

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка технологии двух резцового точения на примере
технологического процесса изготовления штока

Студент(ка)

С.Н.Чернов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А.Расторгуев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Н.Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В.Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И О Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

А.В. Бобровский

(личная подпись)

«_____» 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

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

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств**
Специальность «Технология машиностроения»

Студент Чернов Семен Николаевич гр. ТМз-1001

1. Тема Разработка технологии двух резцового точения на примере
технологического процесса изготовления штока

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска 500
дет/год, 2 смены

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1)Описание исходных данных

2)Технологическая часть проекта

3)Совершенствование операций с помощью патентных исследований

4)Проектирование приспособления

5)Проектирование режущего инструмента

6)Проектирование средств контроля

7)Безопасность и экологичность технического объекта

8)Экономическая эффективность проекта

Заключение. Литература.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

Чернов С.Н. Разработка технологии двух резцового точения на примере технологического процесса изготовления штока. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ: Тольятти, 2016, – 98 с., листов формата А1.

Ключевые слова: Технологический процесс, заготовка, база, маршрут, металлорежущее оборудование, инструмент, станочное приспособление, технологическая система.

Цель работы – разработка техпроцесса изготовления детали «Штока» для условий среднесерийного производства с использованием высокопроизводительных методов, включая двух резцовое точение.

Разработана установка для двух резцового точения маложесткой детали – штока на операциях токарной обработки.

Содержание

Введение, цель проекта	5
1. Описание исходных данных	6
1.1. Служебное назначение и условия работы детали	6
1.2. Систематизация поверхностей	6
1.3. Анализ технологичности детали	8
1.4. Формулировка задач работы	10
2. Технологическая часть проекта	11
2.1. Выбор типа производства	11
2.2. Выбор способа получения заготовки	11
2.3. Выбор технологических переходов по обработке поверхностей	15
2.4. Определение припусков и проектирование заготовки	17
2.5. Анализ базового и разработка нового технологического маршрута	20
2.6. Выбор средств технологического оснащения	22
2.7. Проектирование технологических операций	32
3. Совершенствования операций с помощью патентных исследований	45
4. Проектирование приспособления	53
4.1. Сбор данных	53
4.2. Расчет усилия на приводе	53
4.3. Расчет погрешности установки	56
4.4. Описание конструкции приспособления	57
5. Проектирование режущего инструмента	59
6. Проектирование средств контроля	64
7. Безопасность и экологичность технического объекта	65

8. Экономическая эффективность проекта _____	74
8.1. Краткая характеристика сравниваемых вариантов _____	74
8.2. Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки _____	76
8.3. Расчет дополнительных исходных данных для станков с ЧПУ _____	77
8.4. Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП _____	77
8.5. Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов _____	78
8.6. Расчет показателей экономической эффективности _____	81
Заключение _____	83
Литература _____	84
Приложения _____	87

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Цель работы - обеспечение заданного годового объема выпуска деталей «Шток» требуемого качества с наименьшими затратами. Данная цель достигается путём разработки высоко производительной технологии многорезцовой обработки на переходах точения.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Задача – на базе анализа технических требований к штоку, анализа его технологичности и анализа типового технологического процесса изготовления наметить пути повышения эффективности обработки.

1.1. Служебное назначение и условия работы детали

Деталь «Шток» является приводной деталью зажимного приспособления. Она служит для передачи линейного движения от поршня пневматического цилиндра к зажимным шестерням. Шестерни закреплены на поворотных прихватах, которые фиксируют заготовку, установленную в центре приспособления.

Шток работает при действии продольной знакопеременной нагрузки динамического характера. Под действием ударов в крайних положениях знакопеременного характера, а также силы трения шток, вследствие своей маложесткости, подвергается короблению и изнашиванию трущихся поверхностей.

1.2. Систематизация поверхностей

Систематизация поверхностей по назначению представлена на основании нумерации на рис. 1.1.

