



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

КАФЕДРА \_\_\_\_\_ «РАКЕТНЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ» (СМ-6)

# РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## *К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ*

### *НА ТЕМУ:*

*Разработка технологического процесса  
изготовления детали «Поршень пироперезарядки»*

Студент \_\_\_\_\_  
СМ6-92  
(Группа)

\_\_\_\_\_  
Н.К. Широкопетлев  
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

\_\_\_\_\_  
Е.В. Никитина  
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

2022 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Индекс)  
\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **ЗАДАНИЕ** **на выполнение курсового проекта**

по дисциплине: Технология производства ракетного и ствольного оружия

Студент группы: Широкопетлев Никита Константинович  
(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсового проекта: Разработка технологического процесса изготовления детали «Поршень пироперезарядки»

Направленность КП (учебный, исследовательский, практический, производственный, др.): учебная  
Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР): кафедра СМ12

График выполнения проекта: 25% к 5 нед., 50% к 9 нед., 75% к 12 нед., 100% к 17 нед.

**Задание:** разработать технологический процесс изготовления детали «Поршень пироперезарядки»;  
спроектировать режущие инструменты, а также подобрать и рассчитать режимы резания;  
спроектировать необходимую оснастку; разработать контрольно-измерительное приспособление.

### ***Оформление курсового проекта:***

Расчетно-пояснительная записка на 39 листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)  
5 листов формата А1

Дата выдачи задания « 1 » сентября 2022 года

**Руководитель курсового проекта:**

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

**Н.К. Широкопетлев**  
(И.О.Фамилия)

**Студент:**

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

**И.В. Никитина**  
(И.О.Фамилия)

## Оглавление

Введение .....	4
1. Общие сведения об объекте производства .....	5
2. Технологический процесс изготовления детали .....	10
2.1. Получение заготовки .....	10
2.2. Промежуточные припуски при обработке наружной цилиндрической поверхности 11	
2.3. Промежуточные припуски и промежуточные размеры при фрезеровании.....	12
2.5. Разработка структуры технологического процесса.....	15
3. Назначение режимов механической обработки .....	17
3.1. Характеристики применяемого оборудования .....	17
3.2. Расчет режимов резания .....	18
3.2.1. Режимы резания обработку наружной цилиндрической поверхности .....	18
3.2.2. Режим резания фрезерование .....	19
3.2.3. Режим резания на сверление отверстия .....	21
3.3. Расчет штучного времени обработки детали .....	23
3.3.1. Расчет основного времени .....	23
3.3.2. Расчёт вспомогательного времени.....	23
3.3.3. Расчет подготовительно-заключительного времени.....	24
3.3.4. Расчет штучного времени .....	24
4. Разработка специальной технологической оснастки.....	25
4.1. Расчет потребного усилия закрепления.....	26
5. Расчет прочности инструмента.....	29
6. Разработка контрольно-измерительного приспособления.....	31
Заключение.....	33
Список используемой литературы.....	34
Приложение А.....	35

## **Введение**

Материал курсового проект представлен на 5 листах чертежей формата A1. В качестве описания приложена расчетно-пояснительная записка на 39 листов формата A4 с подробным содержанием проделанной работы, содержанием листов и необходимых расчетов.

Первый лист содержит рабочий чертеж изготавливаемой детали с указанием всех размеров, технические требования по качеству получаемых размеров и поверхностей и специальные требования по контролю и изготовлению детали.

Второй лист содержит операционные эскизы, на которых в свою очередь описано содержание технологических операций и технологических переходов на каждой операции.

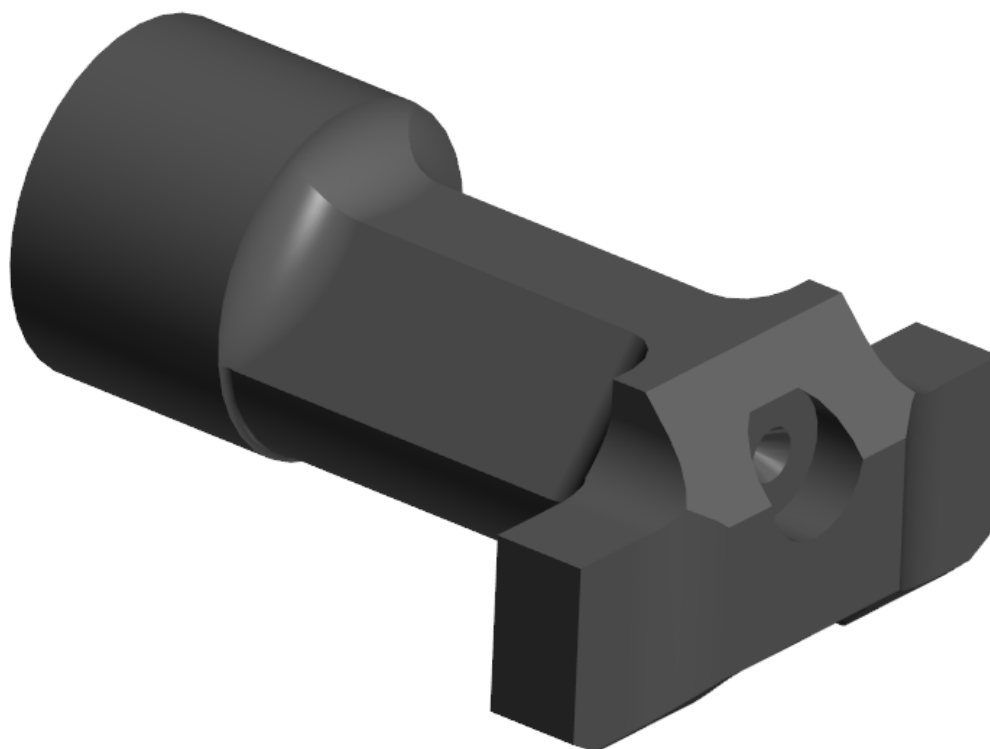
Третий лист содержит сборочный чертеж приспособления для крепления изделия для фрезерной обработки на обрабатывающем центре MCV 1000 5 AX Sprint.

Четвертый лист содержит рабочие чертежи инструментов, применяемых на показанных технологических операциях: державка и режущая пластина, комплектный метчик, фреза концевая, сверло.

Пятый лист содержит контрольно-измерительное приспособление для контроля биения главного цилиндра.

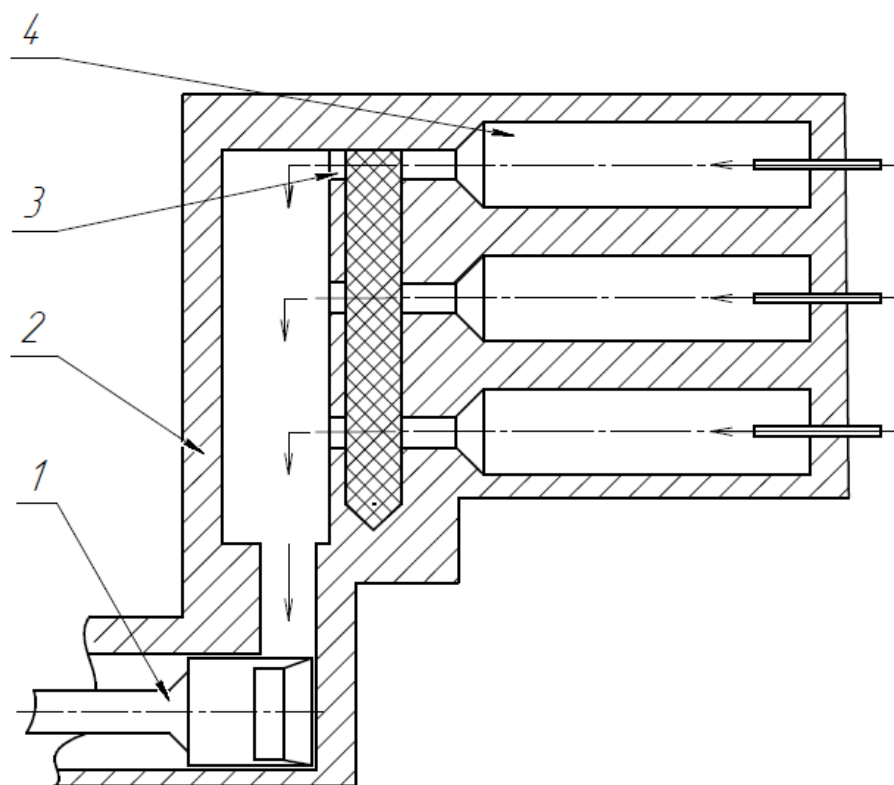
## **1. Общие сведения об объекте производства**

