,6
8	ОКБ	ЦН	14	6,3
9	ОКБ	ЦВ	8	0,8
10	ИП	ЦВ	14	6,3
11	ИП	ЦН	14	6,3
12;13	ИП	ЦН	8	0,8
14;15;16;19	С	Ф	14	6,3

### Продолжение таблицы 1.2.1

№ пов.	Вид пов.	Тип	Квалитет	Шероховатость, мкм
17;18	ВКБ	П	9	6,3
20	С	Р	14	6,3
21	С	П	14	10

Примечание: Вид пов. – ОКБ – основная конструкторская база, ВКБ – вспомогательная конструкторская база, ИП – исполнительная поверхность, С – свободная;

Тип – П – пазовая, ЦН – цилиндрическая наружная, ЦВ – цилиндрическая внутренняя, Р – резьбовая, Ф – фасонная, Т – торцевая.

### 1.3 Описание технологичности конструкции детали

При проведении данного анализа, т.к. деталь имеет рациональную форму, можно сделать следующий вывод:

- 1) простота обработки поверхностей;
- 2) унификация конструктивных элементов;
- 3) минимальное количество острых кромок, что достигается выполнением фасок.

Деталь стакан отвечает общим технологическим требованиям предусмотренными при ее конструировании:

- деталь имеет удобную технологическую базу, гарантирующую надежную установку заготовки при ее обработке;
- форма детали позволяет удобно подводить режущий инструмент к обрабатываемой поверхности и свободно его выводить;
- поверхности детали имеет оптимальные, экономически и конструктивно обоснованные точность и шероховатость;
- практически ко всем обрабатываемым поверхностям есть свободный доступ инструмента.

Исходя из выше изложенного, можно сказать, что конструкция детали стакан является технологичной. Поэтому можно использовать высокопроизводительные методы ее обработки.

Далее дадим количественную оценку конструкции детали стакан и занесем данные в таблицу 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Количественная оценка технологичности детали стакан

Наименование поверхностей	Количество поверхностей	Количество унифицированных поверхностей	Квалитет точности	Ra, мкм
1. Цилиндрические поверхности	1	1	8	0,8
	1	1	8	0,8
	2	2	14	6,3
2. Отверстия	1	1	8	0,8
	2	-	14	6,3
3. Фаски	4	-	14	6,3
4. Пазы	1	1	9	6,3
	2	-	14	10
5. Торцевые поверхности	2	-	14	1,6
	5	-	14	6,3
Итого:	21	6		

Подсчет средней точности, средней шероховатости и коэффициентов точности и шероховатости на основании данных таблиц прост и не требует пояснений [4].

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Выбор типа производства

Для определения типа производства воспользуемся данными из справочника [5, с. 384 таб. 4] и занесем их в таблицу 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Приближенный выбор типа производства

Тип производства	Крупные изделия тяжелого машиностроения	Изделия средних размеров	Мелкие изделия
Массовое	> 1000	> 5000	> 50000
Крупносерийное	300 – 1000	500 – 5000	5000 – 50000
Среднесерийное	100 – 300	200 – 500	500 – 5000
Мелкосерийное	5 – 100	10 – 200	100 – 500
Единичное	< 5	< 10	< 100

Исходя из того, что программа выпуска деталей 1000 шт. в год, а масса детали – 5,92 кг, значит – тип производства будет среднесерийным, не поточным.

### 2.2 Выбор рационального метода получения заготовки

Поскольку материал детали «стакан» является литейным, а именно сталь 14X17H2, то заготовку для этой детали можем получить тремя способами: из проката, ковкой на молотах или литьем в оболочковую форму.

Так как заготовка из проката для литейной стали является дорогостоящей, а методковки на молотах используется в базовом технологическом процессе, рассчитаем в данной работе метод литья в оболочковую форму и по полученным данным выберем оптимальный вариант.

Для заготовки методом литья в оболочковую форму по ГОСТ 26645-85 [6], определим припуски и допуски на размеры детали и сведем эти данные в таблицу 2.2.1:

– класс точности размеров и масс: 14 [5]

– ряд припусков: 4 [5].

1) Припуски на размеры на сторону, принимаем по справочнику [5].

Таблица 2.2.1 – Припуски и допуски на размеры детали

Номинальный размер, мм	Допуски, мм	Припуски, мм	Расчет размера заготовки, мм	Окончательный размер заготовки, мм
Ø150	±3,0	5,0	Ø150+(2·5,0)±3,0=Ø160±3,0	Ø160±3,0
Ø40	±2,7	4,2	Ø40+(2·4,2)±1,2=Ø48,4±2,7	Ø48±2,7
Ø100	±3,0	2,0	Ø100+(2·2,0)±3,0=Ø104±3,0	Ø104±3,0
137	±3,0	3,2	137+(2·3,2)±3,0=143,4±3,0	144±3,0
120	±3,0	4,0	120+4,0±3,0=124±3,0	124±3,0
99	±3,0	4,0	99+4,0±3,0=103±3,0	103±3,0

2) Литейные уклоны назначим по ГОСТ 26645-85 и примем одинаковыми–3°.

3) Литейные радиусы закруглений наружных углов примем равными 2 мм.

4) Литейные радиусы закруглений внутренних углов определим по формуле:

$$R = 0,4 \cdot h, \quad (2.2.1)$$

$$R_1 = R_2 = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ мм}$$

5) Найдем массу заготовки, кг, по формуле:

$$M = V_3 \cdot \gamma \cdot 10^{-9}, \quad (2.2.2)$$

где  $\gamma$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>, для коррозионно-стойкой стали:  $\gamma = 7750$  кг/м<sup>3</sup>;

$V_3$  – объем заготовки, мм<sup>3</sup>.

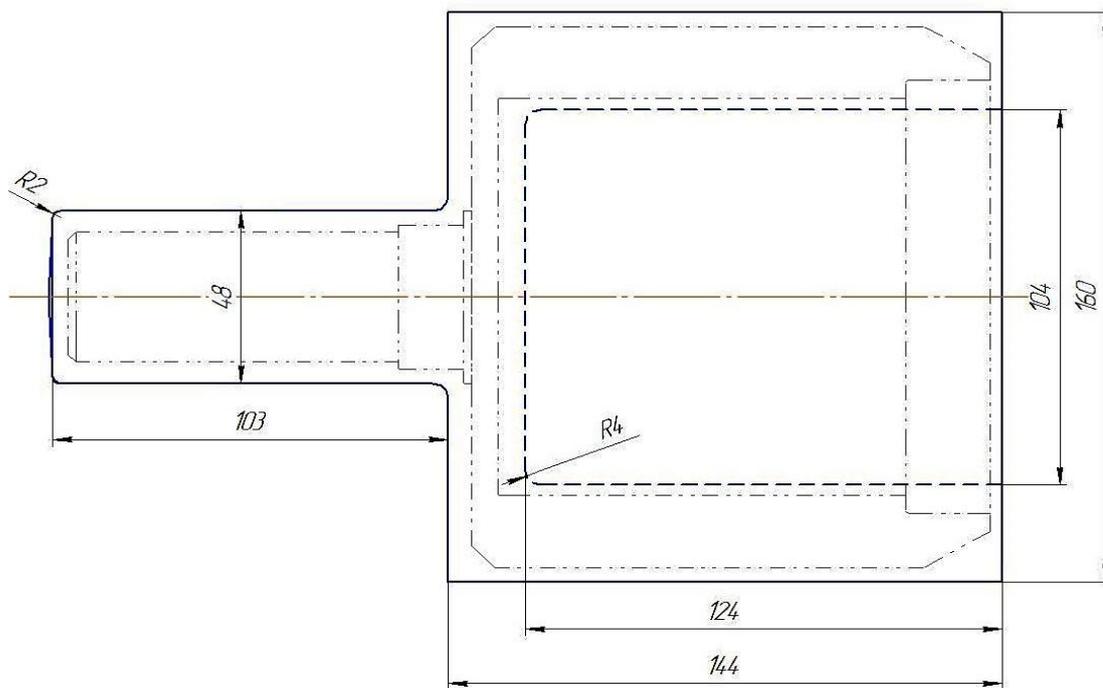


Рисунок 2.2.1 – Эскиз заготовки полученной методом литья в оболочковую форму.

Объем заготовки определим, разбив ее на простые геометрические фигуры:

$$V_{\text{лв}} = \frac{\pi}{4} \cdot (160^2 \cdot 144 + 48^2 \cdot 103 - 104^2 \cdot 124) = 20,28 \cdot 10^5 \text{ мм}^3.$$

Подставим полученные данные в формулу (2.2.2) и вычислим:

$$m_{\text{заг}} = 20,28 \cdot 10^5 \cdot 7750 \cdot 10^{-9} = 15,72 \text{ кг.}$$

### 2.3 Расчет технологической себестоимости изготовления детали

Исходные данные на деталь стакан:

Материал: сталь коррозионно-стойкая 14X17H2

Масса детали: 5,92 кг

Шероховатость поверхностей в основном 0,08...6,3 мкм

Точность размеров в основном 8-14 квалитеты

Годовая программа выпуска деталей: 1000 штук

Таблица 2.3.1 – Сравнительные данные

Наименование показателя	Ковка на молотах	Прокат горячекатаный	Литье в оболочковую форму
Вид заготовки	поковка	прокат	отливка
Масса заготовки, кг	23,51	40,25	15,72
Коэффициент использования материала ( $m_d/M_{заг}$ )	0,252	0,147	0,377
Стоимость 1т. заготовок, $S_1$ , руб.	60000	30000	60000
Стоимость 1т. отходов, руб.	3000	3000	3000

1) Масса поковки, полученной ковкой:  $Q_1 = 23,51$  кг

Стоимость поковки определим по формуле [4], [6]:

$$S_{заг} = \left( \frac{S_1}{1000} Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (2.3.1)$$

где  $k_T = 1,0$  – коэффициент класса точности;

$k_C = 0,87$  – коэффициент группы сложности;

$k_B = 0,73$  – коэффициент массы;

$k_M = 1,1$  – коэффициент марки материала;

$k_{II} = 1,0$  – коэффициент выпуска заготовки;

$S_1 = 60000$ руб.;  $q = 5,92$  кг;  $S_{омх} = 3000$ руб.

$$S_{заг1} = \left( \frac{60000}{1000} \cdot 23,51 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,73 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \right) - (23,51 - 5,92) \cdot \frac{3000}{1000} = 932,69 \text{руб.}$$

2) Масса проката, полученного горячекатаным прокатом:  $Q_2 = 40,25$  кг

Стоимость заготовки из проката:

$$S_{заг} = S_M + \sum C_{o.z.}, \quad (2.3.2)$$

где  $S_M$  – затраты на материал заготовки;

$\sum C_{o.z.}$  – заготовительная себестоимость операций.

$$S_M = \frac{QS}{1000} - \frac{(Q - q) \cdot S_{омх}}{1000}, \quad (2.3.3)$$

$$\sum C_{o.z.} = 20\% \cdot S_M, \quad (2.3.4)$$

где  $S$  – стоимость 1 т. материала заготовки,  $S_2 = 30000$  руб.;

$$Q_2 = 40,25 \text{ кг}; q = 5,92 \text{ кг}; S_{\text{омх}} = 3000 \text{ руб.}$$

$$S_M = \frac{40,25 \cdot 30000}{1000} - \frac{(40,25 - 5,92) \cdot 3000}{1000} = 1270,5 - 102,99 = 1104,51 \text{ руб.}$$

$$\sum C_{\text{о.з.}} = 1104,51 \cdot 0,2 = 220,9 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{заг2}} = 1104,51 + 220,9 = 1325,41 \text{ руб.}$$

3) Масса отливки, полученной литьем в оболочковую форму:  $Q_3 = 15,72$  кг

Рассчитаем стоимость отливки по формуле (2.3.1),

где  $k_T = 1,0$ ;  $k_C = 0,87$ ;  $k_B = 0,85$ ;  $k_M = 1,1$ ;  $k_{II} = 1,0$ ;

$$S_1 = 60000 \text{ руб.}; q = 5,92 \text{ кг}; S_{\text{омх}} = 3000 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{заг3}} = \left( \frac{60000}{1000} \cdot 15,72 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \right) - \frac{(15,72 - 5,92) \cdot 3000}{1000} = 737,85 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект будем сравнивать между заготовками, на которые приведены минимальные затраты:

$$\mathcal{E}_9 = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг3}}) \cdot N = (932,69 - 737,85) \cdot 1000 = 194840 \text{ руб.}$$

#### 2.4 Назначение маршрутов обработки поверхностей

К основным критериям выбора наиболее подходящего варианта обработки поверхностей относятся его производительность и экономичность.

