

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование кафедры)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки)  
Технология машиностроения  
(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка технологического процесса изготовления корпуса  
токарного трехкулачкового патрона

---

Студент	<u>А.В. Кандрухин</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Н.Ю. Логинов</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>А.В. Прошина</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления корпуса токарного трехкулачкового патрона.

В работе проведен анализ текущего состояния вопроса. Согласно массе детали-корпуса и заданной годовой программы выпуска был назначен среднесерийный тип производства. Далее разработан технологический процесс обработки корпуса в условиях среднесерийного производства.

Для базирования заготовки на токарной чистовой операции 015 был разработано автоматизированное зажимное устройство – токарный патрон, который вмонтирован в токарный станок. В отличие от базового варианта приспособление имеет автоматизированный пневматический привод. Это даёт возможность снизить временные затраты на операцию за счет сокращения вспомогательного времени.

Для обработки внутреннего плоского паза детали был спроектирован металлорежущий инструмент – протяжка. Протяжка относится к специализированному инструменту, поэтому большими партиями на инструментальных заводах не изготавливается. С этим была связана задача по её проектированию.

Технологический процесс оснащен современным оборудованием, режущим инструментом, средствами контроля, а также станочными приспособлениями.

Проанализированы мероприятия по безопасности производственного участка изготовления детали. Даны рекомендации для минимизации возможного производственного травматизма.

За счет автоматизации закрепления заготовки на токарной чистовой операции была рассчитана экономическая выгода.

## ABSTRACT

The final qualifying work is aimed at the development of the technological process of manufacturing the body of the three-Cam lathe Chuck.

The paper analyzes the current state of the issue. According to the mass of the part of the body and set the annual programme of issue was assigned to medium volume type of production. Further, the technological process of processing of the body in the conditions of average batch production is developed.

To base the workpiece on the lathe finishing operation 015 was developed an automated clamping device-a lathe Chuck, which is mounted in the lathe. In contrast to the basic version of the device has an automated pneumatic drive. This makes it possible to reduce the time spent on the operation by reducing the auxiliary time.

For processing of an internal flat groove of a detail the metal – cutting tool-broaching was designed. Broaching refers to a specialized tool, so large quantities in tool factories are not made. The task of its design was connected with it.

The technological process is equipped with modern equipment, cutting tools, controls, as well as machine tools.

The measures for the safety of the production site of the part manufacturing are analyzed. Recommendations are given to minimize possible industrial injuries.

By automating the fixing of the workpiece on the turning finishing operation, the economic benefit was calculated.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	6
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	9
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	35
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	39
5 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	47
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЯ	60

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов резанием является наиболее популярным способом изготовления деталей машин. За последнее время совершенствование заготовительных методов привело к снижению напусков и припусков под механическую обработку, но, не смотря на это, доля мехобработки остаётся на уровне 55...65% от всего объёма операций, входящих в полный цикл изготовления деталей. Увеличение качественных требований к изготовлению деталей и машин в целом влечёт за собой рост требований к точности обработки, в том числе и обработки резанием.

В связи с вышеперечисленным обработка материалов резанием играет ведущие роли в полном цикле инструментариев машиностроения, поэтому верный выбор режимов обработки сильно влияет как на качество изготовления деталей машин, так и на стоимость их изготовления. В связи с этим механизация и автоматизация машиностроительных предприятий и производств значительно удешевляет производственные задачи, а также снижает риски, связанные с работой человека.

Ещё одним фактором, влияющим на себестоимость производства деталей, является развитие производств материалов. Применение новых материалов, которые по исполнительным свойствам не уступают предшествующим, а по стоимости – дешевле, должны вытеснять предшествующие. В связи с этим механическая обработка также должна быть модернизирована под новые прогрессивные материалы. Этими вопросами и занимаются инженерные службы промышленных машиностроительных предприятий.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса токарного трехкулачкового патрона заданного качества с наименьшими затратами на производство.

# 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

## 1.1. Назначение и условия работы детали.

Деталь-корпус предназначена для установки в узле (токарном патроне) всех сопрягаемых деталей. Детали сопрягаются по нескольким поверхностям корпуса.

## 1.2 Классификация поверхностей.

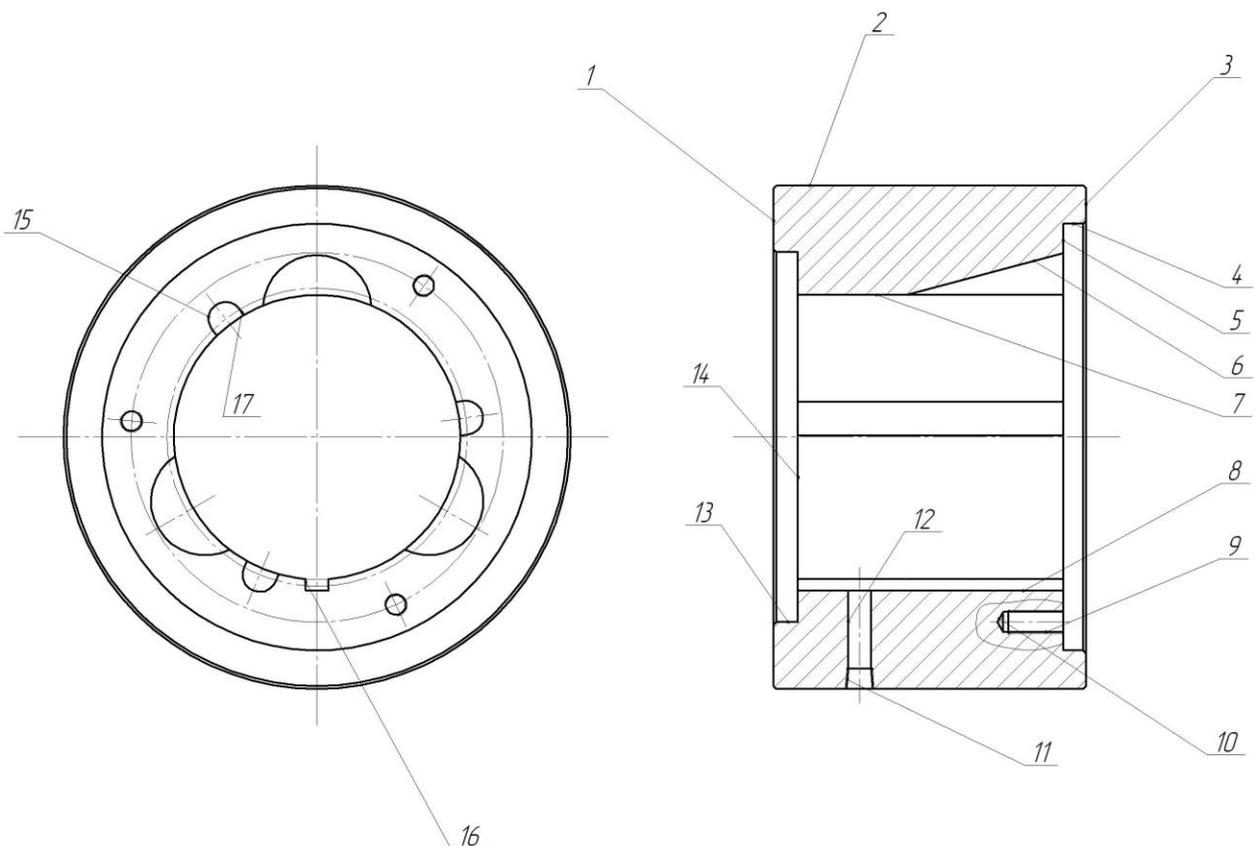


Рис. 1.1. Эскиз детали.

Исполнительной поверхностью является центральное внутреннее отверстие корпуса 7.

ОКБ нашей детали будут являться цилиндрическая внутренняя поверхность 13, по которой корпус будет базироваться на шпинделе токарного станка, и внутренний торец 14.

ВКБ будут являться цилиндрическая внутренняя поверхность 4, внутренний торец 5, наклонные цилиндрические поверхности 6, шпоночный

паз 8, резьбовые отверстия 9, коническая резьбовая поверхность 11, отверстия 15 и боковые стенки шпоночного паза 16.

Остальные поверхности будут свободными.

### 1.3. Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [1] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 19ХГН.

В состав стали 19ХГН ТУ 14-1-2252-90 входят: углерод (С) в содержании 0,17...0,23%; кремний (Si) содержанием 0,17...0,37%; марганец (Mn) содержанием 0,7...1,1%; никель (Ni) содержанием 1,0...1,4%; сера (S) содержанием до 0,035%; фосфор (P) содержанием до 0,035%; хром (Cr) содержанием 0,45...0,75%; медь (Cu) содержанием до 0,3%; оставшийся материал – (Fe) железо.

Такой химический состав формирует следующие механические свойства материала после улучшения на заготовительной операции:  $\sigma_B = 700$  МПа; НВ 202...232 МПа.

Эти свойства стали обеспечивают удовлетворительную работу детали в патроне токарного станка.

Заготовку можно получить двумя рациональными методами – это штамповка и прокат. В этих случаях ее форма будет достаточно простая.

Условия работы детали диктуют требования к соответствующим её поверхностям. Снижение точности поверхностей приведет к снижению базирования детали в узле, что скажется на работоспособности механизма в сборе.

Конструкция детали даёт возможность свободно осуществлять обработку механическим способом и выполнять контроль размеров поверхностей. Это позволяет применять в техпроцессе универсальный режущий и мерительный инструмент. В редких случаях возможно применение специализированных инструментов.

Следовательно, сталь 19ХГН является пригодной для изготовления заготовки.

#### 1.4 Задачи работы.

На базе этого раздела сформулируем задачи выпускной квалификационной работы: определить тип производства и стратегию разработки техпроцесса; выбрать наиболее выгодный метод получения заготовки; разработать техпроцесс и план обработки; выбрать средства технологического оснащения техпроцесса; рассчитать припуски на обработку; разработать технологические наладки; спроектировать режущий инструмент и станочное приспособление.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Определение типа производства.

Для выбора стратегии разработки техпроцесса нам нужно выбрать тип производства, в котором будет изготавливаться деталь, который при неизвестных других параметрах можно определить исходя из годовой программы выпуска и массы готовой детали.

В нашем случае при массе детали 12,8 кг и производственной программы 5000 шт/год выбираем тип производства - среднесерийный. [2]

### 2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

В среднесерийном производстве техпроцесс преимущественно разделен на отдельные операции, каждая из которых закреплена за отдельными станками. Станки в таком производстве применяются различных типов.

В таком производстве применяются специальные и специализированные станочные приспособления, специальный и специализированный режущий инструмент. Контрольный инструмент применяется в виде стандартных и специальных калибров и шаблонов. Эта технологическое оснащение в среднесерийном производстве можно применять широко, так как при повторяемости процессов изготовления одних и тех же деталей указанные средства производства дают технико-экономический эффект, который с большой выгодой окупает затраты на них. [2]

Организация серийного производства - переменнo-поточная; припуск – незначительный. [2]

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определим в зависимости от свойств обрабатываемого материала, типа детали, сложности, типа производства. В зависимости от выбранной стратегии, делаем вывод, что для данной детали в

качестве заготовки целесообразно применить прокат или штамповку на ГКМ. Рассчитаем экономичность этих вариантов.