В данном курсовом проекте рассматривается деталь «Поршень пироперезарядки» предназначенная для работы системы автоматического перезаряжания двухствольной авиационной пушки ГШ-23. Трёхмерная модель детали «Поршень пироперезарядки» представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Трёхмерная модель детали «Поршень пироперезарядки»

Принцип действия детали, следующий: в момент прохода пороховых газов по каналу ствола, их часть поступает в отдельный канал и попадает в двигатель автоматики. В нём газ действует на поршень затворной рамы. В блоке пиропатронов три заряда, они срабатывают поочередно, включение сигнала на срабатывание пиропатрона происходит от электронной системы управления стрельбой. Функциональная схема работы системы пироперезарядки представлена на рисунке 1: 1 – поршень, 2 – корпус, 3 – клапан, 4 – пиропатрон.



**Рисунок 2.** Схема пироперезарядки пушки ГШ-23

Тип производства - серийное.

Используемый материал детали – сталь 30ХН2МФА ГОСТ 4543-2016.

Расшифровка используемого материала:

- массовая доля углерода в стали 30ХН2МФА примерно равна 0,30%;
- буква Х в обозначении стали указывает, что сталь легирована хромом, отсутствие за буквой цифр означает, что массовая доля этого легирующего элемента не превышает 1,5%;
- буква Н в обозначении стали указывает, что сталь легирована никелем, цифра 2 за буквой означает, что массовая доля этого легирующего элемента примерно равна 2%;
- буква М в обозначении стали указывает, что сталь легирована молибденом, отсутствие за буквой цифр означает, что массовая доля этого легирующего элемента не превышает 1,5%;

- буква Ф в обозначении стали указывает, что сталь легирована ванадий, отсутствие за буквой цифр означает, что массовая доля этого легирующего элемента не превышает 1,5%;
- буква А в обозначении стали указывает, что сталь высококачественная, т.е. — сталь с повышенными требованиями к химическому составу и макроструктуре металлопродукции из нее по сравнению с качественной сталью.

Данный материал относится к конструкционным легированным сталям, предназначенным для работы в узлах ответственных деталей турбин и компрессорных машин, работающих при высоких температурах, таких как: валы, цельнокованные роторы, диски, детали редукторов, болты, шпильки и т.п. Химический состав и механические свойства данной стали представлены в таблице 1 и 2, соответственно.

Таблица 1. Химический состав стали 30ХН2МФА

Массовая доля элементов, %						
С	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
0,27 – 0,34	0,17 – 0,37	0,3 – 0,6	0,6 – 0,9	2,0 – 2,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,18

Таблица 2. Механические свойства стали 30ХН2МФА

Механические свойства стали 30ХН2МФА									
ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$KCU$ , Дж/ см <sup>2</sup>	НВ, не более
ГОСТ 4543-71	Прутки. Закалка 860° С, масло. Отпуск 680°	25	-	785	880	10	40	88	-
ГОСТ 8479-70	Поковки. Закалка. Отпуск	100 – 300 300 – 500	490	490 490	655 655	13 12	40 35	54 49	212-248
-	Прутки. Закалка 850° С, масло. Отпуск 200° С, воздух	15	-	1470	1710	11	50	58	(49)

Механические свойства стали 30ХН2МФА в зависимости от сечения						
Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$KCU$ , Дж/см <sup>2</sup>
Закалка 860° С, масло. Отпуск 680° С, выдержка 1,5 ч						
20	Ц	680	940	16	58	140
60	К	790	890	19	66	170
	Ц	740	900	20	65	170



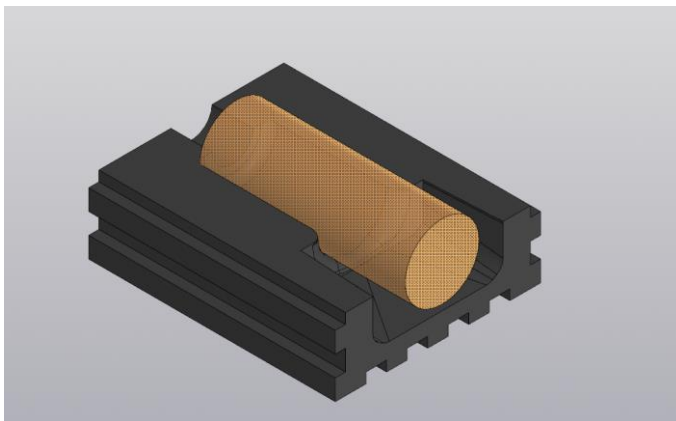
Механические свойства стали 30ХН2МФА в зависимости от температуры отпуска					
Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$KCU$ , Дж/см <sup>2</sup>
Закалка 860° С, масло					
200	1460	1650	8	51	68
300	1400	1550	8	55	54
400	1310	1410	9	56	64
500	1190	1230	10	58	93

Механические свойства стали 30ХН2МФА сечением 10 мм в зависимости от температуры испытания			
Температура испытаний, °С	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
Закалка 860° С, масло. Отпуск 500° С			
250	1160	13	65
400	920	13	68
500	680	36	79

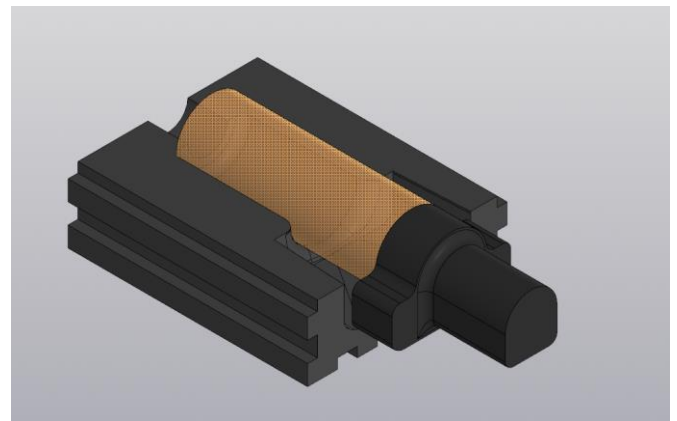
## 2. Технологический процесс изготовления детали

### 2.1. Получение заготовки

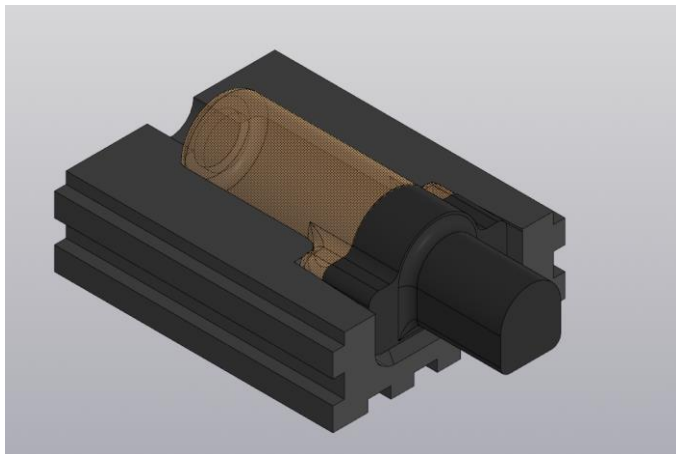
Используемый тип заготовки – вал круглого сечения В1-36 ГОСТ 2590-2006 30ХН2МФА ГОСТ 4543-2016. Заготовку получают путём сортового горячекатаного проката. Точность проката обычная – В1. Процесс получения заготовки для последующей обработки представлен на рисунке 3: а – помещение заготовки В1-36 в пресс-форму (для наглядности показана только её нижняя часть), б – заход поршня на длину рабочего хода, в – получение заготовки и выход поршня, г – извлечение заготовки при помощи толкателя.