Разработаем маршрут обработки поверхностей и занесем данные в таблицу 2.4.1.

Таблица 2.4.1 – Маршрут обработки поверхностей

№ обрабатываемой поверхности	Квалитет	Ra, мкм	Вид обработки
1;4;5;7;8;10;11;14;15;16	14	6,3	Оп, Оч
2	14	1,6	Оп, От
3	14	6,3	РТ, От
6	14	6,3	Оп, От
9;12;13	8	0,8	Оп, От

Продолжение таблицы 2.4.1

№ обрабатываемой поверхности	Квалитет	Ra, мкм	Вид обработки
17;18	9	6,3	Ф
19	14	6,3	З
20	14	6,3	С
21	14	10	Ф

Примечание: Оп – обтачивание предварительное; Оч – обтачивание чистовое; От – обтачивание тонкое; РТ – растачивание; Ф – фрезерование; З – зенкерование.

### 2.5 Разработка технологического маршрута и схем базирования

При разработке технологического маршрута воспользуемся рекомендациями справочной литературы [7].

Учитывая эти рекомендации, предлагаем следующий технологический процесс обработки детали стакан, таблица 2.5.1:

Таблица 2.5.1 – Технологический маршрут операций

№ операции и наименование	Наименование оборудования	№ и наименование позиции	№ обрабатываемых поверхностей	Квалитет	Ra, мкм
000 Заготовительная	Литейная машина	-	-	-	40
005 Токарная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. Подрезать торец в р-р 243	1;7	14	6,3
		2. Точить Ø154	8;4	14	6,3
010 Токарно-фрезерная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. Подрезать торец в р-р 242	6	14	6,3
		2. Точить Ø40,6 на L = 103	12	8	0,8
		3. Точить Ø36,6 на L = 86	13	8	0,8

Продолжение таблицы 2.5.1

№ операции и наименование	Наименование оборудования	№ и наименование позиции	№ обрабатываемых поверхностей	Квалитет	Ra, мкм
010 Токарно-фрезерная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	4. Точить Ø48 на L = 105	5;11	14	6,3
		5. Точить фаску 6x45°	15	14	6,3
		6. Точить Ø40 на L = 103	6	14	6,3
		7. Точить Ø36 на L = 86	13	8	0,8
		8. Точить фаску 2x45°	16	14	6,3
		9. Зенковать фаску 1x45°	19	14	6,3
		10. Сверлить отв. Ø4,95+0,26 на L = 21±1 под резьбу M6	20	14	6,3
		11. Нарезать резьбу M6 на L = 16±1	20	14	6,3
		12. Фрезеровать паз b = 10, выдерживая размер 70 и 5	17;18	9	6,3
015 Токарно-фрезерная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. Подрезать торец в размер 240	1;7	14	6,3
		2. Точить Ø150	8;4	14	6,3
		3. Точить фаску на Ø130	14	14	6,3
		4. Расточить Ø110 на L = 128	3;10	14	6,3
		5. Подрезать торец Ø110 на L = 128	10	14	6,3
		6. Расточить Ø120 на L = 22 предварительно	2	14	1,6
			9	8	0,8
		7. Расточить Ø120 на L = 22 окончательно	2	14	1,6
			9	8	0,8
8. Фрезеровать отв. Ø50 по винтовой интерполяции	21	14	10		
9. Фрезеровать винтовой паз по контуру	21	14	10		
020 Моечная	Моечная машина	1. Промыть	Все поверхности	-	-
		2. Просушить			

Продолжение таблицы 2.5.1

№ операции и наименование	Наименование оборудования	№ и наименование позиции	№ обрабатываемых поверхностей	Квалитет	Ra, мкм
025 Маркировочная	Гравировально-фрезерный станок	1. Маркировать Ч шрифтом 5-Пр 3 ГОСТ 26.008-85	4	-	-
030 Контрольная	Контрольный стол	-	Все поверхности	-	-

Технологические базы прием по методике, описанной в справочной литературе [7].

Назначение технологических баз начинаем с выбора технологической базы для первой операции. Она послужит базой для последующих операций.

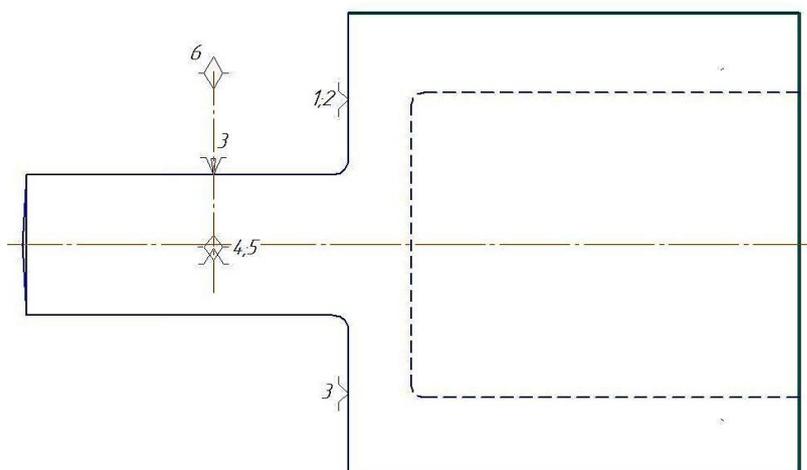


Рисунок 2.5.1 – Схема базирования детали стакан на операции 005

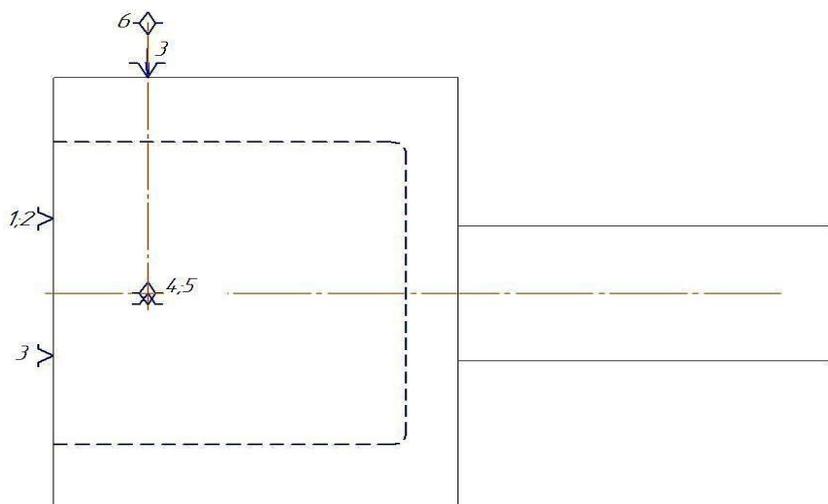


Рисунок 2.5.2 – Схема базирования детали стакан на операции 010

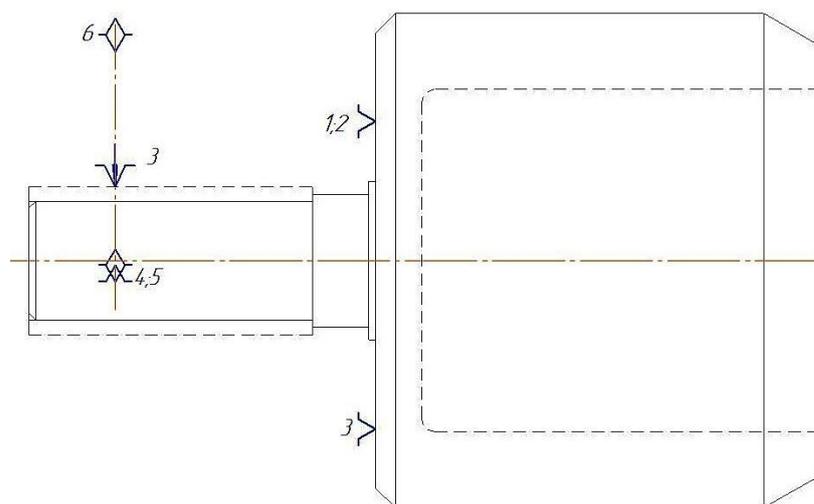


Рисунок 2.5.3 – Схема базирования детали стакан на операции 015

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

### 2.6.1 Определение оборудования по операциям

Наименование и модель станка: Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB представлен на рисунке 2.6.1.1.

В высокопроизводительных прецизионных станках реализованы все последние разработки компании MORI SEIKI, включая технологии BMT™, DCG®. Станки имеют высокую жесткость, что достигается за счет увеличенной площади направляющих, что позволяет снимать большой припуск и при этом получать окончательный размер за один проход.

Таблица 2.6.1.1 – Технические характеристики токарно-фрезерного обрабатывающего центра NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ОБРАБОТКИ	NL3000Y/2000
Максимальный диаметр над станиной, мм	995
Максимальный диаметр наружного точения, мм	430
Максимальная длина точения, мм	2123
ШПИНДЕЛЬ	
Тип конца шпинделя	A2-8

Продолжение таблицы 2.6.1.1

Диаметр отверстия в шпинделе, мм	105
Максимальная скорость вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	3000
Мощность главного привода (постоянная / в течение 30 мин), кВт	18,5/22
<b>ПОДАЧИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ</b>	
Диапазон скоростей рабочих подач X/Z, мм/мин Y, мм/мин C, об/мин	1-30000 1-10000 300
Мощность двигателей сервоприводов по осям X/Y/Z, кВт	3,5/3,5/7
<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>	
Количество позиций револьверной головки/приводных	12/12
Сечение державки резцов, мм	25x25
Максимальный диаметр державки расточного инструмента, мм	50
Время смены инструмента (соседние позиции /180°), с	0,3/0,5
<b>ОБЩИЕ ДАННЫЕ</b>	
Размеры в плане (без приставного оборудования), мм	7080x2587
Вес нетто, кг	12000
Максимальная потребляемая мощность от сети 380В, кВт	30



Рисунок 2.6.1.1 – Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB

## 2.6.2 Выбор средств механизации и автоматизации элементов процесса

С учетом возможности максимального применения стандартных и унифицированных приспособлений, для всех операций выбираем 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон.