Первый вариант. Заготовку получаем методом штамповки: группа стали – М2; точность штамповки – 4 класс; степень сложности – С2; масса заготовки – 21,2 кг. [3]

Второй вариант. Заготовку получаем методом проката: размеры заготовки Ø 180x112; масса заготовки – 25,7 кг. [4]

Масса детали в обоих случаях равна 12,8 кг.

Определим стоимость процесса снятия стружки при механической обработке [5].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (2.1)$$

где  $C_c = 0,495$ ;  $E_H = 0,15$ ;  $C_K = 1,085$ . [5]

Тогда

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

Рассчитаем себестоимость получения заготовки штамповкой. [5]

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{ум}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_M \cdot k_{II}, \quad (2.2)$$

где  $C_{\text{ум}} = 0,315$ ;  $k_T = 0,9$ ;  $k_C = 0,84$ ;  $k_B = 1,0$ ;  $k_M = 1,0$ ;  $k_{II} = 1,0$ . [5]

Отсюда

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

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

где  $Q_{\text{уд}} = 21,2$ ;  $q = 12,8$ ;  $C_{\text{отх}} = 0,0144$  [5].

Отсюда

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 21,2 + 0,6578 (21,2 - 12,8) + 0,0144 (21,2 - 12,8) = 11,16 \text{ руб.}$$

Рассчитаем себестоимость получения заготовки проката. [5].

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

где  $Q_{\text{пр}} = 25,7$ ;  $q = 12,8$ .

Отсюда

$$C_{\text{ми}} = 0,1219 \cdot 25,7 + 0,6578 (25,7 - 12,8) + 0,0144 (25,7 - 12,8) = 11,43 \text{ руб.}$$

Таким образом, по себестоимости наиболее выгодный способ изготовления заготовки – штамповка.

$$\mathcal{E}_2 = C_{mn} - C_{mu} N_2 = (1,43 - 11,16) 3000 = 1350 \text{ руб.}$$

#### 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Для изготовления поверхности 1 (Ra 3,2, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая обработка. [6]

Для изготовления поверхности 2 (Ra 3,2, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 3 (Ra 3,2, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 4 (Ra 0,4, IT 6) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая; шлифовальная черновая; шлифовальная чистовая; полировальная обработка.

Для изготовления поверхности 5 (Ra 0,4, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая; шлифовальная черновая; шлифовальная чистовая; полировальная обработка.

Для изготовления поверхности 6 (Ra 3,2, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 7 (Ra 0,4, IT 6) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая; шлифовальная черновая; шлифовальная чистовая; полировальная обработка.

Для изготовления поверхности 8 (Ra 3,2, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: протяжная обработка.

Для изготовления поверхности 9 (Ra 3,2, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: сверлильная обработка.

Для изготовления поверхности 10 (Ra 3,2, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая обработка.

Для изготовления поверхности 11 (Ra 3,2, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: сверлильная обработка.

Для изготовления поверхности 12 (Ra 3,2, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: сверлильная обработка.

Для изготовления поверхности 13 (Ra 0,4, IT 6) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая; шлифовальная черновая; шлифовальная чистовая; полировальная обработка.

Для изготовления поверхности 14 (Ra 0,4, IT 14) необходим следующий перечень механической обработки: токарная черновая; токарная чистовая; шлифовальная черновая; шлифовальная чистовая; полировальная обработка.

Для изготовления поверхности 15 (Ra 3,2, IT 10) необходим следующий перечень механической обработки: протяжная обработка.

Для изготовления поверхности 16 (Ra 1,6, IT 9) необходим следующий перечень механической обработки: протяжная обработка.

## 2.5 Определение припусков.

«Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки при обработке. Расчет припусков состоит в определении толщины этого слоя».  
[2]

Выполним расчет припусков для поверхности  $\varnothing 100H6^{(+0,022)}$ , длиной  $L=92,5$  мм с шероховатостью  $Ra=0,4$  аналитическим способом. [7]

Для обработки этой поверхности принимаем следующие переходы: 1) черновое точение; чистовое точение; термическая обработка; черновое шлифование; чистовое шлифование и полирование.

Суммарное отклонение формы (мм).

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [7]$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 5 = 1,250 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,35 = 0,088 .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022 .$$

$$\Delta_{70} = 0,25 \cdot 0,14 = 0,035 .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014 .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,035 = 0,009 .$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,022 = 0,006 .$$

Рассчитаем максимальные и минимальные значения припусков (мм).

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} . [7]$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{1,25^2 + 0,025^2} = 1,6502 .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288 .$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{00}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135 .$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,014^2 + 0} = 0,044 .$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,02 + \sqrt{0,009^2 + 0} = 0,029 .$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 (d_{i-1} + Td_i) . [7]$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 (d_0 + Td_1) = 1,65 + 0,5 (0 + 0,35) = 4,325 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 (d_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5 (0,350 + 0,087) = 0,5065 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 (d_2 + Td_3) = 0,135 + 0,5 (0,087 + 0,054) = 0,2055 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 (d_3 + Td_4) = 0,044 + 0,5 (0,054 + 0,035) = 0,0885 .$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5 (d_4 + Td_5) = 0,029 + 0,5 (0,035 + 0,022) = 0,0575 .$$

Рассчитаем максимальный и минимальный диаметры на каждый переход (мм).

$$d_{5\min} = 100,000 .$$

$$d_{5\max} = 100,022 .$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 100,022 + 2 \cdot 0,029 = 100,080 .$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 100,080 + 0,022 = 100,102 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 100,102 + 2 \cdot 0,044 = 100,190 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 100,190 + 0,035 = 100,225 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 100,225 + 2 \cdot 0,135 = 100,495 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 100,495 + 0,140 = 100,635 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 100,635 \cdot 0,999 = 100,534 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 100,534 + 0,087 = 100,621 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 100,621 + 2 \cdot 0,288 = 101,197 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 101,197 + 0,400 = 101,597 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 101,597 + 2 \cdot 1,412 = 104,421 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 104,421 + 4,000 = 108,421 .$$

Рассчитаем средние значения размеров (мм).

$$d_{cpi} = 0,5 \sqrt{d_{i\max} + d_{i\min}} . [7]$$

$$d_{cp0} = 0,5 \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = 0,5 \sqrt{108,421 + 104,421} = 106,421 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5 \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = 0,5 \sqrt{101,597 + 101,197} = 101,397 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5 \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = 0,5 \sqrt{100,621 + 100,534} = 100,578 , \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = 0,5 \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = 0,5 \sqrt{100,635 + 100,495} = 100,565$$

$$d_{cp3} = 0,5 \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = 0,5 \sqrt{100,225 + 100,190} = 100,208 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5 \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = 0,5 \sqrt{100,102 + 100,080} = 100,091 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = 0,5 \sqrt{d_{5\max} + d_{5\min}} = 0,5 \sqrt{100,022 + 100,000} = 100,011 , \text{ мм.}$$

Рассчитаем общий припуск на обработку (мм).

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max} . [7]$$

$$2Z_{\min} = 104,421 - 100,022 = 4,399 .$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 . [7]$$

$$2Z_{\max} = 4,399 + 5 + 0,022 = 9,421 , \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \sqrt{2Z_{\min} + 2Z_{\max}} . [7]$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \sqrt{4,399 + 9,421} = 6,910 , \text{ мм.}$$

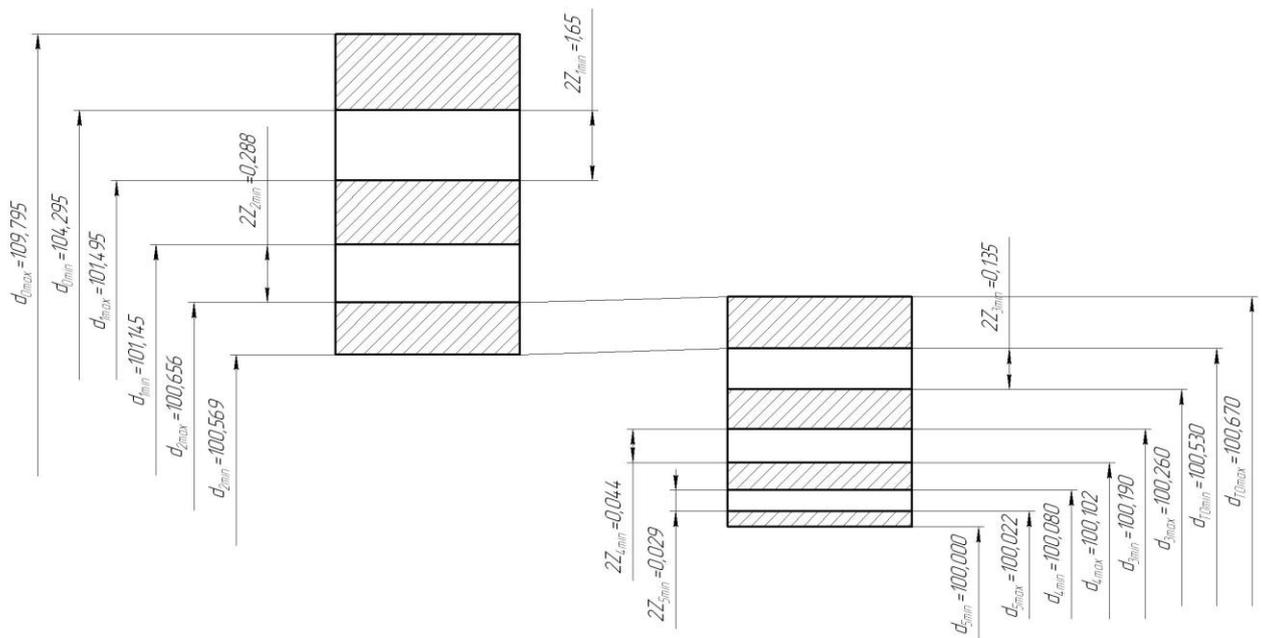


Рис. 2.1. Схема припусков и полей допусков на поверхность  $\text{Ø}100\text{H}6(+0,022)$ .

## 2.7 Проектирование заготовки.

По [3] принимаем группу стали – М2.

По [3] принимаем точность штамповки – 4 класс.

По [3] принимаем степень сложности – С2.

Допуски на размеры заготовки представлены на чертеже заготовки.

Штамповочные уклоны на наружные поверхности  $-3\dots7^{\circ}$ , на внутренние поверхности  $-7^{\circ}$ .

Допускаемая величина заусенцев [3] – 4 мм.

Допускаемая величина остаточного обля [3] – 0,8 мм.

## 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Для осуществления черного и чистового точения на операциях 005, 010, 015 и 020 выбираем токарный винторезный станок с числовым программным управлением модели 16Б16Т1С1, предназначенный для торной обработки деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе для нарезания резьбы в полуавтоматическом цикле.

Для осуществления сверлильной операции 025 выбираем вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1, предназначенный для

сверления, зенкерования, развёртывания, нарезания резьбы, легкого прямолинейного фрезерования деталей из цветных металлов, чугуна и сталей в условиях серийного и мелкосерийного производства. Револьверная головка с автоматической сменой инструмента и крестовый стол позволяют производить координатную обработку.

Для фрезерования трех косых цилиндрических отверстий в качестве технологического оборудования примем вертикально-фрезерный станок с числовым программным управлением 6Т13Ф20, который предназначен для многооперационной обработки деталей сложно конфигурации из чугунов, сталей, легких и цветных металлов и других материалов. Кроме фрезерных операций на станке можно проводить растачивание, сверление, развертывание и зенкерование отверстий.