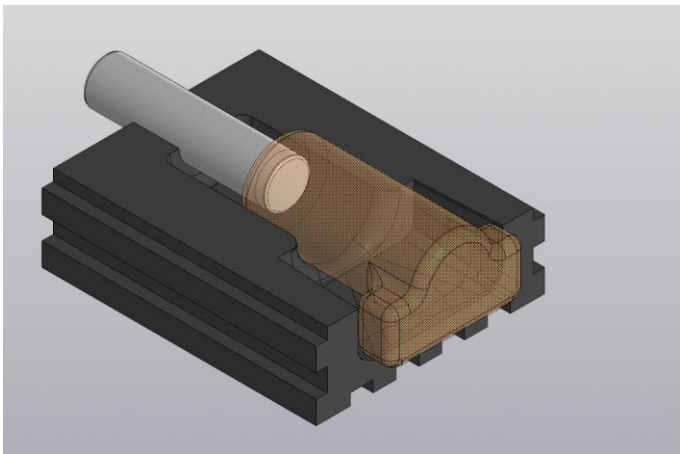
а)



б)



в)



г)

**Рисунок 3.** Процесс получения заготовки

Проектирование заготовки делали предполагает подбор материала, а так же расчет геометрической формы. Последнее считают в зависимости от суммы всех припусков на обработку делали.

Существуют два метода назначения припусков: производственный (по соответствующим таблицам) и расчетно-аналитический (на основе расчета). В отчете приведён последний метод для трёх основных операций: точение, фрезерование и сверление.

Расчетно-аналитический метод определения величины припуска базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при изготовлении заготовки и её обработке. Расчёт проводим по справочнику технолога-машиностроителя под редакцией Косиловой, том 1 [8].

## **2.2. Промежуточные припуски при обработке наружной цилиндрической поверхности**

Для наружных и внутренних поверхностей вращения формула припуска:

$$2Z_{min} = 2 \left( R_z + h + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_y^2} \right),$$

где  $R_z = 160$  – шероховатость;  $h = 250$  – глубина дефектного слоя;  $\Delta_{\Sigma}$  – суммарное пространственное отклонение поверхности;  $\varepsilon_y$  – погрешность установки.

Суммарное пространственное отклонение поверхности рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{кр}^2 + \Delta_{ц}^2},$$

где  $\Delta_y = 0,5$  – кривизна профиля сортового проката;  $L_k = 65$  мм – длина заготовки, тогда  $\Delta_{кр} = \Delta_y L_k = 0,5 \times 35 = 17,5$  мкм – кривизна заготовки;  $T = 1400$

мкм – допуск на диаметральный размер базы заготовки по ГОСТ 2590-2006;  
 $\Delta_{\text{ц}} = 0,25T = 0,25 \times 1400 = 350$  мкм - смещение оси заготовки.

$$\text{Тогда } \Delta_{\Sigma} = \sqrt{17,5^2 + 350^2} = 350,4 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_y = 250$  мкм - погрешность установки заготовки в трехкулачковом патроне.

#### Минимальный припуск

Так как вначале заготовку подвергают термической обработке, то по правилам расчета припусков слагаемое  $h$  из формулы исключают.

$$2Z_{\min} = 2 \left( 160 + \sqrt{350,4^2 + 350^2} \right) = 1310,5 \text{ мкм} = 1,31 \text{ мм.}$$

#### Максимальный припуск

$$2Z_{\max} = 1310,5 + 1400 - 120 = 2590,5 \text{ мкм} = 2,6 \text{ мм,}$$

где  $\delta_{\text{дп}} = 1400$  мкм - допуск размера на предшествующем переходе;  $\delta_{\text{дв}} = 120$  мкм - допуск размера на выполняемом переходе.

#### Определим промежуточные размеры

Максимальные и минимальные промежуточные размеры определим по формуле:

$$D_{\min(\max)} = D_{\text{нач}} + 2Z_{\min(\max)};$$

$$D_{\min} = D_{\text{нач. min}} + 2Z_{\min} = 7,902 + 1,31 = 9,212 \text{ мм;}$$

$$D_{\max} = D_{\text{нач. max}} + 2Z_{\max} = 7,96 + 2,6 = 10,1 \text{ мм.}$$

### **2.3. Промежуточные припуски и промежуточные размеры при фрезеровании**

Минимальный припуск при последовательной обработке противоположащих поверхностей рассчитывается по формуле:

$$Z_{\min} = R_z + h + \Delta_{\Sigma} + \varepsilon_y,$$

где  $R_z = 63$  – шероховатость,  $h = 60$  – глубина дефектного слоя (после предыдущей операции);  $\Delta_{\Sigma}$  – суммарное пространственное отклонение поверхности;  $\varepsilon_y$  – погрешность установки.

Суммарное пространственное отклонение поверхности рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кр}}^2 + \Delta_{\text{ц}}^2},$$

где  $\Delta_y = 0,5$  – кривизна профиля сортового проката;  $L_{\text{к}} = 35$  мм – длина заготовки, тогда  $\Delta_{\text{кр}} = \Delta_y L_{\text{к}} = 0,5 \times 35 = 17,5$  мкм – кривизна заготовки;  $T = 120$  мкм – допуск на диаметральный размер базы заготовки после предыдущей операции;  $\Delta_{\text{ц}} = 0,25T = 0,25 \times 120 = 60$  мкм – смещение оси заготовки.

$$\text{Тогда } \Delta_{\Sigma} = \sqrt{17,5^2 + 60^2} = 62,5 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_y = 250$  мкм – погрешность установки заготовки в трехкулачковом патроне заготовки с чисто обработанной базой.

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = 63 + 60 + 62,5 + 250 = 435,5 \text{ мкм} = 0,44 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{\max} = 435,5 + 120 - 90 = 465,5 \text{ мкм} = 0,47 \text{ мм,}$$

где  $\delta_{\text{дн}} = 120$  мкм – допуск размера на предшествующем переходе;  $\delta_{\text{дв}} = 90$  мкм – допуск размера на выполняемом переходе.

Определим промежуточные размеры:

$$L_{\min} = L_{\text{нач. min}} + Z_{\min} = 5,095 + 0,44 = 5,535 \text{ мм;}$$

$$L_{\max} = L_{\text{нач. max}} + Z_{\max} = 5,17 + 0,47 = 5,64 \text{ мм.}$$

## 2.4. Промежуточные припуски и промежуточные размеры при сверлении

Минимальный припуск при последовательной обработке противоположащих поверхностей рассчитывается по формуле:

$$Z_{\min} = R_z + h + \Delta_{\Sigma} + \varepsilon_y,$$

где  $R_z = 32$  – шероховатость,  $h = 30$  – глубина дефектного слоя (после предыдущей операции);  $\Delta_{\Sigma}$  – суммарное пространственное отклонение поверхности;  $\varepsilon_y$  – погрешность установки:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_o^2}, \text{ где}$$

$C_o = 20$  мкм – смещение оси отверстия;  $\Delta_y = 1,3$  мкм/мм – значение увода оси сверла;  $l = 10$  мм – длина просверливаемого отверстия;

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(1,3 \cdot 10)^2 + 20^2} = 24 \text{ мкм};$$

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = 32 + 30 + 24 + 250 = 336 \text{ мкм} = 0,34 \text{ мм}.$$

Максимальный припуск:

$$Z_{\max} = 336 + 240 - 120 = 456 \text{ мкм} = 0,46 \text{ мм},$$

где  $\delta_{\text{дп}} = 240$  мкм – допуск размера на предшествующем переходе;  $\delta_{\text{дв}} = 120$  мкм – допуск размера на выполняемом переходе.