Далее выбираем необходимый режущий инструмент, при этом ориентируясь на применение стандартного инструмента.

Таблица 2.6.2.1 – Выбранный режущий инструмент

№ инструмента	Наименование
№1	Резец PCLNL2525M12 WIDIA
№2	Резец SVJCL2525M15 WIDIA
№3	Фреза MULTIMASTER MM HDF160-090-2T08 ISCAR
№4	Сверло VDS 201A 5.000 WIDIA
№5	Метчик 2621-2485 M6x1
№6	Метчик 2621-2487 M6x1
№7	Фреза 450310004RJ WIDIA-HANITA
№8	Расточный резец A40 VPCLNL12 WIDIA
№9	Расточный резец A40 NSDUCL15 WIDIA
№10	Фреза ERF250A45-6W25IC900 ISCAR
№11	Фреза E45KT D32 – W25 – R06 ISCAR
№12	Расточная оправка

При выполнении в данной работе технологических операций будем использовать следующие контрольно-измерительные средства:

- штангенциркуль ШЦ–II–250–0,1 ГОСТ 166–89, для измерения цилиндрических поверхностей и длины;
- глубиномер ГОСТ 761-67, для измерения глубины отверстия;
- штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-90, для измерения цилиндрических поверхностей;
- микрометр МК-200-0,01 ГОСТ6507-90, для контроля наружной цилиндрической поверхности;
- пробки резьбовые М6х1 7Н ;
- индикатор ГОСТ 9696-75, для контроля детали на биение и измерения диаметральных размеров.

Таблица 2.6.2.2 – Выбор СТО

№ и наименование операции	Наименование, модель оборудования	Наименование станочного приспособления	Наименование и размер инструмента, марка материала, № стандарта или чертежа	Наименование и типоразмер измерительного средства, № стандарта или чертежа
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	Литейная машина	-	-	1. Твердомер 2. УЗК
005 Токарная	Токарный обрабатывающий NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон	1. Резец PCLNL2525M12 WIDIA 2. Пластина CNMG1204085 TN8025 WIDIA	1. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-90
010 Токарно-фрезерная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон 2. Втулка разрезная	1. Резец PCLNL2525M12 WIDIA Пластина CNMG1204085 TN8025 WIDIA	1. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89 2. Глубиномер ГОСТ 761-67 3. Микрометр МК-200-0,01 ГОСТ 6507-90 4. Пробка резьбовая М6х17Н 8221-0030 ПР СТП 9207-2012 5. Пробка резьбовая М6х17Н 8221-0030 НЕ СТП 9208-2012 6. Индикатор ГОСТ 9696-75
			2. Резец SVJCL2525M15 WIDIA Пластина CNMG1201085 TN6010 WIDIA	
			3. Фреза MULTIMASTER MM HDF160-090-2T08 ISCAR	
			4. Фреза 450310004RJ WIDIA-HANITA	
			5. Сверло VDS 201A 5.000 WIDIA	
			6. Метчик 2621-2485 М6х1 СТП 6819-2005	
			7. Метчик 2621-2487 М6х1 СТП 6819-2005	

Продолжение таблицы 2.6.2.2

1	2	3	4	5
015 Токарно-фрезерная	Токарный обрабатывающий центр NL3000/2000 с системой ЧПУ M720MB	1. 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон 2. Втулка разрезная	1. Резец PCLNL2525M12 WIDIA Пластина CNMG1204085 TN8025 WIDIA	1. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89 2. Глубиномер ГОСТ 761-67 3. Микрометр МК-200-0,01 ГОСТ 6507-90 4. Индикатор ГОСТ 9696-75
			2. Сверло TSP600R4SNF40M Пластина XOMT12T508-34	
			3. Расточная оправка	
			4. Расточный резец A40 VPCLNL12 WIDIA Пластина CNMG1201085 TN6010 WIDIA	
			5. Расточный резец A40 NSDUCL15 WIDIA Пластина CNMG1204085 TN8025 WIDIA	
			6. Фреза ERF250A45-6W25IC900 ISCAR	
			7. Фреза E45KT D32-W25-R06 ISCAR	
020 Моечная	Моечная машина	-	-	Визуально
025 Маркировочная	Гравировально-фрезерный станок	-	Шрифт 5 – Пр3 ГОСТ 26.008 – 85	Визуально
030 Приемочный контроль	Контрольный стол	-	-	Все необходимые средства контроля

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет припусков и операционных размеров на механическую обработку детали

Назначение припусков и межоперационных размеров для внутренней цилиндрической поверхности  $\varnothing 120K7^{+0,01}_{-0,025}$ .

Выбираем последовательность обработки поверхностей [5]:

- 1) для того, чтобы получить квалитет K7 выбираем растачивание тонкое, для сокращения переходов и времени на обработку;
- 2) прибавляем к квалитету H7 «3», получаем квалитет 10 и выбираем растачивание чистовое;
- 3) прибавляем к квалитету 10 «3», получаем квалитет 13, который можно получить только растачиванием черновым.

Исходя из выше изложенного, для обработки  $\varnothing 120K7^{+0,01}_{-0,025}$  необходимо растачивание черновое, растачивание чистовое и растачивание тонкое.

Для назначения допусков необходимо вычислить квалитет заготовки. К квалитету 13 поверхности, полученной после растачивания чернового, прибавляем «3» – получаем квалитет 16 заготовки [8, с. 186 табл.27].

Минимальные припуски назначаем из справочника [5, с. 354–364]:

- при черновом растачивании:  $2Z \min \varphi_{\text{раст.черн.}} = 3,3\text{мм}$ ;
- при чистовом растачивании:  $2Z \min \varphi_{\text{раст.чист.}} = 0,3\text{мм}$ ;
- при тонком растачивании:  $2Z \min \varphi_{\text{раст.тонк.}} = 0,19\text{мм}$ .

Допуски назначаем из справочника [9]:

- для заготовки 16 квалитета:  $\delta = 2,2\text{мм}$ ;
- после чернового растачивания получаем поверхность 13 квалитета:  $\delta = 0,54\text{мм}$ ;
- после чистового растачивания получаем поверхность 10 квалитета:  $\delta = 0,14\text{мм}$ ;

– после тонкого растачивания получаем поверхность качества Н7:  
 $\delta=0,035\text{мм}$ .

Расчет максимальных диаметров:

– для окончательной обработки:

$$d_{\max \Phi_{17}} = d_{\min \Phi_{17}} + \delta_{\Phi_{17}} = 120 + 0,01 = 120,01\text{мм};$$

– для последующего перехода:

$$d_{\max \Phi_{10}} = d_{\max \Phi_{17}} - 2z_{\min \Phi_{10}} = 120,01 - 0,19 = 119,82\text{мм};$$

$$d_{\max \Phi_{13}} = d_{\max \Phi_{10}} - 2z_{\min \Phi_{10}} = 119,82 - 0,3 = 119,52\text{мм};$$

$$d_{\max \Phi_{20}} = d_{\max \Phi_{13}} - 2z_{\min \Phi_{13}} = 119,52 - 3,3 = 116,22\text{мм}.$$

Расчет минимальных диаметров:

– для заготовки:

$$d_{\min \Phi_{20}} = d_{\max \Phi_{20}} - \delta_{\Phi_{20}} = 116,22 - 2,2 = 114,02\text{мм};$$

– для черного растачивания:

$$d_{\min \Phi_{13}} = d_{\max \Phi_{13}} - \delta_{\Phi_{13}} = 119,52 - 0,54 = 118,98\text{мм};$$

– для чистового растачивания:

$$d_{\min \Phi_{10}} = d_{\max \Phi_{10}} - \delta_{\Phi_{10}} = 119,82 - 0,14 = 119,68\text{мм}.$$

Расчет максимальных припусков:

– для черного растачивания:

$$2z_{\max \Phi_{13}} = d_{\max \Phi_{13}} - d_{\min \Phi_{20}} = 119,52 - 114,02 = 5,5\text{мм};$$

– для чистового растачивания:

$$2z_{\max \Phi_{10}} = d_{\max \Phi_{10}} - d_{\min \Phi_{13}} = 119,82 - 118,98 = 0,84\text{мм};$$

– для тонкого растачивания:

$$2z_{\max \Phi_{17}} = d_{\max \Phi_{17}} - d_{\min \Phi_{10}} = 120,01 - 119,68 = 0,33\text{мм}.$$

Назначение операционных размеров.

Выбираем целое число между  $d_{\min}$  и  $d_{\max}$  и находим верхнее и нижнее отклонения.

– для заготовки:

min отклонение:  $114,02 - 115,0 = \text{«минус» } 0,98\text{мм};$

max отклонение:  $116,22 - 115,0 = +1,22\text{мм}$ ;

размер на операцию:  $\varnothing 115^{+1,22}_{-0,98}$

– для чернового растачивания:

min отклонение:  $118,98 - 119,0 = \text{«минус» } 0,02\text{мм}$ ;

max отклонение:  $119,52 - 119,0 = +0,52\text{мм}$ ;

размер на операцию:  $\varnothing 119^{+0,52}_{-0,02}$

– для чистового растачивания:

min отклонение:  $119,68 - 120,0 = \text{«минус» } 0,32\text{мм}$ ;

max отклонение:  $119,82 - 120,0 = \text{«минус» } 0,18\text{мм}$ ;

размер на операцию:  $\varnothing 120^{-0,18}_{-0,32}$

– для тонкого растачивания:

min отклонение:  $119,975 - 120,0 = \text{«минус» } 0,025$ ;

max отклонение:  $120,01 - 120,0 = +0,01\text{мм}$ ;

размер на операцию:  $\varnothing 120^{+0,01}_{-0,025}$

Таблица 2.7.1.1 – Припуски для внутренних цилиндрических поверхностей

$\varnothing 110\text{H9}^{+0,074}$

Наименование перехода	$2z_{\min}$ , мм	$2z_{\max}$ , мм	$\delta$ , мм	$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	Операционный размер, мм
Растачивание (9)	100	100,087	0,087	100	100,087	$\varnothing 100^{+0,087}$

Таблица 2.7.1.2 – Припуски для отверстия под резьбу М6

Наименование перехода	$2z_{\min}$ , мм	$2z_{\max}$ , мм	$\delta$ , мм	$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	Операционный размер, мм
Сверление (9)	4,95	5,25	0,03	4,95	5,25	$\varnothing 4,95^{+0,03}$

Таблица 2.7.1.3 – Припуски для внешних цилиндрических поверхностей

$\varnothing 40\text{js8}(\pm 0,019)$

Наименование перехода	$2z_{\min}$ , мм	$2z_{\max}$ , мм	$\delta$ , мм	$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	Операционный размер, мм
Заготовка (14)	-	-	0,62	42,081	42,701	$\varnothing 42^{+0,081}_{+0,701}$

Продолжение таблица 2.7.1.3

Наименование перехода	$2z_{\min}$ , мм	$2z_{\max}$ , мм	$\delta$ , мм	$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	Операционный размер, мм
Обтачивание предварительное (12)	1,7	39,594	0,25	40,381	40,631	$\varnothing 40^{+0,381}_{+0,631}$
Обтачивание черновое (h10)	0,25	0,84	0,1	40,131	40,231	$\varnothing 40^{+0,131}_{+0,231}$
Обтачивание чистовое (js8)	0,15	0,3	0,038	39,981	40,019	$\varnothing 40^{(\pm 0,019)}$

Расчет припусков на механическую обработку и межоперационных размеров на одну точную поверхность детали  $36r6^{+0,042}_{+0,026}$ .