Для протягивания отверстий детали в качестве технологического оборудования примем вертикально-протяжной станок МП7А523, который предназначен для протяжной обработки сквозных отверстий различных размеров и формы.

Для шлифования внутренних отверстий детали на внутришлифовальных операциях 045, 050, 055 и 060 в качестве технологического оборудования принимаем внутришлифовальный полуавтомат высокой точности модели 3М227ВФ2, предназначенный для шлифования внутренних цилиндрических и конических, сквозных и глухих отверстий с углом конуса при вершине до 90 градусов. Станок снабжен торце-шлифовальным устройством.

Для полирования внутренних отверстий детали на полировальных операциях 065 и 070 в качестве технологического оборудования принимаем полировально-шлифовальный станок 3В852, который предназначен для полирования деталей машин из сталей и чугунов, а также для подготовки деталей под нанесение гальванических покрытий.

Остальные выбранные средства технологического оснащения приведены в приложениях. [8, 9]

## 2.9 Определение режимов обработки.

### 2.9.1 Определение режимов обработки на операцию 005.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 1,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0. [10]$$

Тогда  $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ , м/мин.

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 180} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{45}{80} = 0,56 \text{ мин.}$$

II переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 2,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0. [10]$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94}{3,14 \cdot 142} = 210 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 200 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 142 \cdot 200}{1000} = 89,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 200 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\partial\partial}}{S} = \frac{6,5 + 50 + 112}{100} = 1,68 \text{ мин.}$$

## 2.9.2 Определение режимов обработки на операцию 010.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 2,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0. [10]$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 179} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 179 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{112 + 44}{80} = 1,95 \text{ мин.}$$

II переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 2,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 0,81 [10]$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 179} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 179 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{7 + 12,5 + 12}{80} = 0,40 \text{ мин.}$$

### 2.9.3 Определение режимов обработки на операцию 015.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,25; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0 [10]$$

$$\text{Тогда } V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 17,5} = 169,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 177,5 \cdot 160}{1000} = 89 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{24 + 7,5 + 50}{80} = 1,02 \text{ мин.}$$

II переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 0,81 [10]$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94}{3,14 \cdot 99} = 302 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 250 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 99 \cdot 250}{1000} = 77,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{110}{125} = 0,88 \text{ мин.}$$

III переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,2; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0 [10]$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94}{3,14 \cdot 149} = 201 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 200 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 149 \cdot 200}{1000} = 93,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 200 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин.}$$

#### 2.9.4 Определение режимов обработки на операцию 020.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,5; S_0 = 0,5. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

$$\text{где } V_0 = 150; \hat{E}_1 = 1,1; \hat{E}_2 = 0,88; \hat{E}_3 = 0,65; \hat{E}_4 = 1,0 [10]$$

$$\text{Тогда } V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 177,5} = 169 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 177,5 \cdot 169}{1000} = 94 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{109,5 + 24}{80} = 1,67 \text{ мин.}$$

#### 2.9.5 Определение режимов обработки на операцию 025.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 4,0; S_0 = 0,1. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ .

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 8; t = 3,75; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0;$$

$$y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [10]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 4,8, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 4,8}{3,14 \cdot 8} = 204 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 200 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 200}{1000} = 4,7 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент

$$M_{\delta\delta} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

$$C_M = 0,035; D = 8; S_0 = 0,10; q = 2,0; y = 0,8; K_p = 0,85. [10]$$

Тогда

$$M_{\delta\delta} = 10 \cdot 0,035 \cdot 8^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 2,65 \text{ Н} \cdot \text{м} = 2650 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-1}.$$

Мощность резания

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{2,65 \cdot 1000}{9750} = 0,27, \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 200 = 20 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

где  $n_{\text{отв}} = 1; L_{\text{px}} = 34,5$  мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 34,5}{100} = 0,35 \text{ мин.}$$

II переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,6; S_0 = 0,1. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ .

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 9,2; t = 0,6; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0;$$

$$y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [10]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 9,2^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,6^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 44,8 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 9,2} = 1551 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 1250 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_\delta = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,2 \cdot 1250}{1000} = 36,1 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{эд}} = 10C_M D^q S_0^y K_p,$$

где  $C_M = 0,035$ ;  $D = 8$ ;  $S_0 = 0,10$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$ ;  $K_p = 0,85$ . [10]

Тогда

$$M_{\text{эд}} = 10 \cdot 0,035 \cdot 9,2^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 4000, \text{ Н мм.}$$

Мощность резания

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{4 \cdot 1000}{9750} = 0,4, \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 1550 = 155 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

где  $n_{\text{отв}} = 1$ ;  $L_{\text{рх}} = 7$  мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 7}{100} = 0,07 \text{ мин.}$$

III переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,5; S_0 = \frac{1}{8} \cdot 25,4 = 3,18. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

$$V = 3, \text{ м/мин. [10]}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 9,2} = 104 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,2 \cdot 100}{1000} = 2,9 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 3 \cdot 100 = 300 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

где  $n_{\text{отв}} = 1$ ;  $L_{\text{рх}} = 7$  мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 7}{300} = 0,02 \text{ мин.}$$

## 2.9.6 Определение режимов обработки на операцию 030.

I переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 14; S_0 = 0,1. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>». [10]

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

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ .

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 37; t = 14; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0;$$

$$y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [10]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 37^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 14^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 78,1 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 78,1}{3,14 \cdot 37} = 672 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 600 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 37 \cdot 600}{1000} = 69,7 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{эд}} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

где  $C_M = 0,035$ ;  $D = 37$ ;  $S_0 = 0,10$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$ ;  $K_p = 0,85$ . [10]

Тогда

$$M_{\text{эд}} = 10 \cdot 0,035 \cdot 37^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 64500, \text{ Н мм.}$$

Мощность резания

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{64,5 \cdot 1000}{9750} = 6,62, \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 600 = 60 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{об}} \cdot L_{\text{рх}}}{S},$$

где  $n_{\text{об}} = 3$ ;  $L_{\text{рх}} = 60 \text{ мм}$ .

Тогда

$$T_0 = \frac{3 \cdot 60}{100} = 1,8 \text{ мин.}$$

II переход.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя  $S_0$ , мм/об» [10].

$$t = 0,5; S_0 = 0,1. [10]$$

«Расчёт скорости резания  $V$ , м/мин, и частоты вращения шпинделя  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ». [10]

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

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ .

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 38; t = 0,5; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0;$$

$$y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [10]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 38^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 79 \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 79}{3,14 \cdot 37} = 675 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем стандартную  $n = 600 \text{ мин}^{-1}$ .

Уточним

$$V_{\delta} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 600}{1000} = 71 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент

$$M_{\delta\delta} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

$$\text{где } C_M = 0,035; D = 37; S_0 = 0,10; q = 2,0; y = 0,8; K_p = 0,85. [10]$$

Тогда

$$M_{\delta\delta} = 10 \cdot 0,035 \cdot 38^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 68 \text{ Н} \cdot \text{м} = 68000 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-1}.$$

Мощность резания

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{68 \cdot 1000}{9750} = 6,97 \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 600 = 60 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

где  $n_{\text{отв}} = 3; L_{\text{рх}} = 60$  мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{3 \cdot 60}{100} = 1,8 \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки на операцию 035.

I переход.

Определим скорость резания.

$$V = 6 \text{ м/мин. [10]}$$

$$P_{z1} = 0,001 F \cdot \Sigma A,$$

где  $F = 615; S_z = 0,3$ . [10]

$$\Sigma A = \frac{b_{\phi}}{\tilde{n} \cos \omega} Z_{\text{max}}.$$

$$Z_{\text{max}} = 10; \omega = 3^{\circ}; b = 12. [10]$$

$$\Sigma A = \frac{12}{\cos 3^{\circ}} 10 = 120,2 \text{ мм.}$$

$$P_{z1} = 0,001 \cdot 615 \cdot 120,2 = 74, \text{ кН.}$$

Определим длину рабочего хода инструмента

$$L_{\text{р.х.}} = L_p + l_2 + L_{\bar{l}},$$

где  $L_p = 92; L_{\bar{l}} = 40$ . [10]

$$L_2 = 200 + 280 + 100 = 580, \text{ мм.}$$

Тогда

$$L_{\text{рх}} = 92 + 580 + 40 = 712, \text{ мм.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{1000V} = \frac{712}{1000 \cdot 6} = 0,12, \text{ мин.}$$

Так как обрабатывается три паза, то

$$T_0 = 0,12 \cdot 3 = 0,36, \text{ мин.}$$

II переход.

Определим скорость резания.

$$V = 6 \text{ м/мин. [10]}$$

$$P_{z1} = 0,001 F \cdot \Sigma A ,$$

$$\text{где } F = 615; S_z = 0,05 . [10]$$

$$\Sigma A = \frac{b_\phi}{\tilde{n} \cos \omega} Z_{\max} .$$

$$Z_{\max} = 80; \omega = 3^\circ; b = 12 . [10]$$

$$\Sigma A = \frac{8}{\cos 3^\circ} 14 = 112 \text{ мм.}$$

$$P_{z1} = 0,001 \cdot 615 \cdot 112 = 69 , \text{ кН.}$$

Определим длину рабочего хода инструмента

$$L_{p.x.} = L_p + l_2 + L_f ,$$

$$\text{где } L_p = 92; L_f = 40 . [10]$$

$$L_2 = 200 + 805 + 100 = 1105 , \text{ мм.}$$

Тогда

$$L_{pX} = 92 + 1105 + 40 = 1237 , \text{ мм.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{pX}}{1000V} = \frac{1237}{1000 \cdot 6} = 0,21 , \text{ мин.}$$

2.9.8 Определим режимы обработки на операцию 045.

$$\text{Диаметр круга - } d_{KP} = (0,8 \dots 0,9)D = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ мм.}$$

Скорость резания

$$V = 35 \text{ м/с. [10]}$$

Радиальная подача

$$S_p = 0,4 \text{ мм/мин. [10]}$$

Частота вращения заготовки

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 150} = 74,3, \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}}{S_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}},$$

где  $T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}} = 0,05$  мин. [10]

Тогда

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{92,5 + 100}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 4,06 \text{ мин.}$$

2.9.9 Определим режимы обработки на операцию 050.

Диаметр круга -  $d_{KP} = (0,8...0,9)D = 110$  мм.

Скорость резания

$$V = 35 \text{ м/с. [10]}$$

Радиальная подача

$$S_p = 0,4 \text{ мм/мин. [10]}$$

Частота вращения заготовки

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 130} = 85,7, \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}}{S_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}},$$

где  $T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}} = 0,05$  мин. [10]

Тогда

$$T_0 = \frac{100}{500} + \frac{0,05}{0,4} + 0,05 = 0,375 \text{ мин.}$$

2.9.10 Определим режимы обработки на операцию 055.

Диаметр круга -  $d_{KP} = (0,8...0,9)D = 0,8 \cdot 100 = 80$  мм.

Скорость резания

$$V = 35 \text{ м/с. [10]}$$

Радиальная подача

$$S_p = 0,4 \text{ мм/мин. [10]}$$

Частота вращения заготовки

$$n_\zeta = \frac{1000 V_\zeta}{\pi D_\zeta} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 150} = 74,3, \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\tilde{N}\hat{E}}}{S_{\acute{O}\tilde{N}\hat{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}},$$

где  $T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}} = 0,05$  мин. [10]

Тогда

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{92,5 + 100}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 4,06 \text{ мин.}$$

2.9.11 Определим режимы обработки на операцию 060.