Определим промежуточные размеры:

$$D_{\min} = 3,36 + 0,34 = 3,7 \text{ мм}.$$

$$D_{\max} = 3,48 + 0,46 = 3,94 \text{ мм}.$$

Таблица 3. Рассчитанные припуски

№	Технологическая операция	Квалитет	Допуск Т, мкм	Элементы припуска, мкм				Промежуточные припуски, мм		Промежуточные размеры, мм.	
				z	h	$\Delta\Sigma$	y	Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>	D <sub>min</sub> / L <sub>min</sub>	D <sub>max</sub> / L <sub>max</sub>
1	Токарная	10	120	60	50	50,4	50	0,65	1,3	9,212	10,1
2	Фрезерная	1	90	3	0	62,5	50	0,44	0,47	5,535	5,64
3	Сверление	2	120	2	0	24	50	0,34	0,46	3,7	3,94

Таким образом рассчитываются припуски на остальные переходы и суммируются. В результате получаем следующие характеристики заготовки:

- размеры заготовки:  $\varnothing 30$  мм и длиной 120 мм;
- масса заготовки:  $m_3 = 3$  кг;
- масса детали:  $m_d = 0,321$  кг.

Коэффициент использования материала (КИМ):

$$K_{\text{И}} = \frac{m_d}{m_3} \cdot 100\%;$$

$$K_{\text{И}} = \frac{3}{0,321} \cdot 100\% = 9,84 \%$$

## 2.5. Разработка структуры технологического процесса

Разработка технологического процессов является одним из основных разделов в технологической подготовке производства и выполняется на основе принципов «Единой системы технологической подготовки производства» (ГОСТ 14.001-73).

ГОСТ 14.301-83 системы устанавливает виды и общие правила разработки технологических процессов, исходную информацию и перечень основных задач на этапах их разработки.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным, обеспечивать повышение производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Технологический процесс изготовления детали «Поршень пироперезарядки» представлен в виде таблицы в приложении А.



### 3. Назначение режимов механической обработки

#### 3.1. Характеристики применяемого оборудования

Станок: Токарно-фрезерный станок с ЧПУ типа Biglia B565Y.

Технические данные:

*"Рабочая зона":*

- Максимальная длина обработки наружных поверхностей: 560 мм;
- Максимальный диаметр точения над станиной: 290 мм.

*"Заготовка":*

- Максимальный диаметр заготовки: 580 мм;
- Максимальный диаметр заготовки в патроне главного шпинделя: 250 мм;
- Максимальный диаметр прутка в главном шпинделе: 65 мм.

*"Перемещения":*

- Перемещение по оси X: 170 мм;
- Перемещение по оси Y: 105 мм;
- Перемещение по оси Z: 560 мм.

Мощность двигателя главного привода - 26 кВт;

Пределы частот вращения шпинделей 40-2800 об/мин;

Наибольшая рабочая подача по осям X, Z, Y: 24000 мм/мин.

Применение: для обработки деталей из пруткового материала.



**Рисунок 4.** Токарно-фрезерный станок с ЧПУ типа Biglia B565Y

### 3.2. Расчет режимов резания

Расчеты режимов резания для трех основных операций проведены согласно методике, изложенной в справочнике технолога [9].

#### 3.2.1. Режимы резания обработки наружной цилиндрической поверхности

Режущий инструмент: SCLCL 1515H09 державка для точения Sandvik и режущая пластина CCMT 09T308-MR 2025 СМП Sandvik. Инструмент изготовлен из твердого сплава.

Глубина резания:  $t = 2z_{\max}/2 = 2,6/2 = 1,3$  мм;

Подача:  $S = 0,5$  мм/об;

Расчётное значение скорости резания:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}, \text{ м/мин,}$$

где  $T = 40$  мин – стойкость инструмента,  $C_v = 340$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ ,  $K_v$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияния характеристик инструмента на режим резания.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

где  $K_{MV}$  – поправочный коэффициент, учитывает влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала заготовки на скорость резания;  $K_{PV}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;  $K_{IV}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

Данные коэффициенты находятся по таблицам [9].

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,8 \left( \frac{750}{1177} \right)^{0,9} = 0,53;$$

$$K_{PV} = 0,9;$$

$$K_{IV} = 0,85.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0,53 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,41.$$

По принятым табличным значениям поправочных коэффициентов определяем скорость резания:

$$V = \frac{340 \cdot 0,41}{40^{0,2} \cdot 0,5^{0,45} \cdot 1,3^{0,15}} = 87,5 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 87,5}{3,14 \cdot 55} = 506,5 = 510 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Сила резания – тангенсальная составляющая:

$$P_o = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p = 204$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ,  $n = 0$  – коэффициенты, назначенные по таблице из [9],  $K_p$  – коэффициент, учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p}, \text{ где}$$

$K_{mp} = 1,4$ ,  $K_{\varphi p} = 0,94$ ,  $K_{\gamma p} = 1$ ,  $K_{\lambda p} = 1$  – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющую силы резания, рассчитываются по таблицам из [9].

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 1,4 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 1,316.$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 91,1^0 \cdot 1,316 = 1596,3 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1596,3 \cdot 91,1}{1020 \cdot 60} = 2,29 \text{ кВт.}$$

### 3.2.2. Режим резания фрезерование

Режущий инструмент: 203015 фреза Ø5 Garant.

Концевые фрезы представляют собой вытянутый цилиндр, напоминающий палец, отсюда и другое название – пальчиковые фрезы. Они предназначены для вырезки пазов, создание выемок, обрабатывание контурных выступов.

Данный инструмент изготовлен из стали марки P18 ГОСТ 19265-73.

Глубина резания:  $t = 1,4$  мм.

Подача на один зуб:  $S_z = 0,06$  мм/об.

Расчётное значение скорости резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p}, \text{ м/мин,}$$

где  $T = 60$  – стойкость инструмента,  $C_v = 22,5$ ,  $q = 0,35$ ,  $x = 0,21$ ,  $y = 0,48$ ,  $u = 0,03$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,27$  – коэффициенты, назначенные по таблицам [9],  $z = 3$  – количество зубьев,  $K_v = 0,41$  – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,  $D = 16$  – диаметр фрезы,  $B = D = 16$  – ширина фрезерования.

По принятым табличным значениям поправочных коэффициентов определяем скорость резания:

$$V = \frac{22,5 \cdot 16^{0,35} \cdot 0,41}{60^{0,27} \cdot 0,06^{0,48} \cdot 16^{0,03} \cdot 3^{0,1}} = 25,6 \text{ м/мин.}$$

Расчетное значение частоты вращения шпинделя  $n_p$ :

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25,6}{3,14 \cdot 16} = 510 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Сила резания: главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_{mp},$$

где  $z = 3$  – число зубьев фрезы;  $n = 1,1$ ,  $C_p = 82$ ,  $q = 0,86$ ,  $x = 0,75$ ,  $y = 0,6$ ,  
 $u = 1$ ,  $w = 0$  – коэффициенты, назначенные по таблице [9],  $K_{mp} = 1,4$ .

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 1,4^{0,75} \cdot 0,06^{0,6} \cdot 16^{1,1} \cdot 3}{16^{0,86} \cdot 600^0} = 1138,7 \text{ Н.}$$

Крутящий момент, Н·м, на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1138,7 \cdot 16}{200} = 91,1.$$

Мощность резания (эффективная), кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = 0,56.$$

### 3.2.3. Режим резания на сверление отверстия

Режущий инструмент: 122151 Сверло Ø2 Garant.

Глубина резания:  $t = 0,5D = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ мм.}$

Подача:  $S = 0,13 \text{ мм/об.}$

Определяем расчётное значение скорости резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}, \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

где  $T = 15$  – стойкость инструмента по таблице 30 [9],  $C_v = 3,5$ ;  $m = 0,12$ ;  
 $q = 0,5$ ;  $y = 0,45$ ,  $x = 0$ ,  $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv}$  – общий поправочный коэффициент,  
 учитывающий фактические условия резания.