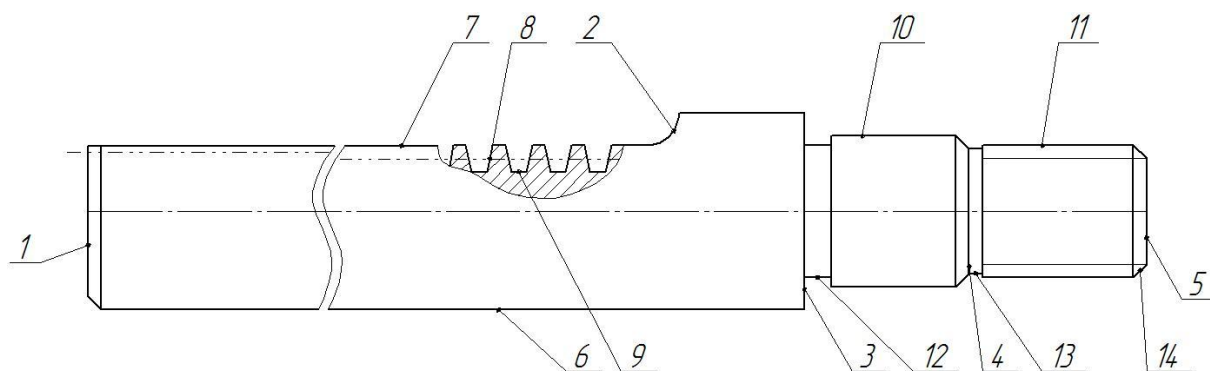


Рис.1.1 Эскиз штока

Исполнительные или рабочие поверхности (И) выполняют передачу продольного усилия - торцовая поверхность 3 и зубчатая поверхность 11.

Основная конструкторская база (ОБ): цилиндрическая шейка - направляющая пов. 5 и задающая осевое положение штока - торцовая поверхность 3 .

Вспомогательные конструкторские базы (ВБ) определяют положение всех контактирующих со штоком деталей (кроме указанных в ОКБ) – это цилиндрическая пов. 6 под поршень, резьбовая пов. 7 под гайку и фиксатор поршня.

Свободные поверхности (С) не сопрягаются с другими деталями - это пов. 1, 2, 8, 4, 9.

Все технические требования по поверхностям систематизированы и представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Технические требования к штоку

Поверхность			Форма, расположение			Квал. Точн.	Допус к	Размеры		
№	Тип	Форма	Погрешн.	Знач. мм	Допуск, мм			Степень точн.	Шерохов. R _a , мкм	Твердость, HRC
1	2	3	7	4	5	6	8	9	10	11
1	С	П		920	0,87	13			12,5	30-32
2	ВБ	П	⊥	14	0,43	13	0,1	12	12,5	
3	И, ОБ	П	⊥	380	1,4	13	0,02	9	1,6	

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	С	П	50	0,025	13				12,5	
5	С	П	920	0,87	13		0,02	5 5	12,5	
6	ОК Б	Ц	56	0,019	7	© О	0,01 0,008	6	1,6	
7	С	П	50	0,3	4				3,2	
8	И	З	8	0,03	7 ст.т.				1,6	
9	С	З	22	0,2	7 ст.т.				12,5	
10	ОК Б	Ц	46	0,018	6	О	0,006	6	0,63	
11	ВК Б	Р	40	0,08	4 ст.т.				3,2	
12	С	Ц	8	0,15	13				12,5	
13	С	Ц	9	0,15	13				12,5	

1.3 Анализ технологичности детали

Материал детали – сталь 40Х2Н2МА ГОСТ1050-74. Его химический состав следующий:

- 0,42...0,46 % С;
- 0,5...0,8% Мn;
- 0,17-0,37% Si;
- 0,25% Cr;
- 0,04% S;
- 0,035% P;
- 0,25% Cu;
- 0,25% Ni;

- 0,08% As.

При термообработке необходимо предусмотреть меры по исключению коробления штока при нагреве-остывании. В результате температурных воздействий, фазовых переходов и объемных изменений заготовки будут возникать процессы коробления. Для их минимизации необходимо выполнять натяжение заготовки в процессе нагрева-остывания. Это можно делать, подвешивая ее с грузом или используя специальные стапели.

Исходную заготовку штока возможно получить и из сортового проката, и штамповкой или ковкой. Форма заготовки в любом случае получается простая.

Свободные поверхности необходимо получить по 13 качеству точности. На заготовительном этапе такую, относительно высокую точность не обеспечить.

Конфигурация по канавкам, фаскам, радиусам стандартизирована и унифицирована.

Базами для установки заготовки штока является цилиндрическая поверхность проката или штамповки и любая торцовая поверхность. После зацентровки можно использовать как базы и центра, и шейки.

Обрабатывать необходимо все поверхности детали. Число обрабатываемых поверхностей при этом невелико.