Для обработки цилиндрической поверхности  $\varnothing 36r6$  необходимо обтачивание черновое, обтачивание чистовое и тонкое точение.

Произведем расчет по методике, приведенной в справочной литературе [4, с. 62]:

Для заготовки:

$$Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} = 200 + 300 = 500 \text{ мкм};$$

$$\rho = \Delta k \cdot L_{\text{max}} = 0,3 \cdot 240 = 72 \text{ мкм};$$

$\varepsilon_i$  – принимаем равной 0.

Для обтачивания черногого:

$$Rz_{\text{обтач.черн.}} + h_{\text{обтач.черн.}} = 50 + 50 = 100 \text{ мкм};$$

$$\rho = 0,06 \cdot 72 = 4,32 \text{ мкм};$$

$\varepsilon_i$  – принимаем равной 0.

Для точения чистового:

$$Rz_{\text{обтач.чист.}} + h_{\text{обтач.чист.}} = 30 + 30 = 60 \text{ мкм};$$

$$\rho = 0,05 \cdot 72 = 3,6 \text{ мкм};$$

$\varepsilon_i$  – принимаем равной 0.

Для точения тонкого:

$$Rz_{\text{точ.тонк.}} + h_{\text{точ.тонк.}} = 5 + 15 = 20 \text{ мкм};$$

$\rho$  и  $\varepsilon_i$  – принимаем равными 0.

Рассчитаем припуски:

– обтачивание черновое:

$$2Z_{\text{обтач.черн.}} = 2 \left( Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon_{\text{обтач.черн.}}^2} \right) = 2(600 + 72) = 2(672) \text{ мкм}$$

– обтачивание чистовое:

$$2Z_{\text{обтач.чист.}} = 2 \left( Rz_{\text{обтач.черн.}} + h_{\text{обтач.черн.}} + \sqrt{\rho_{\text{обтач.черн.}}^2 + \varepsilon_{\text{обтач.чист.}}^2} \right) = 2(00 + 4,3) = 2(04,3) \text{ мкм}$$

– тонкое точение:

$$2Z_{\text{точ.тонк.}} = 2 \left( Rz_{\text{обтач.чист.}} + h_{\text{обтач.чист.}} + \sqrt{\rho_{\text{обтач.чист.}}^2 + \varepsilon_{\text{шлиф}}^2} \right) = 2(0) \text{ мкм}$$

Находим допуски [8, стр.27–28, табл.2.6]:

- для заготовки 16 квалитета:  $\delta = 1000 \text{ мкм}$ ;
- после чернового точения получаем поверхность 12 квалитета:  $\delta = 250 \text{ мкм}$ ;
- после чистового точения получаем поверхность 9 квалитета:  $\delta = 62 \text{ мкм}$ ;
- после тонкого точения получаем поверхность квалитета 6:  $\delta = 16 \text{ мкм}$ .

Найдем расчетный диаметр:

– на окончательную обработку:

$$d_{p(6)} = d_{\text{max}(6)} - \delta_{(6)} = 36,042 - 0,016 = 36,026 \text{ мм}$$

– для последующего перехода найдем по формуле:

$$d_p = d_{p(i-1)} + 2Z_{\text{min}(i)} / 1000, \quad (2.7.1.1)$$

$$d_{p(1)} = 36,026 + 2(0) / 1000 = 36,026 \text{ мм};$$

$$d_{p(2)} = 36,026 + 2(04,3) / 1000 = 36,066 \text{ мм};$$

$$d_{p(3)} = 36,066 + 2(672) / 1000 = 36,418 \text{ мм}.$$

Для валов расчетный диаметр  $d_p$  равняется минимальному диаметру  $d_{\text{min}}$ .

Найдем максимальный диаметр  $d_{\text{max}}$  по формуле:

$$d_{\text{max}} = d_{\text{min}} + \delta, \quad (2.7.1.2)$$

$$d_{\text{max}(1)} = 36,026 + 0,063 = 36,089 \text{ мм};$$

$$d_{\text{max}(2)} = 36,066 + 0,25 = 36,316 \text{ мм};$$

$$d_{\max(\text{заг})} = 37,418 + 1,0 = 38,418 \text{ мм}.$$

Определим предельные значения припусков:

1) предельное значение  $2z_{\min}^{np}$  выполняемого перехода:

$$2Z_{\min}^{pp}(\text{p6}) = d_{\min(9)} - d_{\max(\text{p6})} = 36,066 - 36,042 = 0,024 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^{pp}(9) = d_{\min(12)} - d_{\max(9)} = 36,274 - 36,129 = 0,145 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^{pp}(12) = d_{\min(\text{заг})} - d_{\max(12)} = 37,418 - 36,524 = 0,894 \text{ мм}.$$

2) предельное значение  $2z_{\max}^{np}$  выполняемого перехода:

$$2Z_{\max}^{pp}(\text{p6}) = d_{\max(9)} - d_{\min(\text{p6})} = 36,129 - 36,026 = 0,103 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max}^{pp}(9) = d_{\max(12)} - d_{\min(9)} = 36,524 - 36,066 = 0,458 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max}^{pp}(12) = d_{\max(\text{заг})} - d_{\min(12)} = 38,418 - 36,274 = 2,144 \text{ мм}.$$

Значение  $2z_{\min}^{np}$  и  $2z_{\max}^{np}$  суммируем и запишем в графе «Итого»:

$$\Sigma(2Z_{\min}^{pp}) = 2Z_{\min}^{pp}(12) + 2Z_{\min}^{pp}(9) + 2Z_{\min}^{pp}(\text{p6}) = 1063 \text{ мкм};$$

$$\Sigma(2Z_{\max}^{pp}) = 2Z_{\max}^{pp}(12) + 2Z_{\max}^{pp}(9) + 2Z_{\max}^{pp}(\text{p6}) = 2705 \text{ мкм}.$$

Таблица 2.7.1.4 – Припуски для поверхности  $L=240 \pm 0,23$

Наименование перехода	$2 \cdot z_{\min}$ , мм	$2 \cdot z_{\max}$ , мм	$\delta$ , мм	$L_{\min}$ , мм	$L_{\max}$ , мм	Операционный размер, мм
Заготовка (16)	-	-	2,9	246,77	249,67	$248^{+1,67}_{-1,23}$
Черновое подрезание 2-х торцов (14)	2·2	5,75	1,15	242,77	243,92	$243^{+0,92}_{-0,23}$
Чистовое подрезание 2-х торцов (12)	2·1,5	3,69	0,46	239,77	240,23	$240 \pm 0,23$

### 2.7.2 Расчет режимов резания

Для инструмента WIDIA, WALTER, ISCAR: назначаем режимы резания, рекомендуемые производителем, по каталогу [10].

Основные формулы для расчетов [9, с. 358]:

Расчет числа оборотов шпинделя соответствующих рекомендуемым скоростям, об/мин:

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (2.7.2.1)$$

где  $V$  – скорость резания, м/мин.;

$d$  – обрабатываемый диаметр, мм.

основное время на переход:

$$t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a, \quad (2.7.2.2)$$

где  $l_p$  – длина рабочего хода, мм.;

$S$  – подача, мм/об.;

$a$  – количество проходов.

### 005 Токарная

Переход 1. Подрезать торец в р-р 243 (240)

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$t = 2,0$ мм

$S = 0,2$ мм/об [10, A100]

$V = 140$  м/мин [10, A100]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 297$ об/мин.

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{85}{0,2 \cdot 297} = 1,43$ мин.

Переход 2. Точить  $\varnothing 154(\varnothing 150)$  с шероховатостью Ra5

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$t = 2,0$ мм

$S = 0,2$ мм/об [10, A100]

$V = 140$  м/мин [10, A100]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 297$ об/мин.

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{145}{0,2 \cdot 297} = 2,44$ мин.

$$\sum t_o^{005} = 1,43 + 2,44 + 0,15 = 4,02 \text{ мин.}$$

### 010 Токарно-фрезерная

Переход 1. Подрезать торец в р-р 40,6 (36,6)

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

$$S = 0,14 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 120 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 254 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{40}{0,14 \cdot 254} = 1,12 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить Ø40,6 (Ø40js8) на L=103 с подрезкой торца

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$$t = 3,7 \text{ мм}$$

$$S = 0,2 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 95 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 630 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{115}{0,2 \cdot 630} = 0,91 \text{ мин.}$$

Переход 3. Точить Ø36,6 (Ø36r6) на L=86 с подрезкой торца

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$$t = 2,0 \text{ мм}$$

$$S = 0,2 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 95 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 826 \text{ об/мин.}$$

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{91}{0,2 \cdot 826} = 0,55 \text{ мин.}$

Переход 4. Точить Ø48,0, выдерживая размер 105

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$$t = 2,0 \text{ мм}$$

$$S = 0,2 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 95 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 630 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{65}{0,2 \cdot 630} = 0,52 \text{ мин.}$$

Переход 5. Точить фаску 6x45° на Ø150 по чертежу

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$$t = 6,0 \text{ мм}$$

$$S = 0,2 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 100 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 212 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{25}{0,2 \cdot 212} = 0,59 \text{ мин.}$$

Переход 6. Точить Ø40js8 на L=103

Инструмент: Резец SVJCL2525M15 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN6010 WIDIA

$$t = 0,3 \text{ мм}$$

$$S = 0,04 \text{ мм/об [10, A100]}$$

$$V = 130 \text{ м/мин [10, A100]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 1035 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{115}{0,04 \cdot 1035} = 2,78 \text{ мин.}$$

Переход 7. Окончательно точить Ø36р6 на L=86 согласно, чертежа.

Инструмент: Резец SVJCL2525M15 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN6010 WIDIA

$t = 0,3$  мм

$S = 0,04$  мм/об [10, A100]

$V = 130$  м/мин [10, A100]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 1150 \text{ об/мин.}$

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{91}{0,04 \cdot 1150} = 1,98 \text{ мин.}$

Переход 8. Точить фаску 2x45° с учетом припуска

Инструмент: Резец PCLNL2525M12 WIDIA

Пластина: CNMG1204085 TN8025 WIDIA

$t = 2,0$  мм

$S = 0,2$  мм/об [10, A100]

$V = 95$  м/мин [10, A100]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 826 \text{ об/мин.}$

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{10}{0,2 \cdot 826} = 0,06 \text{ мин.}$

Переход 9. Зенковать фаску 1x45° согласно, чертежа

Инструмент: Фреза MULTIMASTER MM HDF160 090 2T08

$t = 1,0$  мм

$S = 0,52$  мм/зуб [10, B21]

$V = 120$  м/мин [10, B21]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 2388 \text{ об/мин.}$

Основное время на переход:  $t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{16}{0,52 \cdot 2 \cdot 2388} = 0,01 \text{ мин.}$

Переход 10. Сверлить отверстие Ø4,95+0,26 под резьбу М6 7Н на L=21±1 (сеч. В-В).