$K_{mv} = 0,685$ ,  $K_{uv} = 0,74$ ,  $K_{tv} = 0,85$  (учитывает глубину сверления), тогда  
 $K_v = 0,685 \cdot 0,74 \cdot 0,85 = 0,431$  (все значения взяты из таблиц [9]).

$$V = \frac{3,5 \cdot 2,8^{0,5} \cdot 0,431}{15^{0,12} \cdot 0,13^{0,45} \cdot 0,56^0} = 3,7 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент, Н·м:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p,$$

где  $C_M = 0,012$ ,  $q = 2,2$ ,  $y = 0,8$ ,  $K_p = 1,4$  – определяются по таблицам [9].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 2,8^{2,2} \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,4 = 0,32.$$

Осевая сила, Н:

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p,$$

где  $C_p = 42$ ,  $q = 1,2$ ,  $y = 0,75$ ,  $K_p = 1,4$  - определяются по таблицам [9].

$$P_0 = 10 \cdot 42 \cdot 2,8^{1,2} \cdot 0,13^{0,75} \cdot 1,4 = 438.$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,7}{3,14 \cdot 2,8} = 420 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{0,32 \cdot 500}{9750} = 0,016 \text{ кВт}.$$

Таким образом проводятся расчеты режимов резания для всех операций.  
Таблицы с результатами приведены на листе №2 «Операционные эскизы».

### 3.3. Расчет штучного времени обработки детали

Техническая норма времени является важнейшим параметром для расчетов элементов себестоимости изделия и планирования производства, а также используется в качестве критерия оценки уровня производительности технологического процесса.

#### 3.3.1. Расчет основного времени

Основное время  $T_0$  на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{n s} i$$

где  $L$  - длина рабочего хода резца, мм,

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1 = t \cdot \text{ctg}\varphi + (0,5 \dots 2)$  - величина пути врезания, мм;

$l_2$  - величина перебега резца (вывода инструмента), 1-3 мм;

$l_3$  - величина пути для снятия пробных стружек, мм. В массовом производстве при работе на настроенных станках не учитывается;

$i$  - число рабочих ходов резца.

#### 3.3.2. Расчёт вспомогательного времени

Вспомогательное время рассчитывается по следующей формуле:

$$T_B = T_{\text{Ву}} + T_{\text{Воп}} + T_{\text{Визм}}$$

где  $T_{\text{Ву}}$  – время на установку и снятие детали вручную или подъёмником, мин

$T_{\text{Воп}}$  – вспомогательное время, связанное с операцией (не вошедшее в управляющую программу), мин;

$T_{\text{Визм}}$  – вспомогательное неперекрываемое время на измерения, мин.

Времена для расчета вспомогательного времени взяты из межотраслевого стандарта [7].

Так как используемый станок оснащен программным обеспечением, то вспомогательное время для переходов одной операции будет постоянным и равным  $T_B = 0,07$  мин.

### **3.3.3. Расчет подготовительно-заключительного времени**

Норма времени на подготовительно-заключительное время включает в себя время на оснащение рабочего места необходимой документацией, инструментом, на наладку оборудования и инструктаж рабочего. Определяется по формуле:

$$T_B = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр}$$

где  $T_{пз1}$  – норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{пз2}$  – норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств;

$T_{пр.обр}$  – норма времени на пробную обработку.

Оценка времени проведена по таблицам из [6].

### **3.3.4. Расчет штучного времени**

Включает в себя основное и вспомогательное время, а также время на естественные надобности и время на обслуживание рабочего места (10% от суммы основного и вспомогательного времени):

$$T_{шт} = T_0 + T_B + 0,1(T_0 + T_B).$$

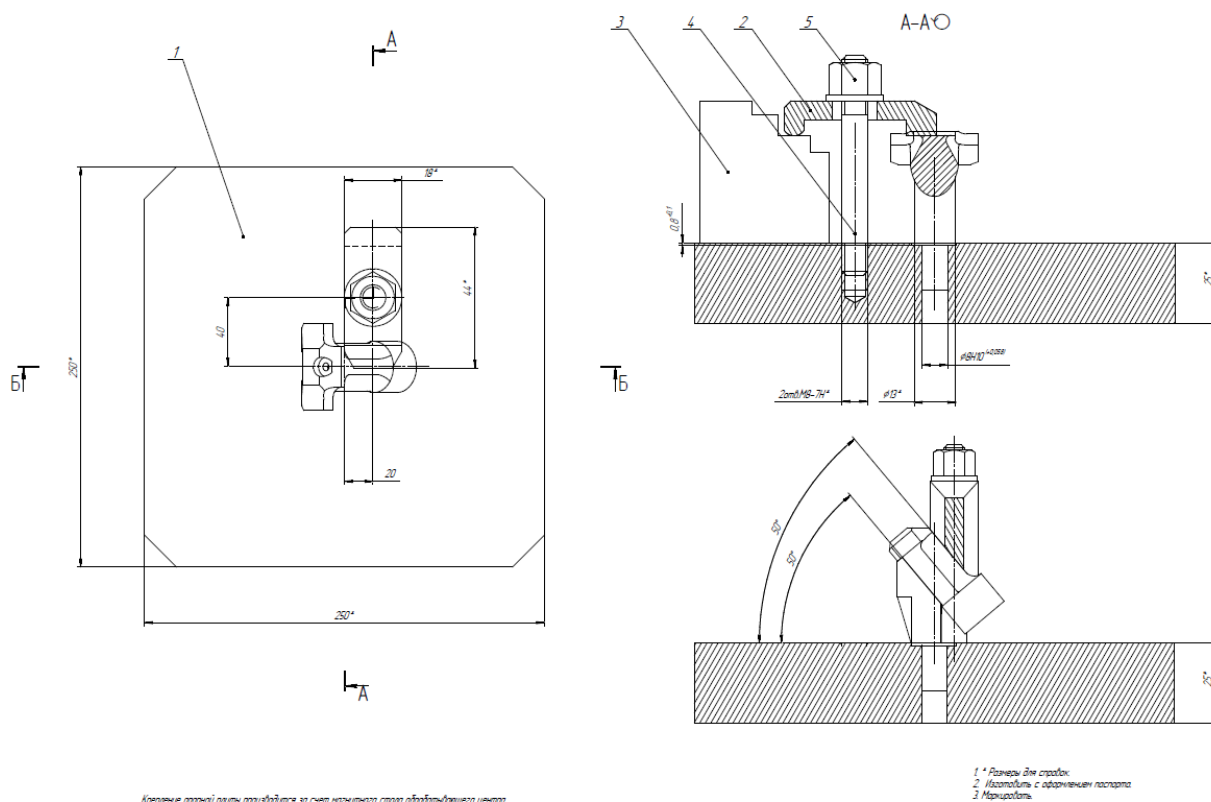
Таким образом рассчитываются нормы времени для всех переходов операций. Результаты расчетов приведены в таблицах на листе №2 «Операционные эскизы».



#### 4. Разработка специальной технологической оснастки

Технологическая оснастка – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, транспортирования заготовок, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

Для выполнения детали «Поршень пироперезарядки» используется приспособление необходимое для удобного и надежного закрепления заготовки во время фрезерной обработки ребра *3h14* на станке SPRINT (операция «080» Фрезерная с ЧПУ). Как видно из рисунка 4 плита имеет два отверстия под шпильку и одно для обработанного вала заготовки. Прихват зажимает одну из сторон будущего ребра. Затем, когда произойдет обработка, зажимное устройство переустанавливают в противоположное отверстие и повторяют операцию.



**Рисунок 5.** Приспособление для фрезерной обработки рёбер: 1 – опорная плита, 2 – прихват, 3 – гайка, 4, 5 – шпилька.

#### 4.1. Расчет требуемого усилия закрепления

Расчетная схема представлена на рисунке 6 – сдвигу заготовки под действием силы резания  $R$  препятствуют силы трения (не показаны), возникающие в местах контактов заготовки с опорами и зажимным механизмом.