Протяжённость обрабатываемых поверхностей вызывает технологические трудности. Шток имеет отношение длины к диаметру около 15. Это относит его к классу маложестких валов.

Соответственно возникают трудности с обеспечением точности, шероховатости и производительности. Это связано с большими деформациями от сил резания, неуравновешенности при ее вращении. Все это приводит к колебаниям при резании, что плохо сказывается на шероховатости обработанной поверхности и стойкости инструмента. Снижается также точность обработки.

По совокупности всех показателей шток не является технологичным.

1.4. Формулировка задач работы

В результате имеем ряд задач, которые необходимо решить для достижения цели:

- выбрать тип производства;
- выбрать рациональный метод получения исходной заготовки, спроектировать ее, включая аналитический расчет припуска на обработку самой точной поверхности;
- спроектировать общий технологический маршрут на основе маршрутов обработки отдельных поверхностей, задать структуру технологических операций, разработать схемы базирования заготовки;
- подобрать соответствующие средства технологического оснащения (СТО);
- спроектировать технологические операции (режим обработки, норма времени);
- усовершенствовать техпроцесс изготовления штока путем разработки и проектирования установки для двух резцового точения, включая режущий инструмент и систему контроля;
- разработать мероприятия по экологичности проекта и охране труда;
- обосновать нововведения в техпроцессе экономически.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

2.1 Выбор типа производства

Задача раздела – в зависимости от типа производства выбрать оптимальную стратегию разработки ТП – принципиальный поход к определению его составляющих, способствующий обеспечению заданного выпуска деталей заданного качества с наименьшими затратами.

Заданный объем выпуска детали «Шток» 500 дет./год соответствует среднесерийному производству [16].

2.2. Выбор способа получения заготовки

Задача раздела — выбрать методы получения заготовки и обработки поверхностей штока, обеспечивающие минимум суммарных затрат на получение заготовки и ее обработку.

По [15] определяем, что для детали типа «Шток» средней сложности из стали 40ХН2МА для среднесерийного производства целесообразно применить в качестве заготовки прокат или горячую штамповку. Для окончательного выбора метода получения заготовки выполним сравнительный экономический анализ. В основу анализа положим сравнение суммарных стоимостей C затрат на получение собственно исходной заготовки C_z и на ее механическую обработку $C_{обр}$. Расчет выполняем согласно методике [19]:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри} , \quad (2.1)$$

где i — номер варианта получения заготовки. В нашем случае $i=1$ для заготовки из проката, $i=2$ для штампованной заготовки.

Переменные затраты на получение заготовки C_3 , руб., составляют:

$$C_{3i}=0,001 \times C_{mi} \times M_{3i} \times K_{spi} \times K_{ti} \times K_{сли}, \quad (2.2)$$

или

$$C_{3i}=0,001 \times C_{mi} \times M_d \times K_{spi} \times K_{ti} \times K_{сли} / K_{им}, \quad (2.3)$$

где C_{mi} — цена 1 т. исходного материала штамповки, руб./т;

M_d и M_{3i} — масса соответственно детали и заготовки, кг;

$K_{им} = M_d / M_{3i}$ — коэффициент использования материала;

K_{spi} , K_{ti} , $K_{сли}$ — коэффициенты, учитывающие соответственно способ получения заготовки, ее точность и сложность. Рассчитаем C_3 для каждого из вариантов.

Вычерчиваем контур детали (рис. 2.1). На этом же эскизе вычерчиваем контуры заготовки из проката и штамповки (без масштаба).

2) По [19,20] определяем ориентировочно припуск на обработку $2Z$:

а) для штампованной заготовки

для пов. 6 ($d=60$, $Ra=1,6$) $2Z_2=2,5$ мм;

для пов. 10 ($d=46$, $Ra=0,63$) $2Z_2=2,0$ мм;

припуски по торцам пов. 1, 3, 4, 5 $Z_2=2$ мм.

б) для заготовки из проката принимаем припуски:

- по диаметру $2Z=3,5$ мм;

- по торцам $Z=2$ мм.

3) Определяем напуски.

Для заготовки из проката принимаем ближайший диаметр прутка $\varnothing 68$ [7].

Для штамповки назначаем предварительно штамповочный уклон 5° и радиусы штамповочных переходов $R2$. Вычерчиваем напуски на рис. 2.1 и проставляем размеры заготовки с учетом припусков и напусков.