Инструмент: Сверло VDS 201A 5.000 WIDIA

$$t = 2,475 \text{ мм}$$

$$S = 0,06 \text{ мм/об [10, A154]}$$

$$V = 40 \text{ м/мин [10, A154]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 2573 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{21}{0,06 \cdot 2573} = 0,137 \text{ мин.}$$

Переход 11. Нарезать резьбу М6 7Н на L=16±1 (сеч. В-В)

Инструмент: Метчик 2621-2485 М6х1

Метчик 2621-2487 М6х1

$$t = 1,0 \text{ мм}$$

$$S = 1,0 \text{ мм/об [10, A154]}$$

$$V = 5,4 \text{ м/мин [10, A154]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 286 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{17}{1,0 \cdot 286} \cdot 2 = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 12. Фрезеровать шпоночный паз b=10P9, выдерживая размер 70 и 5

Инструмент: Фреза 450310004RJ WIDIA HANITA чистовая

$$t = 10 \text{ мм}$$

$$S = 0,036 \text{ мм/зуб [10, A154]}$$

$$V = 50 \text{ м/мин [10, A154]}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000V}{\pi d} = 1592 \text{ об/мин.}$$

$$\text{Основное время на переход: } t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{120}{0,036 \cdot 2 \cdot 1592} = 1,05 \text{ мин.}$$

$$\sum t_o^{010} = 1,12 + 0,91 + 0,55 + 0,52 + 0,59 + 2,78 + 1,98 + 0,06 + 0,01 + 0,14 + 0,12 + 1,05 = 9,83 \text{ мин.}$$

Таким же образом произведем расчеты для операции 015 и сведем полученные данные в таблицу 2.7.3.1.

### 2.7.3 Нормирование технологического процесса

Для нормирования технологического процесса воспользуемся формулами, приведенными в справочной литературе [9, с. 874 – 877] и произведем расчеты.

Основное время на механическую обработку получаем путем сложения основного времени каждого перехода.

#### 005 Токарная

$$t_o^{005} = \sum^{005} t_o = 4,02 \text{ мин}$$

Для данной операции принимаем следующие составляющие вспомогательного времени:  $t_{в.у} = 0,23$  мин.;  $t_{в.з} = 0,07$  мин.;  $t_{в.изм} = 0,38$  мин.

$$T_{мв} = T_{мв.и} + T_{мв.х} = 0,05 + 0,35 = 0,4 \text{ мин.}$$

$$T_{в} = t_{в.у} + t_{в.з} + t_{в.изм} = 0,23 + 0,07 + 0,38 = 0,68 \text{ мин.}$$

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} = 4,02 + 0,4 = 4,46 \text{ мин.}$$

$$t_{тех} + t_{орг} = 0,025 \cdot 4,46 = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_{шт}^{005} = 4,46 + 0,68 \cdot 1 \cdot 1 + \frac{0,11}{100} = 5,146 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 5 + 9 + 0,4 = 14,4 \text{ мин.}$$

$$n = \frac{N \cdot a}{300} = \frac{1000 \cdot 26}{300} = 87 \text{ шт./в месяц.}$$

$$H_{вр}^{005} = T_{шт}^{005} + \frac{T_{пз}}{n} = 5,146 + 14,4/87 = 5,31 \text{ мин.}$$

#### 010 Токарно-фрезерная

$$t_o^{010} = \sum^{010} t_o = 9,83 \text{ мин}$$

Для данной операции принимаем следующие составляющие вспомогательного времени:  $t_{в.у} = 0,38$  мин.;  $t_{в.з} = 0,172$  мин.;  $t_{в.изм} = 1,24$  мин.

$$T_{мв} = T_{мв.и} + T_{мв.х} = 0,05 + 0,35 = 0,4 \text{ мин.}$$

$$T_{в} = t_{в.у} + t_{в.з} + t_{в.изм} = 0,38 + 0,172 + 1,24 = 0,792 \text{ мин.}$$

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} = 9,83 + 0,4 = 10,23 \text{ мин.}$$

$$t_{тех} + t_{орг} = 0,025 \cdot 10,23 = 0,256 \text{ мин.}$$

$$T_{шт}^{010} = 10,23 + 0,792 \cdot 1 \cdot 1 + \frac{0,256}{100} = 11,05 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 5+9+0,4 = 14,4 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{вр}}^{010} = T_{\text{шт}}^{010} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 11,05+14,4/87 = 11,22 \text{ мин.}$$

*015 Токарно-фрезерная*

$$t_o^{015} = \sum^{015} t_o = 117,23 \text{ мин.}$$

Для данной операции принимаем следующие составляющие вспомогательного времени:  $t_{\text{в.у}} = 0,85$  мин.;  $t_{\text{в.з}} = 3,797$  мин.;  $t_{\text{в.изм}} = 1,06$  мин.

$$T_{\text{мв}} = T_{\text{мв.и}} + T_{\text{мв.х}} = 0,05 + 0,35 = 0,4 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{в}} = t_{\text{в.у}} + t_{\text{в.з}} + t_{\text{в.изм}} = 0,85+3,797+1,06 = 5,707 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ца}} = T_o + T_{\text{мв}} = 117,23+0,4 = 117,63 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,025 \cdot 117,63 = 2,94 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}}^{015} = 117,63 + 5,707 \cdot 1 \cdot 1 + \frac{2,94}{100} = 126,96 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 5+9+0,4 = 14,4 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{вр}}^{015} = T_{\text{шт}}^{015} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 126,96+14,4/87 = 127,13 \text{ мин.}$$

Таблица 2.7.3.1 – Сводная таблица режимов резания и норм времени на деталь стакан

№ опер.	№ перехода	t, мм	S <sub>o</sub> , мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T <sub>o</sub> , мин	T <sub>шт</sub> , мин	H <sub>вр</sub> , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	1	2	0,2	140	297	1,43	5,146	5,31
	2	2	0,2	140	297	2,44		
010	1	1,5	0,14	120	254	1,12	11,05	11,22
	2	3,7	0,2	95	630	0,91		
	3	2,0	0,2	95	826	0,55		
	4	2,0	0,2	95	630	0,52		
	5	6	0,2	100	212	0,59		
	6	0,3	0,04	130	1035	2,78		
	7	0,3	0,04	130	1150	1,98		
	8	2,0	0,2	95	826	0,06		

Продолжение таблицы 2.7.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	9	1	0,52	120	2388	0,01		
	10	2,475	0,06	40	2573	0,137		
	11	1,0	1,0	5,4	286	0,12		
	12	10	0,036	50	1592	1,05		
015	1	1,5	0,2	140	297	1,52	126,96	127,13
	2	2,0	0,2	140	297	2,53		
	3	1,5	0,2	140	297	0,51		
	4	6,25	0,15	60	173	26,01		
	5	2	0,2	80	212	3,18		
	6	4,7	0,2	80	212	0,71		
	7	0,3	0,08	200	530	0,71		
	8	12,5	0,06	60	597	46,06		
	9	1,0	0,04	60	764	36,0		
Итого:						131,08	143,156	143,66

$$T_o = 131,08 \text{ мин.} = 2 \text{ ч.} 11 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 143,156 \text{ мин.} = 2 \text{ ч.} 23 \text{ мин.}$$

$$H_{вр} = 143,66 \text{ мин.} = 2 \text{ ч.} 24 \text{ мин.}$$

## 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

#### 3.1.1 Сбор исходных данных

Тип и материал заготовки: отливка, коррозионно-стойкая сталь 14X17H2  
HRC 22-31.

Обработка: черновая.

Материал и геометрия режущей части инструмента: Резец PCLNL2525M12 с  
механическим креплением 4-гранной ромбической пластины;  $\varphi = 95^\circ$ ,  $\gamma = -6^\circ$ ,  
 $\lambda = 5^\circ$ .

Режимы резания: скорость  $V = 140$  м/мин.; глубина  $t = 2,0$  мм; подача  $S=0,2$   
мм/об.

#### 3.1.2 Расчет сил резания

Для расчета сил резания воспользуемся методикой изложенной в  
справочной литературе [7], [11], получим:

$$C_p = 204; P_{zx} = 1,0; P_{zy} = 0,75; n = 0.$$

$$K_{mp} = \left( \frac{539}{750} \right)^{0,75} = 0,78$$

$$K_{pz} = 0,78 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,05$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 140^0 \cdot 1,05 = 1282 \text{ Н}$$

#### 3.1.3 Расчет усилия зажима

Для расчета усилия зажима воспользуемся методикой изложенной в  
справочной литературе [7], [11], получим:

$$W = (2 \cdot 1,8 \cdot 1282 \cdot 48) / 0,3 \cdot 160 = 4615 \text{ Н.}$$

$$W_1 = W / (1 - (3l_k / H_k) \cdot f_1) = 4615 / (1 - (3 \cdot 62 / 80) \cdot 0,1) = 6013 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет зажимного механизма

Для расчета зажимного механизма воспользуемся методикой изложенной в справочной литературе [7], [11], получим:

$D_{\text{п}} = 35 + (2 \cdot 80) = 195 \text{ мм}$  – так как  $D_{\text{п}} < 200 \text{ мм}$ , выбираем клиновой зажимной механизм.

принимаем  $\varphi = \varphi_1 = 6^\circ$ .

$$I_{\text{с.кл.}} = 1 / (\text{tg}(30^\circ + 6^\circ) + \text{tg}6^\circ) = 1,21.$$

$$Q = 6013 / 1,21 = 4970 \text{ Н.}$$

### 3.1.5 Расчет силового привода

Для расчета силового привода воспользуемся методикой изложенной в справочной литературе [7], [11], получим:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{4970}{0,4}} = 126 \text{ мм, т. к. диаметр поршня получился больше 120 мм,}$$

принимаем гидравлический привод.

$$\text{При } P_r = 1 \text{ МПа} - D = 1,13 \sqrt{\frac{4970}{1}} = 80 \text{ мм, принимаем } D = 115 \text{ мм.}$$

$$S_w = 5 \text{ мм}; i_n = \frac{1}{1,21} = 0,8.$$

Значение  $S_Q$  – принимаем с запасом 15 мм.

$$S_Q = \frac{5}{0,8} = 6,3 + 15 = 21,3 \text{ мм.}$$

### 3.1.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Для расчета погрешности установки воспользуемся методикой изложенной в справочной литературе [7], [11], получим:

$$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 \cdot 0,018^2 \cdot 0,025^2 \cdot 0,018^2 \cdot 0,012^2} = 0,023 \text{ мм.}$$

$E_y^{don} = 0,075$ , т.к.  $0,023 < 0,075$ , то условие погрешности установки соблюдены.

### 3.1.7 Описание работы станочного приспособления

Закрепление заготовки осуществляется с помощью гидравлического привода, размещенного на заднем конце полого шпинделя и связанного штоком с патроном. При осевом движении клина три основных кулачка и связанные с ними кулачки перемещаются в радиальном направлении и зажимают заготовку.

Гидропривод состоит из насоса, рабочего цилиндра, регуляторов скорости и давления, распределительных устройств, трубопроводов, бака и других элементов.