Диаметр круга -  $d_{KP} = (0,8...0,9)D = 110$  мм.

Скорость резания

$$V = 35 \text{ м/с. [10]}$$

Радиальная подача

$$S_p = 0,4 \text{ мм/мин. [10]}$$

Частота вращения заготовки

$$n_\zeta = \frac{1000 V_\zeta}{\pi D_\zeta} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 130} = 85,7, \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\tilde{N}\hat{E}}}{S_{\acute{O}\tilde{N}\hat{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}},$$

где  $T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}} = 0,05$  мин. [10]

Тогда

$$T_0 = \frac{100}{500} + \frac{0,02}{0,4} + 0,05 = 0,300 \text{ мин.}$$

2.9.12 Определим режимы обработки на операцию 065.

Диаметр полировального круга

$$d_{KP} = (0,8...0,9)D = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ мм.}$$

Частота вращения круга

$$n_{KP} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{KP}}{\pi D_{KP}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 50}{3,14 \cdot 80} = 11940 \text{ об/мин.}$$

Частота вращения заготовки

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 177} = 45 \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{F}{T} K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

$$\text{где } F = 7 \cdot 3,14 \cdot 150 + \left( \frac{3,14 \cdot 150^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \right) + 92,5 \cdot 3,14 \cdot 100 = 42154,5, \text{ мм}^2.$$

$$T = 50; K_1 = 2; K_2 = 1,25; K_3 = 0,93. \text{ [10]}$$

Тогда

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{42154,5}{50} \cdot 2 \cdot 1,28 \cdot 0,93 = 20,07, \text{ мин.}$$

2.9.13 Определим режимы обработки на операцию 070.

Диаметр полировального круга  $d_{KP} = (0,8...0,9)D = 100 \text{ мм.}$

Частота вращения круга

$$n_{KP} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{KP}}{\pi D_{KP}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 50}{3,14 \cdot 80} = 11940 \text{ об/мин.}$$

Частота вращения заготовки

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 177} = 45 \text{ об/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{F}{T} K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

$$\text{где } F = 7,5 \cdot 3,14 \cdot 130 + \left( \frac{3,14 \cdot 130^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \right) = 8478, \text{ мм}^2.$$

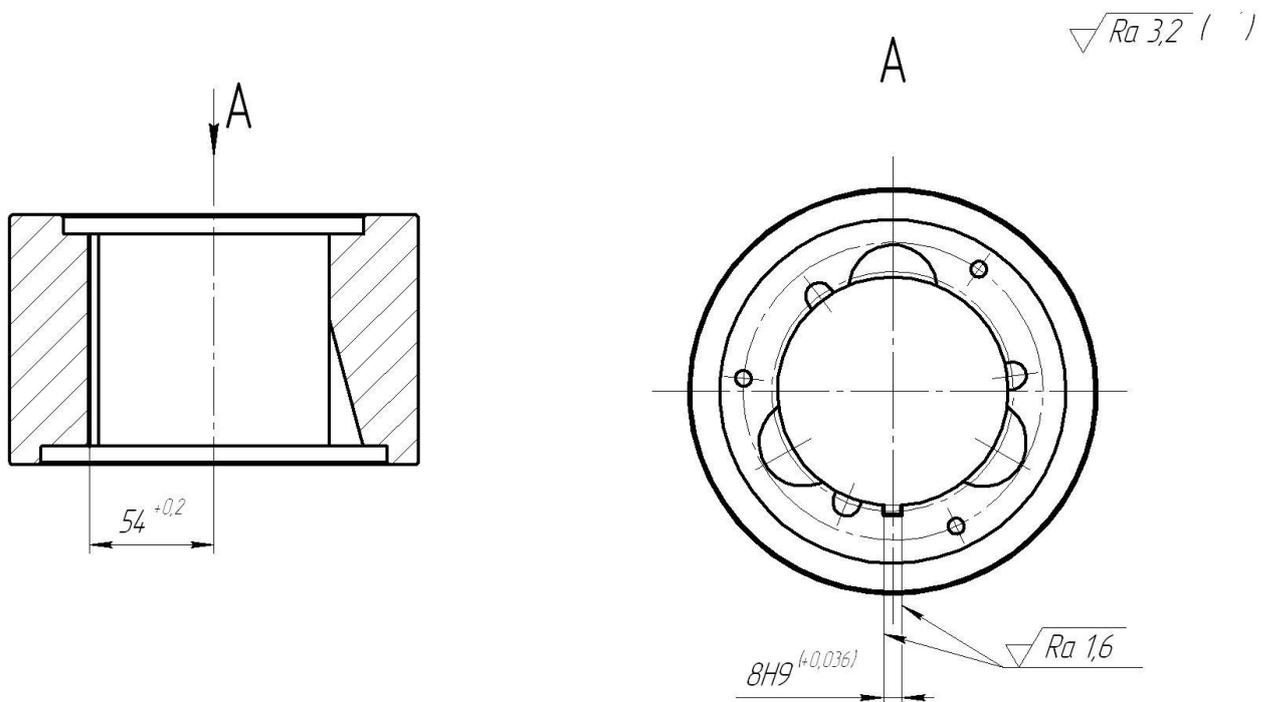
$$T = 50; K_1 = 2; K_2 = 1,28; K_3 = 0,93. \text{ [10]}$$

Тогда

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{8478}{50} \cdot 2 \cdot 1,28 \cdot 0,93 = 4,04, \text{ мин.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На протяжной операции 035 проводится протягивание шпоночного паза детали, как показано на рис. 3.1. В этом разделе спроектируем режущий инструмент для этой операции.



«Расчет геометрических параметров режущей части протяжки». [12]

Принимаем передний угол протяжки  $\gamma = 12^\circ$ . [12]

Принимаем задний угол протяжки  $\alpha = 2^\circ$ . [12]

Расчёт припуска под обработку.

$$A = R_{\max} - R_0 = 54,2 - 44,5 = 9,7, \text{ мм.}$$

Расчёт шага режущих зубьев

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0}.$$

$$t = 1,4 \cdot \sqrt{92,42} \approx 13, \text{ мм.}$$

По источнику [12] принимаем следующие параметры стружечной канавки (мм):  $t = 14$ ;  $h = 4$ ;  $c = 4$ ;  $r = 2$ ;  $R = 10$ ;  $F_K = 12,55$ .

Расчёт толщины среза, который приходится на 1 зуб:

$$a_z = \frac{F_k}{KL_0},$$

где  $K = 3,5$ .

Тогда

$$a_z = \frac{12,55}{3,5 \cdot 92,42} = 0,24, \text{ мм.}$$

Расчет числа режущих зубьев, работающих одновременно.

$$q = \left[ \frac{L_0}{t} + 1 \right].$$

$$q = \frac{92,42}{14} + 1 = 8.$$

Расчёт силы

$$P_Z = C_p \cdot \sigma_B \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma,$$

где  $K_\gamma = \frac{90-\gamma}{75} = \frac{90-12}{75} = 1,04$ ;  $C_p = 4,3$ . [12]

Тогда

$$P_Z = 4,3 \cdot 700 \cdot 0,039^{0,85} \cdot 1,04 = 198,6, \text{ Н.}$$

Расчёт усилия обработки

$$P_T = \pi P_Z D q = 3,14 \cdot 198,6 \cdot 54,02 \cdot 8 / 2 = 134748, \text{ Н.}$$

Расчёт напряжений в первой канавке

$$\sigma_1 = \frac{4P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2}.$$

$[\sigma] = 400..450 \text{ МПа. [12]}$

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot 134748}{3,14 \cdot (4,02 \cdot 2 - 2 \cdot 4)^2} = 17,15, \text{ МПа.}$$

Расчёт количества черновых зубьев

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1, [12]$$

$$z = \frac{9,7 - 0,05 \cdot 2}{0,24} + 1 = 41.$$

Принимаем количество чистовых зубьев - 2.

## Расчёт номинальных размеров черновых зубьев

$$R_i = R_0 + a_z(i-1). [12]$$

Таблица 3.1 - Величины протяжных режущих зубьев

Номер зуба, №	Величина, R	Номер зуба, №	Величина, R
1	44,500	23	49,780
2	44,740	24	50,020
3	44,980	25	50,260
4	45,220	26	50,500
5	45,460	27	50,740
6	45,700	28	50,980
7	45,940	29	51,220
8	46,180	30	51,460
9	46,420	31	51,700
10	46,660	32	51,940
11	46,900	33	52,180
12	47,140	34	52,420
13	47,380	35	52,660
14	47,620	36	52,900
15	47,860	37	53,140
16	48,100	38	53,380
17	48,340	39	53,620
18	48,580	40	53,860
19	48,820	41	54,100
20	49,060	42	54,150
21	49,300	43	54,200
22	49,540		

## Расчёт длины протяжки (мм)

$$l_p = t(z + z') = 14(41 + 2) = 602 .$$

Согласно [13] принимаем число калибрующих зубьев  $z_k = 4$ .

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

### 4.1 Анализ исходных данных.

В ходе 015 операции проводится обработка торцевой поверхности и внутренних цилиндрических отверстий детали точением. Схема обработки представлена на рис. 4.1.

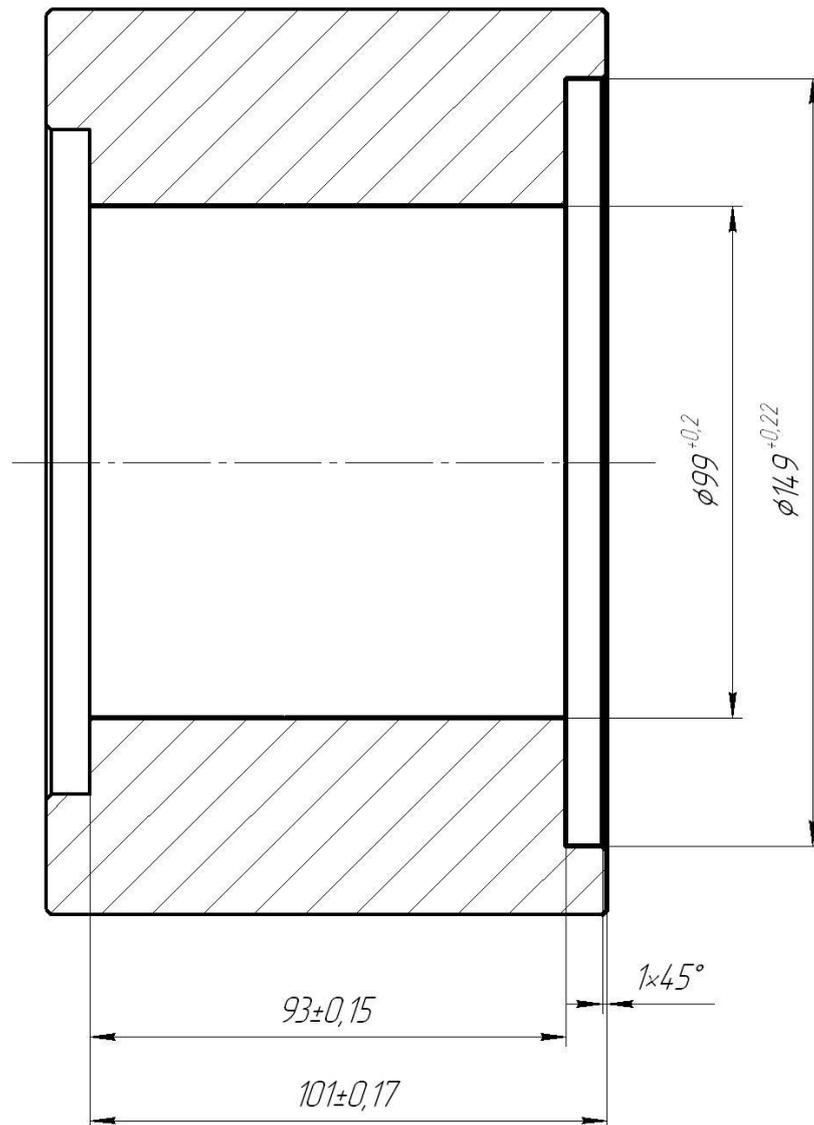


Рис. 4.1 Операционный эскиз

### 4.2 Определение сил резания.

При токарной обработке

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad [14] \quad (4.1)$$

Для  $P_z : C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3$ . [14]