4) Определяем массу детали M_d и заготовки M_3 , кг:

$$M_d = 0,785 \times (d_1^2 \times l_1 + d_2^2 \times l_2 + d_3^2 \times l_3) \times \rho,$$

где $d_1, d_2, d_3, l_1, l_2, l_3$ — диаметры и длины элементарных объемов трех шеек, на которые разбиваем весь объем детали, см;

ρ — плотность стали 40ХН2МА, г/см².

$$M_d = (2^2 \times 5 + 2,3^2 \times 5 + 3^2 \times 82) \times 0,00785 = 6,7 \text{ кг}$$

$$M_{31} = 0,785 \times d^2 \times l \times \rho,$$

где d — диаметр проката, см;

l — длина заготовки, мм.

$$M_{31} = (3,15^2 \times 82 + 2,5^2 \times 10) \times 0,00785 = 7,1 \text{ кг}$$

$$M_{32} = 3,6^2 \times 92,3 \times 0,00785 = 9,4 \text{ кг}.$$

5) Коэффициент использования материала:

$$K_{им1} = \frac{M_d}{M_{31}} = \frac{6,7}{7,1} = 0,94;$$

$$K_{им2} = \frac{M_d}{M_{32}} = \frac{6,7}{9,4} = 0,71.$$

6) Определяем Π_m , руб./т и поправочные коэффициенты по [11]:

$$\Pi_{m1} = 1300 \text{ руб./т}; \Pi_{m2} = 770 \text{ руб./т};$$

$$K_{сп1} = 1,1; K_{сп2} = 2,0; K_{т2} = 1,0; K_{сл2} = 0,85.$$

7) Подставляем найденные значения в формулу (2.3):

$$C_{31} = 0,001 \times 1300 \times 6,7 \times 1,1 \times 0,85 / 0,94 = 8,7 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,001 \times 700 \times 6,7 \times 2,0 \times 1,0 \times 0,85 / 0,71 = 11,2 \text{ руб.}$$

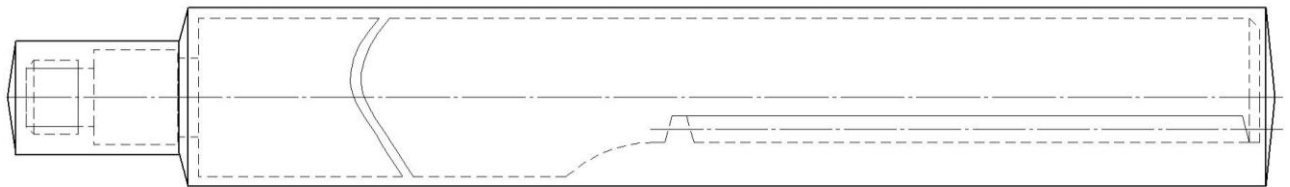
Переменные затраты на черновую обработку $C_{обр}$, руб. составляют:

$$C_{обри} = C_{уд} \times (M_{зи} - M_d) / K_o, \quad (2.5)$$

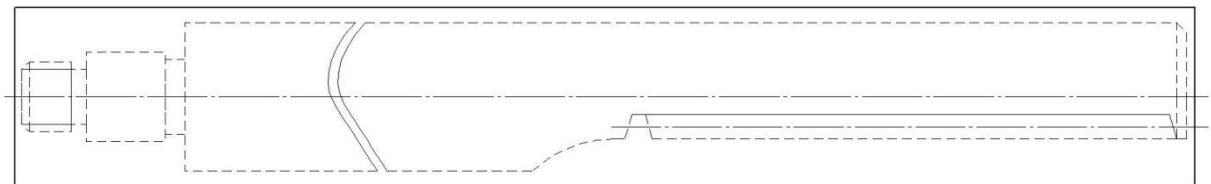
или

$$C_{обри} = C_{уд} \times M_d \times (1 / K_{имі} - 1) / K_o, \quad (2.6)$$

где $C_{уд}$ — удельные затраты на снятие 1 кг. стружки при черновой обработке, руб./кг;



а)



б)

Рис. 2.1 Эскизы заготовок: а- штамповка; б – прокат

K_o — коэффициент обрабатываемости материала.

Рассчитаем $C_{обр}$ для каждого из вариантов.

По [19] определяем для серийного производства $C_{уд} = 6,0$.