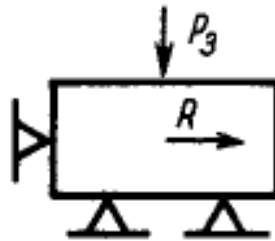


Рисунок 6. Расчетная схема

Формула для расчета силы закрепления следующая:

$$P_3 = \frac{KR}{(f_1 + f_2)},$$

где  $K$  – коэффициент запаса;  $R$  – сила резания и ее составляющие;  $f_1, f_2$  – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и с зажимным механизмом.

Коэффициент запаса  $K$  вводят в формулы при вычислении силы  $P_3$  для обеспечения надежного закрепления заготовки:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

где  $K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;  $K_1 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях (при черновой обработке);  $K_2 = 1,8$  – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (фрезерование концевой фрезой по стали);  $K_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистых точении и торцовом фрезеровании;  $K_4 = 1,3$  –

коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в зажимном механизме (ручной привод);  $K_5 = 1,0$  – коэффициента, характеризующий эргономику ручного ЗМ (поворот гайки);  $K_6 = 1,5$  – коэффициент, учитывающий моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры (при установке на опорные пластинки).

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 7,58.$$

Коэффициенты трения равны:

- $f_1 = 0,16$  при следующем условии: заготовка контактирует с опорами и ЗМ приспособления обработанными поверхностями;
- $f_2 = 0,25$  при следующем условии: заготовка контактирует с опорами и ЗМ приспособления необработанными поверхностями.

Обрабатывающий станок: MCV 1000 5 AX Sprint.

Режущий инструмент: M4002-020-T18-02-01 фреза корпусная Ø20 Walter.

Глубина резания:  $t = 1$  мм.

Подача на один зуб:  $S_z = 0,18$  мм/об.

Расчётное значение скорости резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

где  $T = 80$  – стойкость инструмента,  $C_v = 49,6$ ,  $q = 0,15$ ,  $x = 0,2$ ,  $y = 0,3$ ,  $u = 0,2$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,14$  – коэффициенты, назначенные по таблицам [9],  $z = 2$  – количество пластин,  $K_v = 0,41$  – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,  $D = 20$  – диаметр фрезы,  $B = D = 20$  – ширина фрезерования.

По принятым табличным значениям поправочных коэффициентов определяем скорость резания:

$$V = \frac{49,6 \cdot 20^{0,15} \cdot 0,41}{80^{0,14} \cdot 0,18^{0,3} \cdot 20^{0,2} \cdot 2^{0,1}} = 14,8 \text{ м/мин.}$$

Расчетное значение частоты вращения шпинделя  $n_p$ :

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 14,8}{3,14 \cdot 20} = 235,7 \approx 240 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Сила резания: главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_{mp},$$

где  $n = 1,1$ ,  $C_p = 218$ ,  $q = 1,15$ ,  $x = 0,92$ ,  $y = 0,78$ ,  $u = 1$ ,  $w = 0$  – коэффициенты, назначенные по таблице 41 [2],  $K_{mp} = 1,4$ .

$$P_z = \frac{10 \cdot 218 \cdot 1^{0,92} \cdot 0,18^{0,78} \cdot 20^{1,1} \cdot 2}{12^{1,15} \cdot 300^0} = 1773 \text{ Н.}$$

$$R = P_z = 1773 \text{ Н.}$$

Тогда сила зажима равна

$$P_3 = \frac{7,58 \cdot 1773}{(0,16 + 0,25)} = 32\,778,88 \text{ Н} = 32,8 \text{ кН.}$$

## 5. Расчет прочности инструмента

При заданных условиях резания инструментальный материал должен иметь определенный предел прочности при растяжении во избежание хрупкого разрушения инструмента вне контактной зоны, где действуют максимальные растягивающие напряжения. Наряду с этим инструментальный материал должен иметь определенный предел прочности на сжатие  $\sigma_v$  во избежание хрупкого разрушения в зоне сжатия в области режущей кромки, где действуют максимальные сжимающие напряжения.

Абсолютная величина  $\sigma_v$ , в основном, определяется сопротивлением обрабатываемого материала резанию.

Сопротивление инструментального материала пластическому разрушению определяется температурной зависимостью твердости. Если твердость инструментального материала во всем диапазоне до температуры плавления обрабатываемого материала выше твердости стружки, то пластическое разрушение инструмента при любых режимах резания будет отсутствовать [4].

Исходя из того, что во всем температурном диапазоне твердость сплава инструмента превышает твердость стружки, можно утверждать, что пластическое разрушение при любых режимах будет отсутствовать.

Рассчитаем на прочность один из токарных резцов, а именно резца CCMT 09T308-MR Sandvik с державкой для точения SCLCL 1515H09 Sandvik (операция №045, переходы 1-4).

Необходимо, чтобы главная составляющая сил резания  $P_z$  была меньше максимально допустимых нагрузок по прочности  $[P_z]$  и по жесткости  $[P_zж]$  или равна им:

$$P_z \leq [P_z]; P_z \leq [P_zж].$$

Необходимо рассчитать эти допустимые нагрузки по следующим формулам:

- Для резца квадратного сечения:

$$[P_z] = \frac{h^3 \cdot \sigma_{и.д.}}{6 \cdot l},$$

$$[P_{жесткости}] = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{l^3},$$

где  $l$  – вылет резца, мм ;  $\sigma_{и.д.}$  – допустимое напряжение при изгибе материала обрабатываемой детали, МПа;  $h$  – ширина и высота оправки, мм;  $f = 0,2$  мм – допустимая стрела прогиба резца;  $E$  – модуль упругости материала резца для углеродистой стали, МПа;  $J$  – момент инерции сечения корпуса (для прямоугольного сечения  $J = \frac{h^4}{12}$ ).

Значения параметров для материала нашего резца и его геометрии представлены в таблице 5.

**Таблица 4.** Параметры резца

$h, \text{мм}$	$\sigma_{и.д.}, \text{МПа}$	$l, \text{мм}$	$f, \text{мм}$	$E, \text{МПа}$	$J, \text{мм}^4$
15	1200	30	0,05	$180 \cdot 10^3$	4218,75

Подставив необходимые параметры в формулы, получим следующие результаты:

$$[P_z] = 20625 \text{ Н}; [P_{ж}] = 16875 \text{ Н}.$$

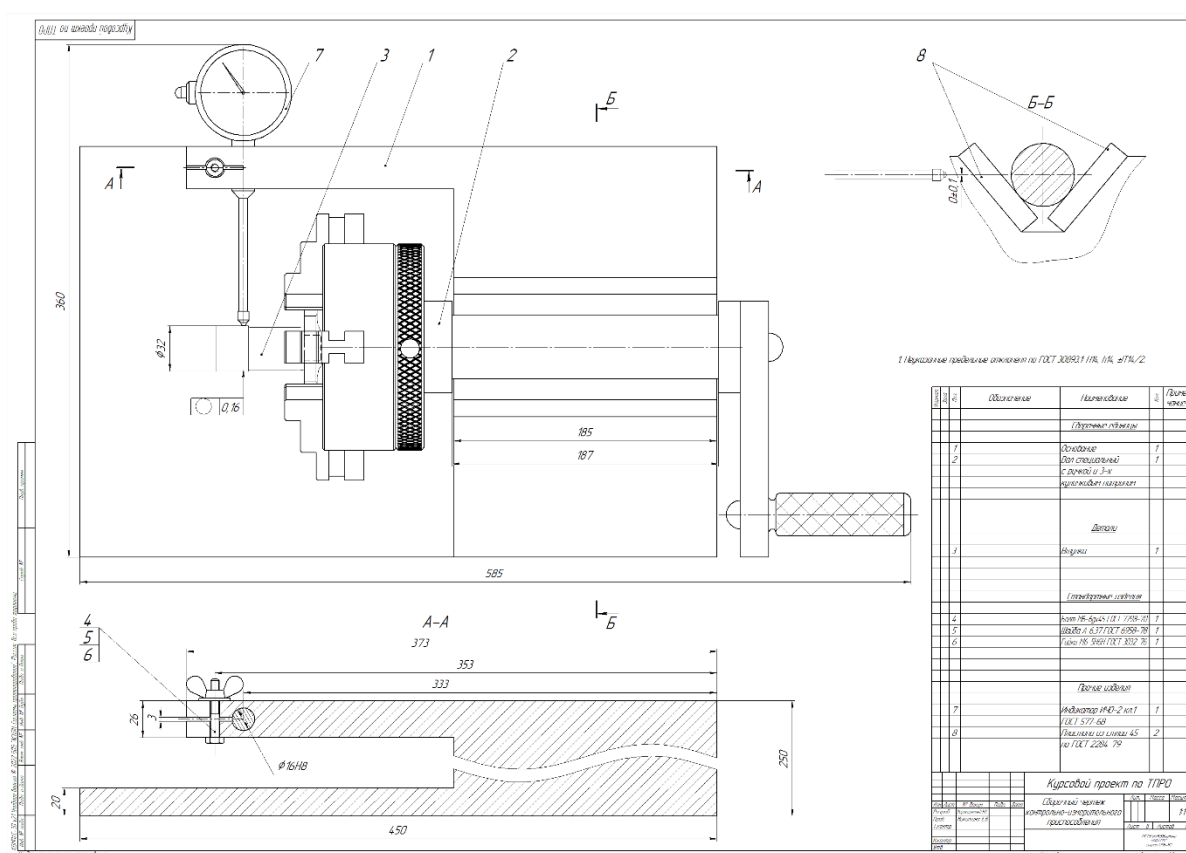
Расчет реально действующей главной составляющей сил резания для операции чистового представлен в разделе 2.3.2. и составляет  $P_z = 1596,3 \text{ Н}$ .

Так как реально действующая главная составляющая сил резания меньше допустимых  $1596,3 \text{ Н} \leq 20625 \text{ Н}$  ;  $1596,3 \text{ Н} \leq 16875 \text{ Н}$ , то условие сохранения прочности и жесткости в процессе обработки выполняется, и инструмент является подходящим для применения в этом технологическом процессе.

## 6. Разработка контрольно-измерительного приспособления

Главными задачами технического контроля являются предотвращение выпуска продукции, не соответствующей требованиям ГОСТ, стандартов, технических условий, эталонов, а также укрепление трудовой дисциплины и повышение ответственности всех звеньев за качество выпускаемой продукции.

В курсовом проекте требуется разработать контрольно-измерительное приспособление для контроля биения (см. рис.7).



**Рисунок 7.** Допуск на биение цилиндрической части

Приспособление состоит из следующих основных элементов:

1 – измерительная основа, 2 – щуп, 7 – индикатор часового типа.

При контроле каретка устанавливается на верхнюю поверхность щупа и плотно зажимается болтами. Контроль осуществляется измерением показаний индикатора часового типа в наивысшей точке базовой поверхности.

Полуразность показаний индикатора соответствует действительному смещению.

Для размеров отверстия щупа подобрали такие допуски, которые обеспечивают необходимую посадку нашей детали в условиях ее непосредственной работы (согласно техническому требованию):  $\frac{H11}{d11}, \frac{H10}{d10}$ .

Прибор прост в изготовлении и позволяет быстро произвести измерение без снятия обрабатываемой детали со станка.



## **Заключение**

В ходе выполнения курсового проекта были выполнены следующие задачи:

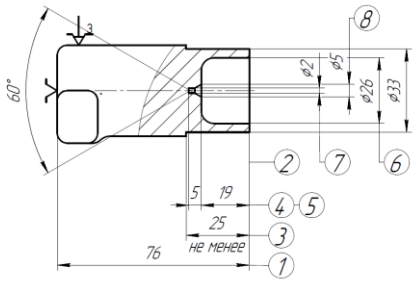
- проведено описание изготавливаемой детали;
- проведен расчет припусков заготовки;
- разработан технологический процесс изготовления детали «Рычаг»;
- выполнены расчеты режимов резания;
- проведены нормирования технологических операций;
- разработано приспособление для фрезерной обработки детали;
- проведены проверочные расчеты нестандартного инструмента;
- разработано контрольное приспособление.

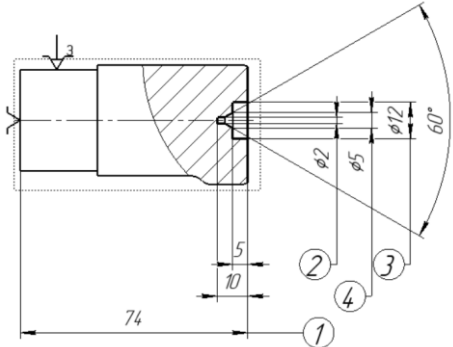
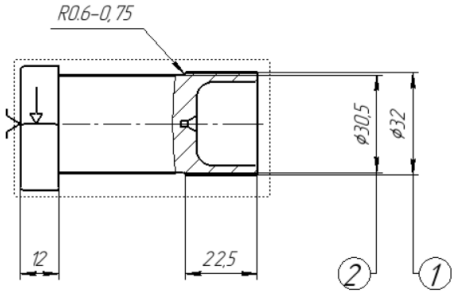
### Список используемой литературы

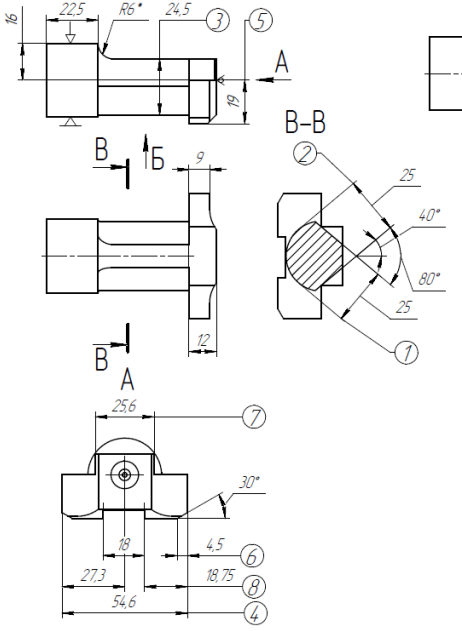
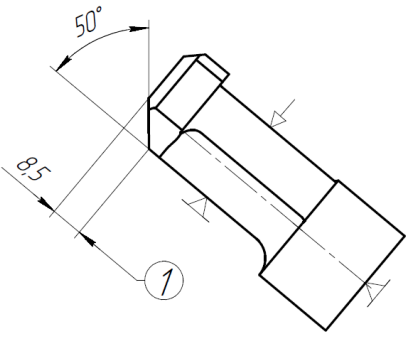
1. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Г. Схиртладзе, А.Е. Щукин, А.С. Ямников. / Под общ.ред. Ю.С. Степанова. – М.: Машиностроение, 1998. – 184 с.
2. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник в 2 т. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1989. – Т.1 – 263 с., ил.
3. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник в 2 т. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1989. – Т.2: Контроль деталей. – 208 с., ил.
4. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. — М.: Машиностроение, 1982. — 320 с , ил.
5. Межотраслевые укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на токарно-винторезных станках (Единичное и мелкосерийное производство) - Москва, 2003: openGost.ru.
6. Миллер Э.Э. Техническое нормирование труда в машиностроении. Уч. пос. для техникумов. Изд. 3-е. М., «Машиностроение», 1972, с. 248
7. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. Изд.3-е.М., «Машиностроение», 1974, 136 с. (ЦБПНТ при НИИтруда).
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-ое изд.,перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-ое изд.,перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