Для  $P_y : C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15$ . [14]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{\kappa p}, \quad (4.2)$$

Рассчитаем  $P_y$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 89^{-0,3} \cdot 0,9 = 108, \text{ Н.}$$

Рассчитаем  $P_z$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 89^{-0,15} \cdot 0,9 = 205, \text{ Н.}$$

### 4.3 Определение зажимного усилия.

Крутящий момент, стремящийся повернуть заготовку

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (4.3)$$

Момент зажима, препятствующий провороту заготовки

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (4.4)$$

Приравняем их

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K P_z \cdot d_1}{f d_2}, \quad (4.5)$$

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (4.6)$$

$$K_1 = 1,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,2; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0. \quad [15]$$

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8$$

$$K_{py} = 1,80; K_{py} = 2,52; f = 0,3. \quad [15]$$

Тогда

$$W_z^1 = \frac{2K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 205 \cdot 177}{0,3 \cdot 177} = 2460, \text{ Н.}$$

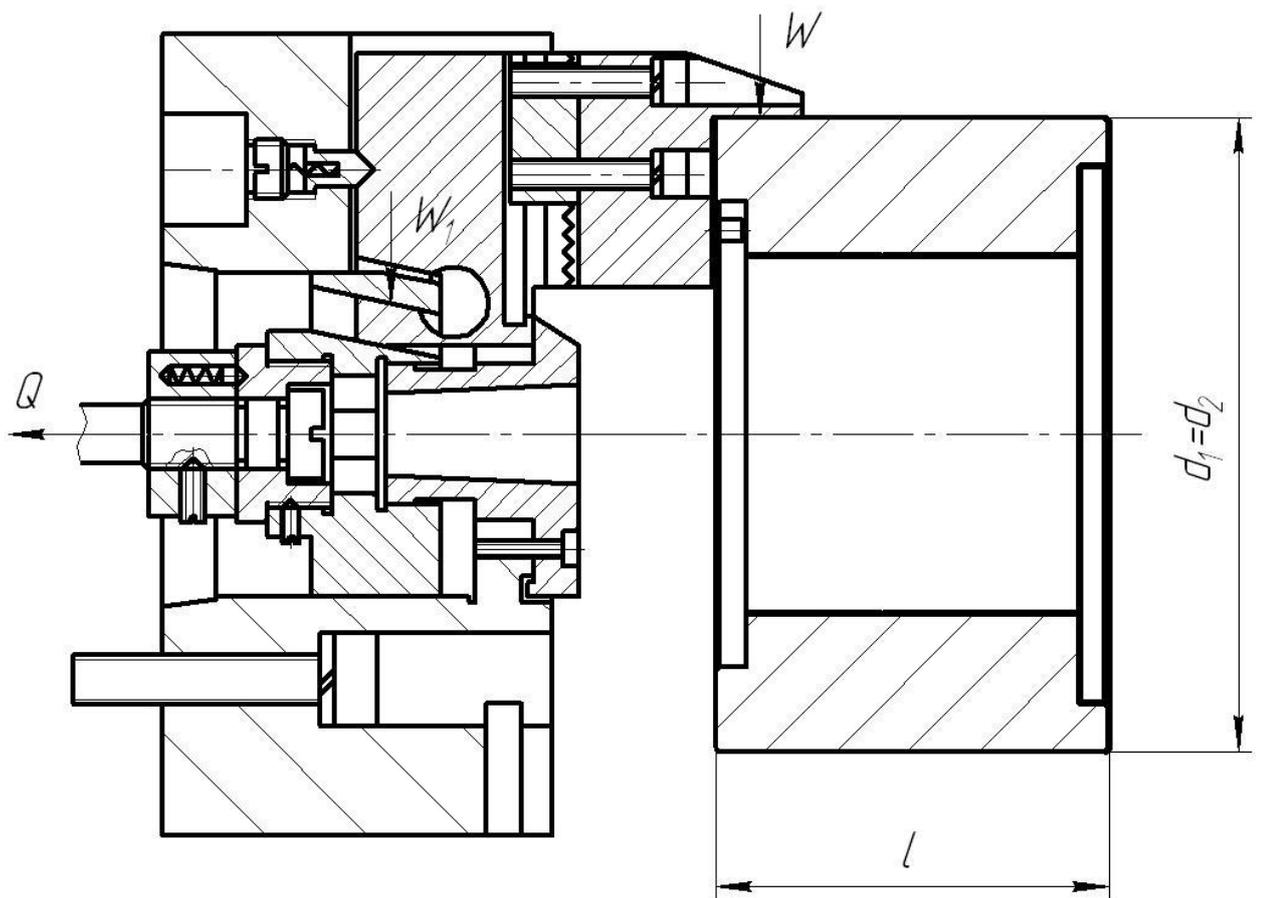


Рис. 4.2. Схема базирования

Крутящий момент от силы  $P_y$

$$M_p = P_y \cdot \ell. \quad (4.7)$$

Момент, препятствующий этому

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (4.8)$$

Зажимная сила

$$W = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_y \cdot \ell}{f \cdot d_2} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 177 \cdot 30}{0,3 \cdot 177} = 1361, \text{ Н.}$$

Далее принимаем наибольшую силу  $W = 2460 \text{ Н.}$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{2460}{1 - \left( \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1 \right)} = 3205, \text{ Н.} \quad (4.9)$$

#### 4.4 Определение механизма зажима.

Рассчитаем усилие, которое должен создавать силовой привод

$$Q = \frac{W_1}{i}, \quad (4.10)$$

где  $i$  - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

$$i_{c.kl} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (4.11)$$

где  $\alpha = 15..30^\circ$ . [14]

Примем  $\alpha = 15^\circ$ .

Определим углы  $\varphi, \varphi^1$ .

$$\varphi = \operatorname{arctg} \cdot f_1 = \operatorname{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 50'.$$

Таким образом

$$i_{c.k\ddot{e}} = \frac{1}{\operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 50') + \operatorname{tg} 5^\circ 50'} = 2,1,$$

$$\text{тогда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{3205}{2,1} = 1526, \text{ Н.}$$

#### 4.5 Расчёт силового привода.

Определим диаметр поршня.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}; \quad (4.12)$$

где  $P = 0,4$  МПа (для пневматического цилиндра).

Тогда

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14857}{2,5} + 30^2} = 89,8, \text{ мм.}$$

Из стандартного ряда выбираем поршень диаметром 90 мм.

## 5 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из способов увеличения износостойкости режущего инструмента является нанесение на поверхность режущего клина покрытий. Способов нанесения такого рода покрытий несколько, одним из них является конденсация вещества в вакууме с ионной бомбардировкой.

В работе представлены исследования механических свойств и структурных параметров однослойных инструментальных покрытий, напряженное и тепловое состояние режущего инструмента с такого рода покрытиями различных химических составов.

В качестве предмета исследования были выбраны покрытия инструментальные из TiCrAlN (нитрид титана, хрома и алюминия), TiCrZrN (нитрид титана, хрома и циркония), TiCrN (нитрид титана и хрома), а также TiN (нитрид титана).

В результате исследований сделан вывод, что при нанесении покрытий снижается доля силовой и деформационной нагрузки, которые вызывает стесненность процесса резания. Максимальное уменьшение проявляется у покрытий, состоящих из трех элементов.

Так же проведены исследования по определению микротвёрдости стружки на различных её поверхностях. Это измерение проводилось по направлению - вдоль ширины стружки. При этом сделан вывод, что микротвердость  $H_u$  по ширине стружки  $b_c$  остается почти неизменной, но несколько возрастает на этом же параметре, в зоне, расположенной ближе к вершине резца (рис. 5.1).

Исследования проводились при скорости резания  $V = 120$  м/мин.

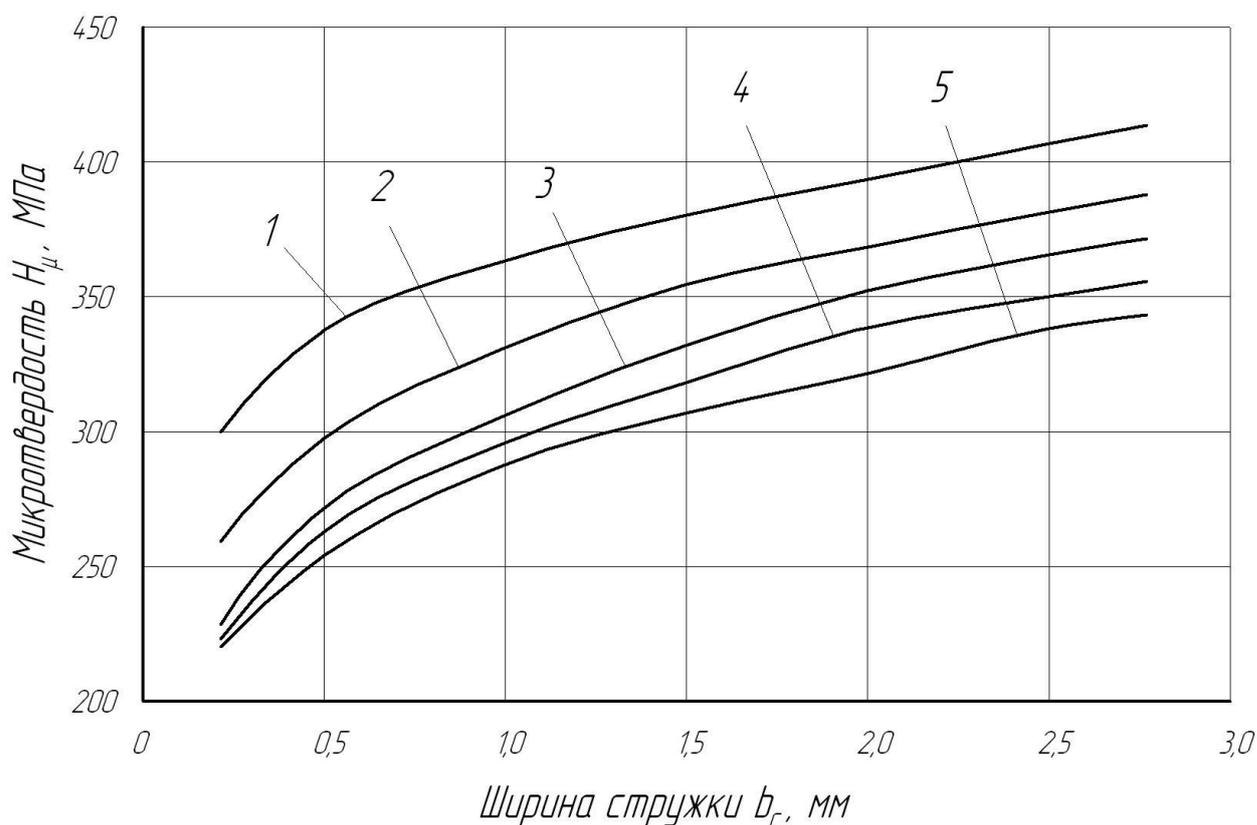


Рис. 5.1. Распределение микротвердости  $H_{\mu}$  по ширине стружки  $b_c$ :  
 1 – быстрорежущая сталь P6M5 без покрытия; 2 – P6M5 с покрытием TiN; 3 – P6M5 с покрытием TiCrN; 4 - P6M5 с покрытием TiCrAlN; 5 - P6M5 с покрытием TiCrZrN.