Принцип работы патрона: заготовка устанавливается на плавающий центр и поджимается жестким задним вращающимся центром до упора с торцевыми кулачками 1. Под действием гидравлического усилия поршень 18 вместе со штоком 7 в виде клина 3 перемещается вправо и выдвигает постоянные кулачки 2 из корпуса патрона 8. Далее кулачки зажимают заготовку по наружной цилиндрической поверхности. После зажатия заготовки, шпиндель станка получает вращение от двигателя. Патрон вместе с закрепленной в нем заготовкой начинает вращаться. После окончания обработки, когда шпиндель отключен от главного движения, отжимается задний центр и заготовка снимается [7], [11].

## 3.2 Проектирование специального режущего инструмента

### 3.2.1 Назначение, устройство и работа режущего инструмента

Данный режущий инструмент необходим на операции 015 для растачивания отверстия. Использование данного инструмента обусловлено его простотой изготовления и дешевизной.

В типовом технологическом процессе для обработки этих поверхностей используются несколько сверл и расточных головок, что требует дополнительных средств как материальных, так и трудовых. Оправки такой конструкции позволяют растачивать отверстия, начиная с диаметра 60мм до диаметра 110 мм.

В проектируемом инструменте используется только две нестандартные детали – это собственно корпус оправки 1 и прихват 2.

Оправка состоит из следующих частей:

Корпус оправки 1 является самой ответственной деталью во всей конструкции, от его изготовления зависит качество и точность обработки отверстия. Корпус оправки 1 имеет цилиндрический хвостовик и четыре держателя 2, на которые устанавливаются режущие пластины 6. Конструкция оправки позволяет обрабатывать отверстие одновременно четырьмя пластинами 6, за один проход обработать отверстия с  $\varnothing 60$  до  $\varnothing 110$ . Каждый держатель соответствует определенному диаметру растачивания. Пластины крепятся к корпусу оправки прихватом 2, который регулируется винтом 4 и закрепляется гайкой 5.

Точность обработки отверстий растачиванием в значительной степени зависит от точности позиционирования вершины режущего лезвия пластины относительно обрабатываемой детали. При схеме обработки с вращающимся инструментом положение пластин определяется конструкцией, а также точностью изготовления присоединительных поверхностей. Существенным источником погрешностей позиционирования являются:

- относительное биение присоединительных поверхностей;
- перекосы в соединениях;
- отклонения от геометрической формы и т.д.

Применение теоретико-вероятного метода позволяет рассчитать погрешность установки расточного инструмента с известными погрешностями изготовления точности присоединительных поверхностей, задавшись требованиями и к точности установки инструмента.

Угловые погрешности составляющих звеньев и векторные погрешности суммируются. Это происходит путем приведения перекосов осей к векторному виду в плоскости замыкающего звена (отклонение положения режущей кромки) через передаточные отношения, которые учитывают фактическую длину расточного инструмента (вылет).

### 3.2.2 Выбор материала и геометрии режущей части инструмента

От выбора инструмента и геометрии режущей части инструмента зависит производительность и точность обработки. Для обеспечения автоматического цикла работы требуется высокая надежность режущего инструмента [12], [13].

Для пластины выбираю материал – твердый сплав титановольфрамовой группы Т15К6, который содержит: около 79% карбида вольфрама (WC), 15% карбида титана (TiC).

Геометрию режущего инструмента предлагаю использовать следующую:

Угол в плане:  $\varphi = 90^\circ$

Задний угол:  $\alpha = 8^\circ$

Передний угол:  $\gamma = 3^\circ$

Режимы резания при обработке  $\varnothing 110$  расточной оправкой:

$t = 6,25$  мм

$S = 0,15$  мм/об [10, В75]

$V = 60$  м/мин [10, В75]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 173$  об/мин.

Основное время на переход:  $t_0 = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot a = \frac{135}{0,15 \cdot 173} \cdot 1 = 5,2$  мин

Режимы резания при обработке  $\varnothing 110$  расточным резцом за 5 проходов:

$t = 5$  мм

$S = 0,18$  мм/об [10, В75]

$V = 170$  м/мин [10, В75]

Частота вращения шпинделя:  $n = \frac{1000V}{\pi d} = 500 \text{ об/мин.}$

Основное время на переход:  $t_0 = \frac{l_p}{s \cdot n} \cdot a = \frac{135+50}{0,18 \cdot 500} \cdot 5 + \frac{185 \cdot 5 + 200}{2000} = 10,84$  мин

Машинное время обработки  $\varnothing 110$  сокращается в 2 раза.

Применение расточной оправки дает возможность увеличения производительности по машинному времени. Помимо прочего позволяет в инструментальной наладке значительно уменьшить количество инструмента.

### 3.2.3 Оценка эффективности инструмента

Задачи повышения производительности труда, улучшения качества продукции, экономии средств и материалов требуют непрерывного совершенствования производства, внедрения новой техники и передовых методов и приемов работы.

Повысить производительность труда при токарной обработке можно благодаря расширению технологических возможностей станка, а именно, использовать метод концентрации переходов. При использовании этого метода все участки детали обрабатываются одновременно комплектом резцов, которые заранее настроены на требуемые размеры. Все это помогает сократить машинное и вспомогательное время.

С помощью расточной оправки можно снимать относительно большой неравномерный припуск в отверстиях заготовок, при устойчивом без вибрационном резании. Это возможно в результате одновременной работы несколькими пластинами. Применение расточных оправок с несколькими резцами или пластинками позволяет компенсировать упругие перемещения оправки и уменьшить уровень вибрации режущего инструмента, а также обеспечить более высокую производительность.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.1.1 – Технологический паспорт технического объекта [15]

№ п/п	Процесс изготовления	Вид технологической операции	Должность работника, количество человек	СТО	Используемый материал
1.	Изготовление детали стакан	005 Токарная	19149 6 02 7223 4 12 1 2, 2 человека/2 смены	1. Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB 2. Станочные приспособления 3. Режущий инструмент 4. Устройство диагностики оборудования	Коррозионно-стойкая жаропрочная сталь 14X14H2, обтирочная ветошь, СОЖ
		010 Токарно-фрезерная			
		015 Токарно-фрезерная			

Кодирование по ОКПДТР профессии токаря:

19149 6 02 7223 4 12 1 2,

где: 1 – профессия;

9149 – токарь;

6 – контрольное число;

02 – 2-й выпуск ЕТКС;

7223 – базовая группа по ОКЗ (Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования);

4 – 4-й тарифный разряд;

12 – сдельно-премиальная система оплаты труда;

1 – нормальные условия труда;

2 – рабочий, выполняющий работу при помощи машин и механизмов.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2.1 – Идентификация профессиональных рисков [14]

№ п/п	Вид выполняемых работ	Производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1.	1.Токарная 2. Токарно-фрезерная	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	Заусенцы, острые кромки, и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования
		Движущиеся твердые объекты	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы
		Вибрация	Механические колебания твердых тел и их поверхностей
		Шум	Акустические колебания в производственной среде
		Электрический ток	Повышенное напряжение в электрической цепи, повреждение изоляции провода
		Световая среда	1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения 2. Низкая световая и цветовая контрастность
		Химические вещества	Физические объекты или их составные компоненты живой и неживой природы
		Биологические объекты	Микроорганизмы патогенные и условно патогенные
	Психофизиологическое воздействие на организм человека	1. Физические перегрузки (тяжесть трудового процесса) 2. Психологические перегрузки (напряженность трудового процесса)	

## 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3.1 – Организационно-технические методы и технические устройства устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов [14]

№ п/п	Производственный фактор	Организационно-технические методы и технические устройства защиты частичного снижения опасного и / или вредного производственного фактора	СИЗ работника
1.	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	Все опасные зоны оснащены стационарными или передвижными ограждениями	1. Одежда специальная защитная (костюм, фартук) 2. Ботинки 3. Перчатки,
2.	Движущиеся твердые объекты	Станки оборудованы автоматической блокировкой, не допускающей включение рабочего цикла при открытом защитном кожухе. Зона действия робота или манипулятора ограждена экраном	рукавицы, нарукавники 4. Береты, каски защитные 5. Очки защитные
3.	Вибрация	Виброизоляция: используются упругие элементы - амортизаторы, препятствующие передаче колебаний. Корпуса самого оборудования выполнены из вибропоглощающего материала. Измерение вибрации по ГОСТ ИСО 8041-2006	Применяется обувь по ГОСТ 2.4.024-76
4.	Шум	Периодический контроль на рабочих местах в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9612	Применяются противозумные вкладыши - вставленные в слуховой канал мягкие тампоны и жесткие вкладыши в форме конуса (снижение шума 7-40 Дб), а также наушники
5.	Электрический ток	Используются такие технические средства, как ограждение, заземление, изоляция токоведущих частей, защитное отключение	Применяются диэлектрические резиновые перчатки (до 1000 В), инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические галоши, коврики

Продолжение таблицы 4.3.1

№ п/п	Производственный фактор	Организационно-технические методы и технические устройства защиты частичного снижения опасного и / или вредного производственного фактора	СИЗ работника
6.	Световая среда	Используется естественное комбинированное освещение (окна и световые фонари) и искусственное (под потолком газоразрядными лампами 2000 люкс по СНиП 23-05-95)	Светозащитные устройства, светофильтры
7.	Химические вещества	Естественная (с помощью дефлектора) и вытяжная вентиляции (выводящая загрязнённый воздух по трубопроводам к электрофильтру), знаки безопасности	Средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы)
8.	Биологические объекты	Проводиться контроль измерений биологической опасности, вакцинация работников, ежегодные профилактические осмотры, санаторно-курортное лечение, профилактическое питание	Еженедельное обеззараживание (стирка) спецодежды, соблюдение личной гигиены
9.	Психофизиологическое воздействие на организм человека	Рабочие места оборудованы по ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, регламентированы технические перерывы и перерыв на обед, оборудованы зоны отдыха, спортзал, бассейн, сауна	Соблюдение трудовой дисциплины и техники безопасности

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара [14]

№ п/п	Сегмент	Используемое оборудование	Категория пожара	Опасные факторы пожара	Предпосылки факторов пожара
1.	Механический цех	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр	В, Е	1. Пламя и искры 2. Тепловой поток	1. Осколочные фрагменты

Продолжение таблицы 4.4.1

№ п/п	Сегмент	Используемое оборудование	Категория пожара	Опасные факторы пожара	Предпосылки факторов пожара
1.	Механический цех	NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB	В, Е	3. Повышенная температура окружающей среды 4. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения 5. Пониженная концентрация кислорода 6. Снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)	2.Образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы 3. Короткое замыкание оборудования 4. Негативные воздействия химических веществ, используемых при тушении пожара, на предметы и людей

Таблица 4.4.2 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности [14]