**Приложение А**  
**Таблица 5. Технологический процесс изготовления изделия**

№ операции	Наименование операции	Наименование и тип оборудования	Содержание	Инструменты
005	Контроль ОТК	-	1. Проверить правильность оформления МТЛ. 2. Проверить отметку о проведении входного контроля на выписке из сертификата. 3. Проверить наличие маркировки материала и её соответствие МТЛ.	-
010	Отрезная	Ленточнопильный станок типа HBS-220	1. Отрезать заготовку Ø55 мм, длиной $L = 30 + n(22,4 + 6) + 12 \leq 500$ , где 30 – длина крепления заготовки в патроне станка, $n$ – количество деталей по МТЛ, 22,4 – длина детали, 12 – длина изготовления образцов, 6 – ширина реза и припуск на обработку торцов. 2. Маркировать Ч, М, П, количество деталей на бирке к партии.	- Линейка ГОСТ 427-75; - 517-0335-02 Бирка
015	Горячая штамповка	-	1. Помещение заготовки в прессформу 2. Заход поршня на рабочий ход 3. Извлечение заготовки из прессформы	- 079441 51813 Пневматическая система Dynabrade; - 550310 10
020	Контроль ЦЗЛ	-	1. Проверить стилоскопированием марку стали на соответствие чертежу.	-752073 Электрод; -СЛ-13 Стилоскоп.
025	Транспортирование	-	1. Транспортировать заготовки на детали в таре с МТЛ в цех.	- Тара цеховая.
030	Термическая обработка	-	1. Провести упрочняющую термообработку заготовок на детали по 725-96 ТТП.	-
035	Контроль ОТК	-	1. Контролировать выполнение термообработки по 725-96 ТТП.	-

040	Транспортирование	-	1. Транспортировать заготовки на детали в таре с МТЛ в цех.	- Тара цеховая.
045	Токарная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ типа Biglia B565Y	<p>1. Подрезать торец «как чисто».</p> <p>2. Центровать торец.</p> <p>3. Точить <math>33^{+0,1}</math></p> <p>4. Сверлить <math>\varnothing 24</math> на длину 15,3 мм, обеспечивая соосность.</p> <p>5. Фрезеровать <math>\varnothing 24</math>, 7 мм</p> <p>6. Расточить до <math>\varnothing 26</math></p> <p>7. Центровать, сверлить <math>\varnothing 2^{+0,07}</math> на глубину <math>5^{+0,5}</math></p> <p>8. Зенковать <math>\varnothing 5</math>, <math>60^\circ</math></p> 	<p>- SCLCL 1515H09</p> <p>Державка для точения Sandvik;</p> <p>- CCMT 09T308-MR 2025 СМП Sandvik;</p> <p>- 151.2-21-20 лезвие для отрезки Sandvik;</p> <p>- N151.2-0250-5F 1125 СМП Sandvik;</p> <p>- 111000 центровка 1,6 Garant;</p> <p>- 122151 Сверло <math>\varnothing 2,8</math> Garant;</p> <p>- 122151 Сверло <math>\varnothing 3,4</math> Garant;</p> <p>- 203015 фреза <math>\varnothing 16</math> Garant;</p> <p>- ШЦЦ-1-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89</p> <p>- В 8130-3897 пробка под нарезание резьбы М3×0,35-7Н ОСТ 3-2644-75;</p> <p>- В 8133-1805 пробка под нарезание резьбы М4-7Н ОСТ 3-2645-75.</p>

050	Токарная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ типа Biglia B565Y	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец, 74 мм</li> <li>2. Сверлить Ø2 на длину 10 мм</li> <li>3. Расточить до Ø12</li> <li>4. Зенковать Ø5, 60°</li> </ol> 	-
055	Токарная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ типа Biglia B565Y	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точить Ø30,5 на всю длину</li> <li>2. Точить Ø32 на длину 25 мм</li> </ol> 	- 079441 51813 пневматическая прямая шлифмашина Dynabrade; - 550310 10 набор шлифовальных головок, мелкое зерно Lukas.
060	Контроль ОТК	Координатно-измерительная машина Zeiss Contura G2 Calypso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать выполненные в операции 045 размеры и допуск симметричности первой детали от партии.</li> <li>2. Контролировать на остальных деталях: <math>\varnothing 10^{+0,1}</math> (чертежный <math>\varnothing 10d10(-0,040-0,098)</math>), <math>9\pm 0,1</math>, <math>\varnothing 12h12(-0,18)</math>, <math>0,5H12(+0,1)</math>, <math>5,2d11(-0,030-0,105)</math>, <math>2,2H12(+0,1)</math>, <math>2^{+0,12}</math>, <math>\varnothing 2,68^{+0,07}</math>, <math>14h13(-0,27)</math> и <math>10\pm 0,18</math> согласно эскизу (рис.3), <math>22,4h13(-0,33)</math>.</li> </ol>	- ШЦЦ-1-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89; - В 8130-3897 пробка под нарезание резьбы М3×0,35-7Н ОСТ 3-2644-75; - В 8133-1805 пробка под нарезание резьбы М4-7Н ОСТ 3-2645-75.
065	Фрезерная с ЧПУ	Обработывающий центр типа MCV	1. Фрезеровать лыски заподлицо с обработанной поверхностью согласно эскизу:	- ШЦЦ-1-125-0,01 штангенцир-

		1000 5 AX Sprint	<p>2. Фрезеровать заготовку согласно эскизу.</p> 	<p>куль ГОСТ 166-89;  - М4002-020-Т18-02-01 фреза корпусная Ø20 Walter;  - SDMT09T308-F57 WSM35S СМП Ø20 Walter.</p>
070	Слесарная	-	<p>1. Снять заусенцы.</p>	<p>- 079441 51813 пневматическая прямая шлифмашина Dynabrade;  - 550310 10 набор шлифовальных головок, мелкое зерно Lukas.</p>
075	Контроль ОТК	-	<p>1. Контролировать выполнение размеров согласно эскизу</p>	<p>- ШЦЦ-1-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.</p>
080	Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок типа Микрон WF2SA	<p>1. Фрезеровать ребро <math>3h14_{(-0,25)}</math> с углом <math>50^{\circ} \pm 20'</math>, выдерживая <math>8,5 \pm 0,2</math>.</p> 	<p>- 7202-5806 приспособление для фрезеровки ребра;  - 203014 фреза Ø12 Garant;  - 203014 фреза Ø6 Garant;  - ШЦЦ-1-125-0,01 штангенцир-</p>

				куль ГОСТ 166-89.
085	Слесарная	-	1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.	- 079441 51813 пневматическая прямая шлифмашина Dynabrade; - 550310 10 набор шлифовальных головок, мелкое зерно Lukas.
090	Контроль ОТК	-	1. Контролировать выполнение в операции 080 размеры первой детали от партии. 2. Проверить выполнение размеров на остальных деталях: $3h14_{(-0,25)}$ , $10\pm0,18$ , $28h13_{(-0,33)}$ , $35h13_{(-0,39)}$ , $\varnothing12,5h13_{(-0,27)}$ . 3. Проверить оформление МТЛ.	- ШЦЦ-1-125-0,01 штангенциркуль ГОСТ 166-89.
095	Транспортирование	-	1. Транспортировать заготовки на детали с образцами в таре с МТЛ в цех на участок термообработки.	- Тара цеховая.
100	Термическая обработка	-	1. Произвести термообработку (светлую закалку) заготовок на детали и образцов по 1020-2008 ГТП.	-
110	Транспортирование	-	1. Транспортировать заготовки на детали с образцами в таре с МТЛ в цех.	- Тара цеховая.
115	Контроль ОТК	-	1. Проверить оформление МТЛ. 2. Проверить наличие клейма И на бирке.	-
120	Доводочная	Токарно-винторезный станок типа 16K20	1. Довести в пределах допуска на размер $\varnothing12d10_{(-0,040-0,098)}$ . 2. Проверить оформление МТЛ.	- МК 25-1 Микрометр ГОСТ 6507-90.
125	Контроль ОТК	-	1. Контролировать выполнение размера $\varnothing12d10_{(-0,040-0,098)}$ . 2. Проверить оформление МТЛ.	- МК 25-1 Микрометр ГОСТ 6507-90.