Износостойкие покрытия способствуют уменьшению микротвердости  $H_{\mu}$  стружки. Это говорит об уменьшении её деформации, из-за уменьшения силового воздействия и уменьшения коэффициента скольжения, между поверхностью режущего клина и заготовкой.

Результаты исследования показывают, что на участках наибольшего стеснения зоны стружкообразования, покрытие на режущем инструменте оказывает меньшее влияние на деформацию стружки. Чем дальше от вершины резца, тем влияние, оказываемое покрытием, растёт.

Результаты исследований определения температурных полей на площадках контакта резцов при помощи специальных красок представлены на рисунке 5.2. Представленные результаты показывают, что при нанесении покрытий на режущий инструмент снижается температура внутри режущего

клина и на контактных площадках резца. Максимальное понижение температуры было определено у резца с покрытием из нитрида титана TiN, при этом линии равных температур смещаются к задней поверхности. Многоэлементные покрытия в целом меньше снижают температуры, но позволяют сместить линии равных температур от задней поверхности и от режущей кромки, снижая тепловое напряжение режущего клина.

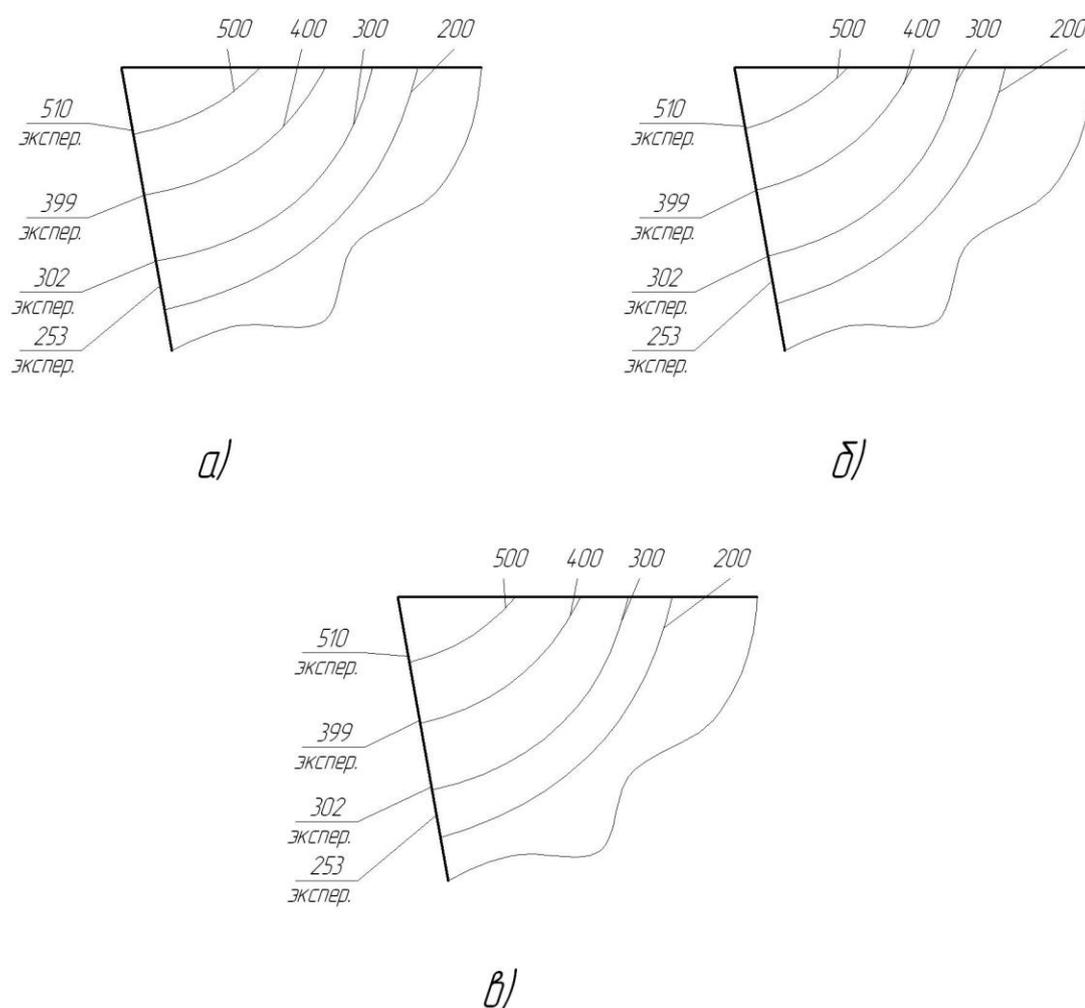


Рис. 5.2. Распределение температурных полей ( $^{\circ}\text{C}$ ) в режущем клине резца:  
 а – резец без покрытия; б – резец с покрытием TiN; в – резец с покрытием TiCrZrN

Исследовали многослойные покрытия TiCrN-TiCrAlN, а также TiCrN-TiCrZrN. Исследования показали, что толщина многослойного покрытия, которая варьировалась в пределах 2...4 мкм, при общей толщине 5..7 мкм, слабо влияет на период кристаллической решётки.

Установлено, что многослойные покрытия в отличие от однослойных имеют микротвердость выше. Также в них выявилось более прочное сцепление с материалом основы. Выявлено оптимальное соотношение элементов в многослойном покрытии, при котором обеспечивается минимальная степень изнашиваемости резцов. Эта формула состоит из общей длины покрытия в 7 мкм и толщины верхнего слоя в 50...65% относительно общей толщины покрытия.

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Рабочие, в процессе выполнения своих должностных обязанностей, могут подвергать себя рискам, и в итоге могут получить производственные травмы. В этом разделе представлено задействованное в технологическом процессе оборудование, а также вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Также описаны мероприятия, выполнение которых сведёт к минимуму получение производственных травм.

Тема нашей работы: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса токарного трехкулачкового патрона»

Анализ был проведен в соответствии с методикой, указанной в источнике[18].

### 6.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Корпус токарного трехкулачкового патрона».

### 6.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь представляет собой участок, который занят производственным оборудованием и местами для рабочих, расположенные возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь представляет собой участок, на котором располагаются вспомогательные подразделения. Ими могут выступать инструментальные и ремонтные службы, склады, лаборатории, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

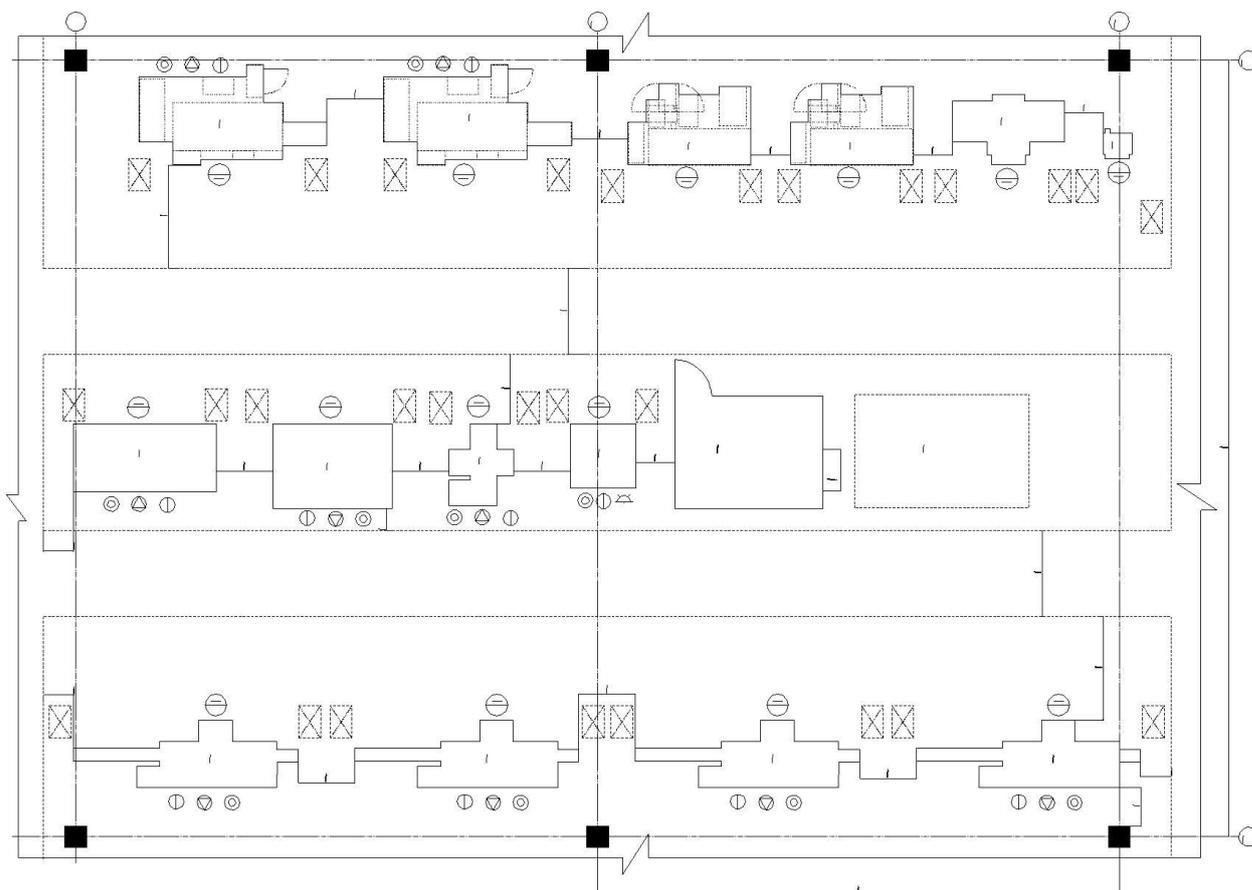


Рисунок 6.1 – План участка

### 6.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	<b>Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1</b>	4
2	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	1
3	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Т13Ф20	1
4	Вертикально-протяжной станок МП7А523	2
5	Шлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	4
6	Полировально-шлифовальный станок 3В852	2
Итого:		14

Таблица 6.2 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус токарного трехкулачкового патрона»

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная	ГКШП	Получение заготовки
Механический	005	Точение предварительное	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1	Предварительное точение поверхностей: 23, 1, 26, 3
Механический	010	Точение предварительное	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1	Предварительное точение поверхностей: 7, 8, 9, 16, 11, 13, 17, 14
Механический	015	Точение окончательное	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1	Окончательное точение поверхностей: 22, 23, 26, 1, 2, 3
Механический	020	Точение окончательное	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1	Окончательное точение поверхностей: 7, 18, 8, 9, 10, 12, 14, 17, 13, 11, 10
Механический	025	Сверление окончательное	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Окончательное сверление поверхностей: 9, 10, 11, 12
Механический	030	Фрезерование окончательное	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Т13Ф20	Окончательное фрезерование поверхностей: 6
Механический	035	Протягивание окончательное	Вертикально-протяжной станок МП7А523	Окончательное протягивание поверхностей: 15, 16, 17
Термический	040	Термообработка	-	Закалка заготовки
Механический	045	Внутреннее шлифование предварительное	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	Предварительное шлифование поверхностей: 4, 5, 7
Механический	050	Внутреннее шлифование предварительное	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	Предварительное шлифование поверхностей: 13, 14
Механический	055	Внутреннее шлифование окончательное	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	Окончательное шлифование поверхностей: 4, 5, 7

Продолжение таблицы 6.2.