Первичные средства пожаротушения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Огнетушитель ОП-10 – 1 шт.</li> <li>2. Огнетушитель ОВП-10 – 1 шт.</li> <li>3. Огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.</li> <li>4. Внутренние противопожарные краны (оборудуются соединительными гайками и спец. рукавами) – 4 шт.</li> <li>5. Щит металлический открытого типа (изготавливается из тонколистовой стали, габаритные размеры: 1400*1250*25мм. масса: 30кг) – 1 шт.</li> <li>6. Кошма противопожарная асбестовая (размер полотна: 1500х2000мм, толщина: 2,42мм, температурный режим: до 400°С) – 1 шт.</li> <li>7. Ящик с песком (объём ящика для песка: 0,3м<sup>3</sup>, габаритные размеры: 1000*600* 700мм, масса:34кг) – 1 шт.</li> </ol>
Мобильные средства пожаротушения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. АКТ- 0,5/0,5(131), модель 207 – автомобиль комбинированного тушения, вместимостью цистерны для порошка и пенообразователя 500 л (0,5 м), шасси автомобиля ЗИЛ-131, модель 207</li> <li>2. АСА-20(4310) – аварийно-спасательный автомобиль (мощность генератора 20 кВт)</li> </ol>

Продолжение таблицы 4.4.2

Стационарные установки системы пожаротушения	Роботизированная установка пожаротушения «СТРАЖ» с насадком-пенногенератором на базе программно-управляемого лафетного ствола
Средства пожарной автоматики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Извещатель пожарный дымовой Рубеж ИП 212-87 влагозащищенный</li> <li>2. Адресно-аналоговое контрольное оборудование Taktis</li> <li>3. Оповещатель комбинированный Бия-С 1/220-1 (свето-звуковой)</li> <li>4. W-500 AWL Optima, объектовый прибор с встроенными GSM, Wi-Fi, РПП Астра РИ-М</li> </ol>
Пожарное оборудование	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Огнетушители</li> <li>2. Шкафы пожарные</li> <li>3. Гидрант</li> <li>4. Комплект плакатов "Умей действовать при пожаре"</li> <li>5. План эвакуации</li> <li>6. Плакат "Противопожарный инструктаж"</li> </ol>
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аптечка и носилки</li> <li>2. Универсальный фильтрующий малогабаритный самоспасатель (УФМС) «ШАНС» - Е (полумаска)</li> <li>3. Спасательные веревки и лестницы</li> <li>4. Табло световое</li> <li>5. Фонари</li> <li>6. Диэлектрика</li> <li>7. Искрогасители</li> <li>8. Специальная огнестойкая накидка</li> <li>9. Сигнальные и оградительные средства</li> </ol>
Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ведро конусное, объем 7л. – 2 шт.</li> <li>2. Багор – 1 шт.</li> <li>3. Лом – 1 шт.</li> <li>4. Лопата штыковая (габаритные размеры: 1450*215*50мм., масса не более: 1,9 кг ) – 1 шт.</li> <li>5. Лопата совковая (габаритные размеры: 1400*230*170мм, масса не более: 2кг.) – 1 шт.</li> <li>6. Многофункциональный топор с молотком и гвоздодером (цельнокованный) – 1 шт.</li> <li>7. Ножницы диэлектрические НД-1</li> <li>8. Универсальный механизированный комплект УKM-4 (мотопровод, дымосос, отбойный молоток, дисковая и цепная пила)</li> </ol>
Пожарные сигнализация, связь и оповещение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Извещатель пожарный дымовой Рубеж ИП 212-87 влагозащищенный</li> <li>2. Адресно-аналоговое контрольное оборудование Taktis</li> <li>3. Оповещатель комбинированный Бия-С 1/220-1 (свето-звуковой)</li> <li>4. W-500 AWL Optima, объектовый прибор с встроенными GSM, Wi-Fi, РПП Астра РИ-М</li> </ol>

Таблица 4.4.3 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности [14]

Название процесса изготовления, используемого оборудования в составе данного сегмента	Название видов реализуемых организационных мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
Изготовление детали стакан, токарно-фрезерный обрабатывающий центр NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB, станочные приспособления, режущий инструмент, устройство диагностики оборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Профессиональная организация пожарной охраны</li> <li>2. Обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности</li> <li>3. Инструкции о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами</li> <li>4. Отработка действий администрации, рабочих и служащих в случае возникновения пожара и эвакуация людей</li> <li>5. Применение средств наглядной информации по обеспечению пожарной безопасности</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент «О требованиях пожарной безопасности»</li> <li>2. Постановление правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме»</li> <li>3. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения</li> <li>4. ГОСТ 12.1.041-83. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования</li> <li>5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования</li> <li>6. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля</li> </ol>

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 4.5.1 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта [14]

Процесс изготовления	Изготовление детали стакан
Структурные составляющие данного сегмента	Механический цех, токарно-фрезерный обрабатывающий центр NL3000Y/2000 с системой ЧПУ M720MB, станочные приспособления, режущий инструмент, устройство диагностики оборудования

#### Продолжение таблицы 4.5.1

Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в воздушную окружающую среду)	Пыль, пары масел и эмульсий
Негативное экологическое воздействие процесса изготовления на гидросферу	Отработанная вода, содержащая в себе песок, окалины, металлическую стружку, пыль, минеральные масла и т. д.; водные растворы эмульсолов
Негативное экологическое воздействие процесса изготовления на литосферу (почву, растительный покров, недра и т.д.)	Металл, древесина, пластмасса и другие материалы, пыль минерального и органического происхождения, промышленный мусор

Таблица 4.5.2 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду [14]

Наименование технического объекта	Изготовление детали стакан
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Государственный экологический мониторинг, экологический контроль, составление плана экологических аудитов и их строгое соблюдение, соблюдение правил эксплуатации оборудования и вспомогательного инструмента, своевременное обслуживание и замена электрофильтров вытяжной вентиляции
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Государственный экологический мониторинг, экологический контроль, составление плана экологических аудитов и их строгое соблюдение, переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения, строительство очистных сооружений для завода в целом
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Государственный экологический мониторинг, экологический контроль, составление плана экологических аудитов и их строгое соблюдение, сортировка и хранение отходов производства по группам и свойствам, переработка и переплавка на специализированных предприятиях

#### 4.6 Заключение по разделу [14]

В данном разделе разработаны организационно-технические мероприятия; подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты для работников, осуществляющих производственно-технологический процесс (таблица 4.3.1).

Разработанные технические средства и организационные меры заданного технического объекта удовлетворяют действующим нормативным требованиям (таблица 4.4.3).

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса (таблица 4.5.1).

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

### 5.1 Исходные данные

Исходные данные для расчета себестоимости изготовления детали стакан:

- 1) Программа выпуска:  $Пз = 1000$  штук в год;
- 2) Тарифная часовая ставка токаря 4 разряда:  $Сч = 72,24$  руб.;
- 3) Стоимость одного станка:  $Цоб = 4580000$  руб.;
- 4) Годовой фонд времени эффективной работы оборудования  $Фэ$ , по данным производственного календаря на 2017 год, составляет 1973 часа при односменной работе. Так как наше предприятие работает в две смены, то  $Фэ = 3946$  часов;
- 5) Масса заготовки:  $Мз_{баз.} = 23,51$  кг;  $Мз_{проект} = 15,72$  кг;
- 6) Вес отходов (стружка):  $Мотх_{баз.} = 17,59$  кг;  $Мотх_{проект} = 9,8$  кг;
- 7) Цена за 1 кг материала 14Х17Н2:  $Цмат = 60$  руб.;
- 8) Цена за 1 кг отходов:  $Цотх = 3$  руб.

### 5.2 Расчет себестоимости обработки детали

- 1) Технологическую себестоимость найдем по формуле [15]:

$$Стех = М + Зпл.осн + Нз.пл + Рэ.об., \quad (5.2.1)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$Стех_{баз.} = 1428,36 + 981,22 + 294,37 + 328,35 = 3032,3 \text{ руб.}$$

$$Стех_{проект} = 960,96 + 405,43 + 121,63 + 174,9 = 1662,92 \text{ руб.}$$

- 2) Общецеховые накладные расходы найдем по формуле [15]:

$$Рцех = Зпл.осн \cdot 2,15, \quad (5.2.2)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$Рцех_{баз.} = 981,22 \cdot 2,15 = 2109,62 \text{ руб.}$$

$$Рцех_{проект} = 405,43 \cdot 2,15 = 871,67 \text{ руб.}$$

3) Цеховую себестоимость найдем по формуле [15]:

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех}, \quad (5.2.3)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$C_{цех \text{ баз. }} = 3032,3 + 2109,62 = 5141,92 \text{ руб.}$$

$$C_{цех \text{ проект. }} = 1662,92 + 871,67 = 2534,59 \text{ руб.}$$

4) Заводские накладные расходы найдем по формуле [15]:

$$P_{зав} = Z_{пл.осн.} \cdot 2,5, \quad (5.2.4)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$P_{зав \text{ баз. }} = 981,22 \cdot 2,5 = 2453,05 \text{ руб.}$$

$$P_{зав \text{ проект. }} = 405,43 \cdot 2,5 = 1013,58 \text{ руб.}$$

5) Заводскую себестоимость найдем по формуле [15]:

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав}, \quad (5.2.5)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$C_{зав \text{ баз. }} = 5141,92 + 2453,05 = 7594,97 \text{ руб.}$$

$$C_{зав \text{ проект. }} = 2534,59 + 1013,58 = 3548,17 \text{ руб.}$$

6) Внепроизводственные расходы найдем по формуле [15]:

$$P_{вн.пр.} = C_{зав} \cdot 0,05, \quad (5.2.6)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$P_{вн.пр. \text{ баз. }} = 7594,97 \cdot 0,05 = 379,75 \text{ руб.}$$

$$P_{вн.пр. \text{ проект. }} = 3548,17 \cdot 0,05 = 177,41 \text{ руб.}$$

7) Полную себестоимость найдем по формуле [15]:

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн.пр.}, \quad (5.2.7)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$C_{полн \text{ баз. }} = 7594,97 + 379,75 = 7974,72 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн} \text{Проект} = 3548,17 + 177,41 = 3725,58 \text{ руб.}$$

Изменения затрат [15]:

$$M = M \text{Баз.} - M \text{Проект} = 1428,36 - 960,96 = \text{«минус» } 467,4 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпл.осн} = \text{Зпл.осн} \text{Баз.} - \text{Зпл.осн} \text{Проект} = 981,22 - 405,43 = \text{«минус» } 575,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Нз.пл} = \text{Нз.пл} \text{Баз.} - \text{Нз.пл} \text{Проект} = 294,37 - 121,63 = \text{«минус» } 172,74 \text{ руб.}$$

$$\text{Рэ.об} = \text{Рэ.об} \text{Баз.} - \text{Рэ.об} \text{Проект} = 328,35 - 174,9 = \text{«минус» } 153,45 \text{ руб.}$$

$$\text{Стех} = \text{Стех} \text{Баз.} - \text{Стех} \text{Проект} = 3032,3 - 1662,92 = \text{«минус» } 1369,38 \text{ руб.}$$

$$\text{Рцех} = \text{Рцех} \text{Баз.} - \text{Рцех} \text{Проект} = 2109,62 - 871,67 = \text{«минус» } 1237,95 \text{ руб.}$$

$$\text{Сцех} = \text{Сцех} \text{Баз.} - \text{Сцех} \text{Проект} = 5141,92 - 2534,59 = \text{«минус» } 2607,33 \text{ руб.}$$

$$\text{Рзав} = \text{Рзав} \text{Баз.} - \text{Рзав} \text{Проект} = 2453,05 - 1013,58 = \text{«минус» } 1439,47 \text{ руб.}$$

$$\text{Сзав} = \text{Сзав} \text{Баз.} - \text{Сзав} \text{Проект} = 7594,97 - 3548,17 = \text{«минус» } 4046,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Рвн.пр.} = \text{Рвн.пр.} \text{Баз.} - \text{Рвн.пр.} \text{Проект} = 379,75 - 177,41 = \text{«минус» } 202,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн} = \text{Сполн} \text{Баз.} - \text{Сполн} \text{Проект} = 7974,72 - 3725,58 = \text{«минус» } 4249,14 \text{ руб.}$$

### 5.3 Расчет приведенных затрат. Выбор оптимального варианта

- 1) Приведенные затраты на единицу детали, руб., рассчитаем по формуле [15]:

$$\text{Зпр.ед.} = \text{Сполн.} + E_n \cdot \text{Куд.}, \quad (5.3.1)$$

где  $E_n = 0,33$  – нормативный коэффициент эффективности.