Механический	060	Внутреннее шлифование окончательное	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М227ВФ2	Окончательное шлифование поверхностей: 13, 14
Механический	065	Полирование окончательное	Полировально-шлифовальный станок 3В852	Окончательное полирование поверхностей: 4, 5, 7
Механический	070	Полирование окончательное	Полировально-шлифовальный станок 3В852	Окончательное полирование поверхностей: 13, 14
Механический	075	Мойка	-	Промывка, обдувка, сушка заготовки
Механический	080	Контроль	-	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Поскольку были улучшены технологические операции, такие как: точение окончательное 015 и протягивание окончательное 035, то идентификацию по рискам будем проводить только эти операции.

#### 6.4 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 6.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	Точение	1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования	1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Установка защитного экрана. Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки[4]. 2. Использование СОЖ на синтетической основе.

Продолжение таблицы 6.3

			<p>3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].</p> <p>4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].</p>
2	Протягивание	<p>1. Отлетающая стружка</p> <p>2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана. Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере наполнения емкости [4].</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].</p> <p>4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].</p>

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Особенностью совершенствования технологического объекта является то, что предлагается совершенствовать токарную операцию базового варианта. На ней совершенствование коснулось замены приспособления. Вместо токарного трехкулачкового патрона с ручным зажимом предлагается автоматизированное приспособление. На этой же операции было предложено использование режущего инструмента с износостойким покрытием, что позволило повысить его стойкость в 1,8 раза. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 5000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [20]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;
- методика калькулирования себестоимости;

– методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

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

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

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

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 7.1.

Анализируя представленные на рисунке 7.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 39,60 руб., что составит 75,4%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового приспособления и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшаются на 32,4% и 33,5%, соответственно. Это вызвано тем, что замена приспособления и инструмента, и увеличение режимов резанья приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

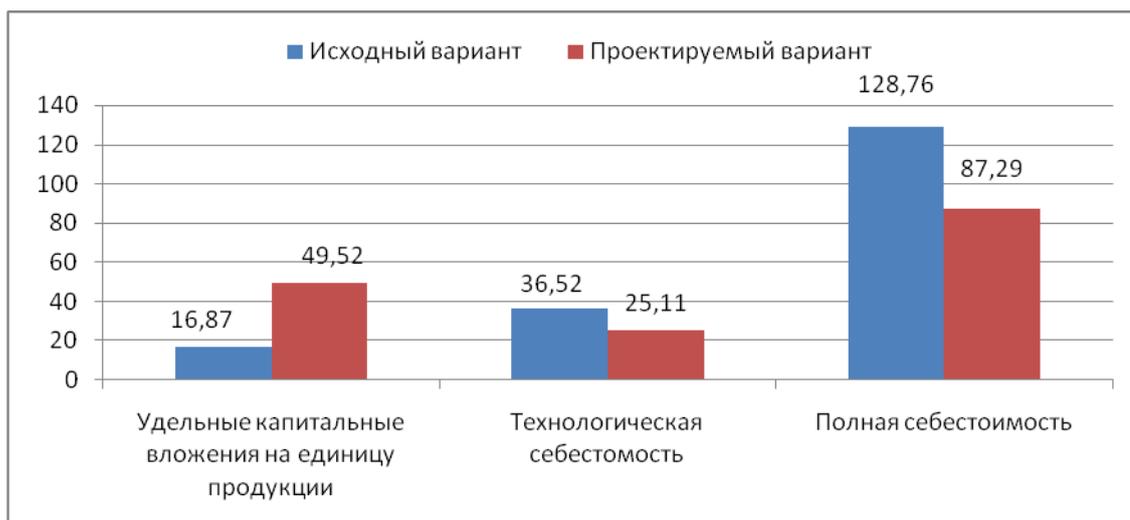


Рисунок 7.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения данных мероприятий в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности данного проекта.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}, \text{руб.}$	51440
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}, \text{лет}$	2
3	Чистый дисконтированный доход	$\text{Э}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}, \text{руб.}$	32518
4	Индекс доходности	$\text{ИД}, \text{руб.}$	1,23

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию токарной и протяжной операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 7.1, окупаемость проекта наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении порога срока окупаемости в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,23 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 32518 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами был разработан технологический процесс изготовления детали – корпус трехкулачкового патрона. Техпроцесс оснащен современными оборудованием и технологическими средствами. На некоторые операции выполнены технологические наладки. Разработана технологическая документация.

На операцию 015 Токарную чистовую разработан патрон клинового типа с автоматическим зажимом заготовки.

Для обработки внутреннего плоского паза спроектирована шпоночная протяжка.

В проекте выполнен анализ безопасности и экологичности.

Экономический расчет показал эффективность работы. Интегральный экономический эффект составляет 32518 рублей

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструкционные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с.
2. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
4. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 10 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. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н. М. Султан-заде [и др.]. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. - 288 с.
7. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
8. Иванов И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
9. Дехтярь Г. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. М. Дехтярь. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 154 с.
10. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

11. Краткий справочник металлиста/ под ред. П.Н. Орлова – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2011. – 960 с.
12. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
13. ГОСТ 18217-90. Протяжки шпоночные. Конструкция. – 48 с.
14. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.
15. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
16. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 235 с.
17. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
18. Вереина Л. И. Конструкции и наладка токарных станков [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. И. Вереина, М. М. Краснов ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 480 с. : ил.
19. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.
20. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.
21. Tebaldo, V., Kilpi, L., Ronkainen, H., & Faga, M. G. (2018). Tribological properties of AlTiN coating in sliding contact with Ti6Al4V: A helpful tool for

disentangling the phenomena complexity during real turning operations. *Tribology International*, 123, 71-80.

22. Caicedo, J. C., Zambrano, O. A., & Aguilar, Y. (2018). Tribological study of the TiCN/TiNbNC system: From laboratory results to real industrial application. *Surface and Coatings Technology*, 342, 146-158.

23. Sui, X., Liu, J., Zhang, S., Yang, J., & Hao, J. (2018). Microstructure, mechanical and tribological characterization of CrN/DLC/Cr-DLC multilayer coating with improved adhesive wear resistance. *Applied Surface Science*, 439, 24-32.

24. Murray, J. W., Leva, A., Joshi, S., & Hussain, T. (2018). Microstructure and wear behaviour of powder and suspension hybrid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-YSZ coatings. *Ceramics International*, 44(7), 8498-8504.

25. Amiril, S. A. S., Rahim, E. A., Embong, Z., & Syahrullail, S. (2018). Tribological investigations on the application of oil-miscible ionic liquids additives in modified jatropha-based metalworking fluid. *Tribology International*, 120, 520-534.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			18.БР.ОТМП.190.06.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
Б/4		1	18.БР.ОТМП.190.06.001	Корпус	1	
Б/4		2	18.БР.ОТМП.190.06.002	Стопор	1	
Б/4		3	18.БР.ОТМП.190.06.003	Клин	1	
Б/4		4	18.БР.ОТМП.190.06.004	Постоянный кулачек	3	
Б/4		5	18.БР.ОТМП.190.06.005	Сухарь	3	
Б/4		6	18.БР.ОТМП.190.06.006	Сменный кулачек	3	
Б/4		7	18.БР.ОТМП.190.06.007	Втулка	1	
Б/4		8	18.БР.ОТМП.190.06.008	Заглушка	1	
Б/4		9	18.БР.ОТМП.190.06.009	Тяга	1	
Б/4		10	18.БР.ОТМП.190.06.010	Гайка	1	
Б/4		11	18.БР.ОТМП.190.06.011	Плунжер	1	
Б/4		12	18.БР.ОТМП.190.06.012	Втулка	3	
Б/4		13	18.БР.ОТМП.190.06.013	Шток	3	
Б/4		14	18.БР.ОТМП.190.06.014	Корпус неподвижный	1	
Б/4		15	18.БР.ОТМП.190.06.015	Муфта	1	
Б/4		16	18.БР.ОТМП.190.06.016	Крышка	1	
Б/4		17	18.БР.ОТМП.190.06.017	Корпус гидроцилиндра	1	
Б/4		18	18.БР.ОТМП.190.06.018	Поршень	1	
Б/4		19	18.БР.ОТМП.190.06.019	Шток	1	
Б/4		20	18.БР.ОТМП.190.06.020	Переходная втулка	1	
			<b>18.БР.ОТМП.190.06.000</b>			
						Лит. 1 Листов 2
			<b>Патрон</b>			<b>ТГУ, ТМД-1401</b>
			Копировал			Формат А4





A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
Б	Код наименования оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
A 19	XX	XX	XX	015	4112	Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.									
Б 20	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	2,95	
О 21	Точить поверхности, выдерживая размеры $109,5 \pm 0,12$ ; $\varnothing 14,9^{+0,22}$ ; $7,5 \pm 0,075$ $\varnothing 99^{+0,20}$ , точить канавку.														
Т 22	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX Упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10;														
Т 23	393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX Калибр-продка.														
24															
A 25	XX	XX	XX	020	4112	Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.									
Б 26	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	1,43	
Т 27	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 17,5^{+0,22}$ ; $109,5 \pm 0,1$ .														
Т 28	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX Упор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т5К10;														
Т 29	393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX Калибр-скоба.														
30															
A 31	XX	XX	XX	025	4121	Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.									
Б 32	381213	XXXX	2Р135Ф2-1	Вертик.-сверл.	2	322	1Р	1	1	1	100	1	5	0,93	
О 33	Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,2}$ насквозь; сверлить коническое отверстие под резьбу К1/8";														
О 34	нарезать коническую резьбу К1/8".														
Т 35	396181.XXXX Приспособление самоцентр.; XXXXXX.XXXX(2) Сменные призмы; 391267.XXXX(2) Сверло														
Т 36	спиральное Р6М5; 391267.XXXX Сверло коническое Р6М5; XXXXXX.XXXX Метчик К1/8" Р6М5;														
Т 37	393111(2) Калибр-продка; 393111 Калибр резьбовой.														
38															
A 39	XX	XX	XX	030	4272	Фрезерная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX									
Б 40	381.631	XXXX	6Т13Ф2	Верт.-фрезерный	2	18632	322	1Р	1	1	1	100	116	4,60	
О 41	Фрезеровать три паза $R18,5^{+0,14}$ ; фрезеровать 3 паза $R19^{+0,14}$ , выдерживая угол $120^\circ$ .														
МК															

													Обозначение документа					
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции													
Б	Код наименования обработки				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
Т 42	396181.XXXX приспособление самоцентр.; XXXXXX.XX патрон цанговый; 391822.XXXX(2) Фреза																	
Т 43	концевая Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-II-100-0,05; 393120.XXXX Калибр.																	
44																		
А 45	XX XX XX 035 4280 Протяжная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX																	
Б 46	381.631 XXXX МП7А523 Верт. протяжной 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 116 1,57																	
О 47	Протянуть 3 паза R6 <sup>+0,2</sup> на глубину 8,4 <sup>+0,2</sup> , протянуть паз шириной 8 <sup>+0,036</sup> на глубину 4 <sup>+0,2</sup>																	
Т 48	396181.XXXX приспособление спец. с плавающей головкой; XXXXXX.XX патрон; 391822.XXXX(2) Протяжка;																	
Т 49	393111.XXXX ШЦ-II-100-0,05; 393120.XXXX(2) Калибр-пробка.																	
50																		
А 51	XX XX XX 040 Термическая (цементировать) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.																	
52																		
А 53	XX XX XX 045 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.																	
А 54	38131X XXXX ЗМ227ВФ2 Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 5,06																	
Б 55	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 149,97^{+0,003}$ ; $8,03 \pm 0,18$ ; $\phi 99,97^{+0,004}$ .																	
О 56	39611X.XXXX Патрон поводковый; 3; XXXXXX.XXXX Упор откидной.																	
Т 57	398110.XXXX Головка шлифовальная 100x30x60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																	
Т 58	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.																	
59																		
А 60	XX XX XX 050 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.																	
Б 61	38131X XXXX ЗМ227ВФ2 Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 0,88																	
О 62	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 129,97^{+0,003}$ ; $8,03 \pm 0,18$ .																	
Т 63	39611X.XXXX Патрон поводковый; XXXXXX.XXXX Упор откидной.																	
Т 64	398110.XXXX Головка шлифовальная 100x30x60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																	
МК																		

													Обозначение документа			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции											
Б	Код наименования оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт	
Т 69	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.															
70																
А 71	XX XX XX 055 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.															
Б 72	38131X	XXXX	ЗМ227ВФ2	Внутришлифов.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	5,06	
О 73	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 149,99^{+0,040}$ ; $8,01 \pm 0,18$ ; $\phi 99,99^{+0,035}$ .															
Т 74	39611X.XXXX Патрон поводковый; 3; XXXXXX.XXXX Упор откидной.															
Т 75	398110.XXXX Головка шлифовальная 100x30x60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.															
Т 76	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.															
77																
А 78	XX XX XX 060 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.															
Б 79	38131X	XXXX	ЗМ227ВФ2	Внутришлифов.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	0,88	
О 80	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 129,99^{+0,040}$ ; $8,49 \pm 0,18$ .															
Т 81	39611X.XXXX Патрон поводковый; XXXXXX.XXXX Упор откидной.															
Т 82	398110.XXXX Головка шлифовальная 100x30x60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.															
Т 83	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.															
84																
А 85	XX XX XX 065 Полировальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.															
Б 86	38131X	XXXX	ЗВ852	Полировально-шлифов.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	21,1	
О 87	Полировать поверхности, выдерживая размеры $\phi 150^{+0,025}$ ; $8 \pm 0,18$ ; $\phi 100^{+0,022}$ .															
А 88	39611X.XXXX Патрон поводковый; 3; XXXXXX.XXXX Упор откидной.															
Б 89	398110.XXXX Головка полировальная лепестковая 120x30x60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.															
О 90	393120.XXXX Профилометр; 3934.10.XXXX Микрометр.															
Т 91																
МК																





Дубл.			
Взам.			
Подп.			

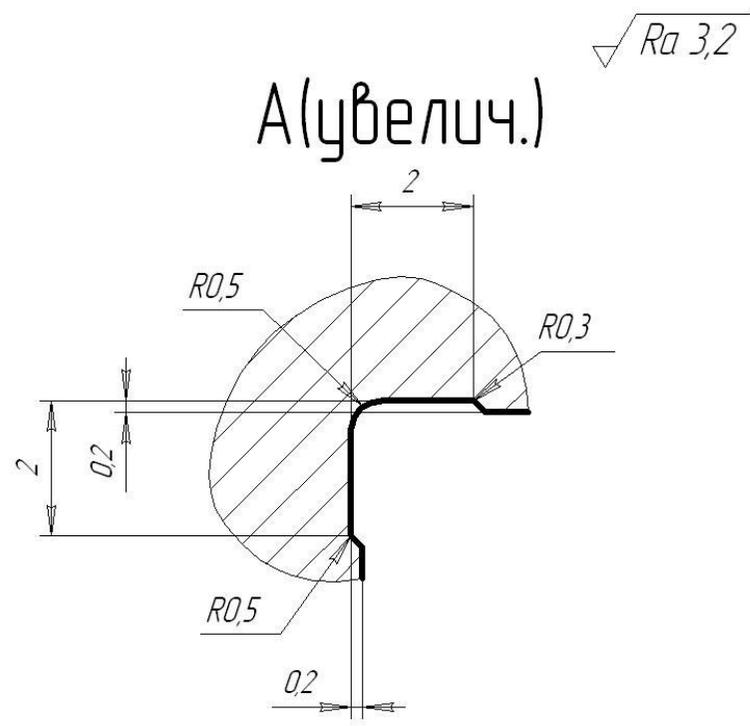
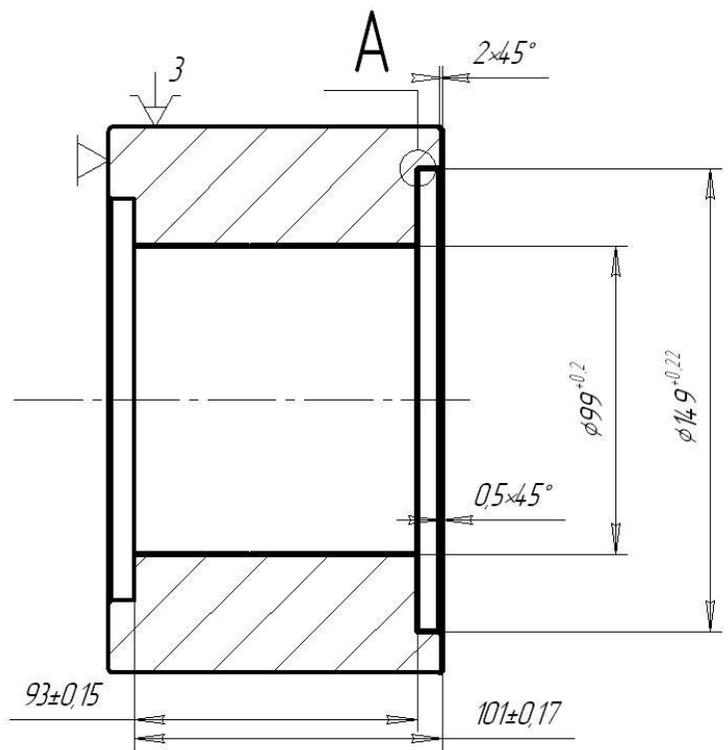

Лист 1

Разраб	Кондраткин		
Проверил	Лозинков		
Н.контр.			

ТГУ  
Кафедра ОТМП

Корпус патрона

ДП 15



КЭ



Дубл.			
Взам.			
Подп.			


Лист 1

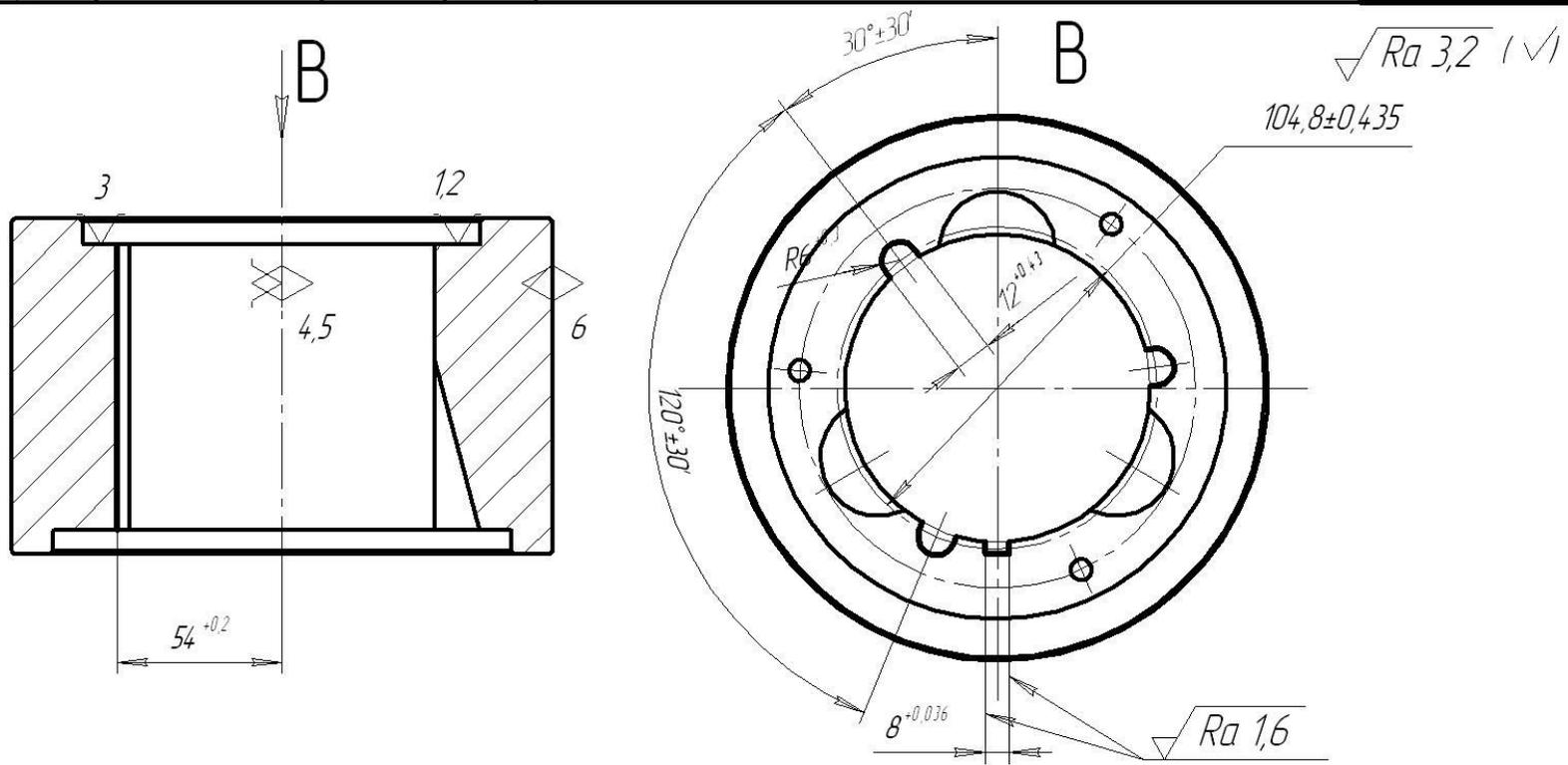
Разраб	Кандрихин		
Проверил	Лозинков		
Нконтр.			

ТГУ  
Кафедра ОТМП

Корпус патрона

ДП

35



КЭ