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$\text{Зпр.ед.} \text{Баз.} = 7974,72 + (0,33 \cdot 5390,76) = 9753,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпр.ед.} \text{Проект} = 3725,58 + (0,33 \cdot 2766,21) = 4638,43 \text{ руб.}$$

- 2) Годовые приведенные затраты, руб., рассчитаем по формуле [15]:

$$\text{Зпр.год.} = \text{Зпр.ед.} \cdot \text{Пз}, \quad (5.3.2)$$

Произведем расчет для обоих вариантов:

$$Зпр.год. \text{Баз.} = 9753,67 \cdot 1000 = 9753670 \text{ руб.}$$

$$Зпр.год. \text{Проект} = 4638,43 \cdot 1000 = 4638430 \text{ руб.}$$

Так как проектный вариант получился с минимальными приведенными затратами, то он будет наиболее оптимальным.

#### 5.4 Определение показателей экономической эффективности проектируемого варианта

- 1) Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости обработки детали [15].

$$Пр.ож = \text{Сполн.Баз.} - \text{Сполн.Проект} = Pz = (7974,72 - 3725,58) \cdot 1000 = 4249140 \text{ руб.}$$

- 2) Определим налог на прибыль [15]:

$$Нприб = Пр.ож \cdot K_{нал} = 4249140 \cdot 0,2 = 849828 \text{ руб.}$$

где  $K_{нал} = 0,2$  - коэффициент налогообложения прибыли.

- 3) Определим чистую прибыль:

$$Пр.чист. = Пр.ож - Нприб = 4249140 - 849828 = 3399312 \text{ руб.}$$

- 4) Срок окупаемости капитальных вложений определим по формуле [15]:

$$Ток.расч. = \frac{Квв.пр.}{Пр.чист.} + 1, \quad (5.4.1)$$

где  $Квв.пр.$  - капитальные вложения для приобретения вновь вводимого оборудования.

$$Квв.пр. = \sum \text{Ноб} \cdot \text{Цоб.вв} \cdot (1 + K_{монт}) \cdot K_z + \sum \text{Нпр} \cdot \text{Цпр.вв} \cdot K_z + \sum \text{Ноб} \cdot \text{Зинстр.год} \cdot K_z + \sum \text{Ноб} \cdot \text{Руд} \cdot K_{д.пл} \cdot \text{Цэ.пл} \quad (5.4.2)$$

Рассчитаем капитальные вложения [15]:

$$Квв.пр. = 1 \cdot 4580000 \cdot (1 + 0,1) \cdot 0,51 + 1 \cdot 91600 \cdot 0,51 + 1 \cdot 10000 \cdot 0,51 + 1 \cdot 12,3 \cdot 3,5 \cdot 4500 = 2814921 \text{ руб.}$$

Подставим полученные данные в формулу (5.4.1) и рассчитаем:

$$Ток.расч. = \frac{2814921}{3399312} + 1 = 1,8 \text{ года или 1 год 10 месяцев.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлен подробный технологический процесс механической обработки детали стакан. Произведен подбор прогрессивного режущего и контрольно-измерительного инструмента на все операции обработки; произведено техническое нормирование и т.д.

В разработанном технологическом процессе механической обработки детали стакан применен высокопроизводительный инструмент – расточная оправка, а также спроектирован 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон со сквозным отверстием. Заготовка выполнена методом литья в оболочковые формы с применением втулки, изготовленной центробежным литьем.

Исходя из выше изложенного и по результатам технико-экономических расчетов: окупаемость капитальных вложений составляет 1 год 10 месяцев и чистая прибыль 3399312 рублей.

Расчетно-пояснительная записка и графическая часть работы соответствуют требованиям нормоконтроля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, В.А. Тепловые и атомные электрические станции [Текст]: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил. – ISBN 5-283-00032-X
2. ГОСТ 5632-2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки [Текст]. – Взамен ГОСТ 5632-72; введ. 2015-01-01. – Межгосударственный стандарт. – М. : Изд-во стандартов, 2015. – 48 с.
3. ГОСТ 5949-75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия (переиздания, октябрь 1977 г. – май 1994г.) [Текст]. – Взамен ГОСТ 5949-61 и ГОСТ 10500-63, кроме теплоустойчивой стали; введ. 1977-01-01. – Межгосударственный стандарт. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 98 с.
4. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. 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.
6. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 1855-55 и ГСТ 2009-55; введ. 1990-01-01. – Межгосударственный стандарт. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 36 с.
7. Станочные приспособления : справочник [Текст]. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. – 592 с.
8. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. :

- Машиностроение, 2013. — 598 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. 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.
  10. Каталог «WIDIA» [Текст] / Kennametal Inc., 2015. – 382 с. – A-15-04393RU
  11. Станочные приспособления : справочник [Текст]. 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. Боровский, Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов; под общей редакцией А.Р. Маслова. М. : Машиностроение, 2005. – 464 с.: ил. – ISBN 5-217-03284-7.
  13. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога [Текст] / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2004. – 784 с.: ил. – ISBN 5-94275-049-1.
  14. Горина, Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст]: уч. – методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 51 с.
  15. Зубкова, Н.В. Организация производства и менеджмент: метод. рекомендации [Текст] / Н. В. Зубкова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007. – 51 с.
  16. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста : учеб. – метод. пособие / А.Г. Егоров [и др.].– Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013.– 99 с.: обл.
  17. Kapranos, P., Carney, C., Pola, A., & Jolly, M. (2014). Advanced casting methodologies: Investment casting, centrifugal casting, squeeze casting, metal spinning, and batch casting. Comprehensive materials processing (pp. 39-67) doi:10.1016/B978-0-08-096532-1.00539-2.

18. Jovanović, M. T., & Cvijović-Alagić, I. (2010). Microstructure and mechanical properties of investment cast Ti-6Al-4V and  $\gamma$ -TiAl alloys. *Titanium alloys: Preparation, properties and applications* (pp. 405-422).
19. Zohuri, B. (2016). Nuclear energy for hydrogen generation through intermediate heat exchangers: A renewable source of energy. *Nuclear energy for hydrogen generation through intermediate heat exchangers: A renewable source of energy* (pp. 1-403) doi:10.1007/978-3-319-29838-2.
20. Sharif, H., & Kaviani, Y. S. (2015). Technological breakthroughs in modern wireless sensor applications. *Technological breakthroughs in modern wireless sensor applications* (pp. 1-417) doi:10.4018/978-1-4666-8251-1

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Приложение А – Маршрутная карта технологического процесса

Приложение Б – Спецификация к чертежу станочного приспособления

Приложение В – Спецификация к чертежу режущего инструмента

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ГОСТ 3.1118-82

Форма 1

Дубль.																				
Взам.																				
Повз.																				
Разработал	Крежук																			
Проверил	Резникоб			Кафедра ОТМП																
Н.контр.	Виткалов																			
Утвердил	Логинов			Стакан																
М01	Сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5632-2014																			
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КНМ	Код загот.	Профиль и размеры					КД	МЗ						
	12	166	5,92	1	1,57	0,377	16	№ 160x250					1	15,72						
А	Шех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМВ	ЕН	ОП	Кшт.	Тл.з.	Тшт.		
А 03	XX	XX	XX	000	Заготовительная															
Б 04	Литейная машина							13392												
05																				
А 06	XX	XX	XX	005	4 110 Токарная							ИОТ ХХХХ								
Б 07	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр № 3000У/2000 с ЧПУ							3	194,9	4,12	1Р	1	1	1	87	1	5,31	5,15		
О 08	Подрезать торец детали в размер 24,3 и точить $\phi 15,4$ с шероховатостью Ra5.																			
Т 09	396110 3-х кулачковый клиновой механизированный патрон; 392190 резец PC1N12525M12 пластина CNMG 1204085 TN8025;																			
Т 10	393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-90																			
11																				
А 12	XX	XX	XX	010	4 237 Токарно-фрезерная							ИОТ ХХХХ								
Б 13	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр № 3000У/2000 с ЧПУ							3	194,9	4,12	1Р	1	1	1	87	1	11,22	11,05		
О 14	Подрезать торец детали в размер 24,2.																			
О 15	Точить $\phi 4,0,6$ на длину 103 с подрезкой торца.																			
О 16	Точить $\phi 36,6$ на длину 86 с подрезкой торца.																			
МК																				





Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.БР.ОТМП.111.61.00.000СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
		1	17.БР.ОТМП.111.61.00.001	Кулачок сменный	3	
		2	17.БР.ОТМП.111.61.00.002	Кулачок постоянный	1	
		3	17.БР.ОТМП.111.61.00.003	Клин	1	
		4	17.БР.ОТМП.111.61.00.004	Шпанка	1	
		7	17.БР.ОТМП.111.61.00.007	Шток клина	1	
		8	17.БР.ОТМП.111.61.00.008	Корпус патрона	1	
		11	17.БР.ОТМП.111.61.00.011	Тяга	1	
		12	17.БР.ОТМП.111.61.00.012	Цилиндр	1	
		13	17.БР.ОТМП.111.61.00.013	Шток поршня	1	
		15	17.БР.ОТМП.111.61.00.015	Заглушка	1	
		16	17.БР.ОТМП.111.61.00.016	Заглушка	1	
		18	17.БР.ОТМП.111.61.00.018	Поршень	1	
		20	17.БР.ОТМП.111.61.00.020	Заглушка	1	
		21	17.БР.ОТМП.111.61.00.021	Заглушка	1	
		25	17.БР.ОТМП.111.61.00.025	Штуцер	2	
		26	17.БР.ОТМП.111.61.00.026	Кольцо уплотнительное	3	
		27	17.БР.ОТМП.111.61.00.027	Подшипник	4	
		28	17.БР.ОТМП.111.61.00.028	Кольцо стопорное	1	
		29	17.БР.ОТМП.111.61.00.029	Корпус гидропривода	1	
			<b>17.БР.ОТМП.111.61.00.000</b>			
Изм. лист			№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.			Крещук			
Пров.			Резников			
Н.контр.			Виткалов			
Утв.			Логинов			
				Трехкулачковый клиновой механизированный патрон с гидроприводом		
		Лист	Лист	Листов		
		1	1	2		
				ТГУ ИМ гр. МСБЗ - 1202		
				Копировал		Формат А4