По [3] определяем для стали 40ХН2МА $K_o = 0,8$.

Подставляем найденные значения в формулу (2.6):

$$C_{обр1} = 6,0 \times 6,7 \times \frac{\frac{1}{0,94} - 1}{0,8} = 3,2;$$

$$C_{обр2} = 6,0 \times 6,7 \times \frac{\frac{1}{0,71} - 1}{0,8} = 20,5.$$

Подставляя полученные значения C_3 и $C_{обр}$ в формулу (2.1), получим:

$$C_1 = 8,7 + 3,2 = 11,9 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 11,2 + 20,5 = 31,5 \text{ руб.}$$

$$C_1 < C_2.$$

По минимуму приведенных затрат принимаем 1^{ый} вариант – штамповку.

2.3 Выбора технологических переходов по обработке поверхностей

Методы обработки и их последовательность определяем по методике [7, 17, 18] в зависимости от требуемой точности и шероховатости поверхности.

При этом примем во внимание следующие положения: кроме указанных в [20] переходов необходимо согласно требованиям чертежа штока ввести термообработку (ТО) — химико-термическую обработку и закалку с отпуском; шток — деталь нежесткая ($l/d \approx 15$), поэтому в процессе термообработки возможно его коробление и снижение точности на 1 квалитет. Заготовка штока — штамповка, относительно чистая, очищается от окалины. Величину облоя и заусенцев задают не более 1 мм. Поэтому перед механической обработкой обдирочное шлифование вводить не нужно. Обработку штока до ТО экономически выгодно проводить методами лезвийной обработки, а после ТО — методами абразивной обработки.

Выбор методов обработки поверхностей детали начинается с самой точной поверхности. Такой поверхностью является пов. 6.

По [17, 19] определяем, что для обработки поверхностей 6 и 10 (7 и 6 квалитет точности соответственно, шероховатость $R_a=1,6$ мкм) применяются варианты переходов, представленных в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Переходы по обработке пов. 6 и 10

№ Вар -т	Переходы						Трудое мкость
	1	2	3	4	5	6	
1	Т (12)	$T_{п}^{1,6}(10)$	$T_{ч}^{2,6}(8)$	$T_{т}^{4,1}(6)$	ТО(7)	$Ш_{ч}(6)$	8,3
2	Т (12)	$T_{п}^{1,6}(10)$	$T_{ч}^{2,6}(8)$	ТО (9)	$Ш_{ч}^{2,7}(7)$	$Ш_{ч}(6)$	6,9
3	Т (12)	$T_{п}^{1,6}(10)$	$T_{ч}^{2,6}(8)$	ТО (9)	$Ш_{п}^{2,2}(8)$	$Ш_{ч}(6)$	6,4
4	Т (12)	$T_{п}^{1,6}(10)$	ТО (11)	$Ш_{п}^{2,2}(9)$	$Ш_{ч}^{2,7}(7)$	$Ш_{ч}(6)$	6,5

В табл. 2.1 обозначено: показатель степени – трудоемкость;

Переходы: Т–точение черновое;

$T_{п}$ – получистовое точение;

$T_{ч}$ – чистовое точение;

$T_{т}$ – тонкое точение;

Ш– черновое шлифование;

$Ш_{п}$ – получистовое шлифование;

$Ш_{ч}$ – чистовое шлифование;

ТО – термообработка (закалка).

Из технологических соображений принимаем последовательность обработки 3 ($K_{y3}=6,4$):

Т (12) $T_{п}^{1,6}(10)$ $T_{ч}^{2,6}(8)$ ТО (9) $Ш_{ч}^{2,7}(7)$ $Ш_{ч}(6)$

Полученным выше результатом воспользуемся для назначения методов обработки других поверхностей .

Резьба под гайку, пов. 11 (4-я степень точности, $R_a=3,2$):

$T(12; 12,5) - T_{п}(9; 3,2)$ – Нарезание резьбы (6ст.т., 6,3) – ТО – Резьбошлифование (4 ст.т., 3,2);

Обработка канавок, пов. 12, 13, фаска 14 (13; 12,5):

$T_{п}(9; 3,2)$ – ТО.

Лыска, пов. 2, 7 (13; 3,2)

$\Phi(12; 12,5) - TO(13)$.

Торец, пов. 3 (12; 3,2):

$T(12; 12,5) - T_{п}(9; 6,3) - TO(11) - Ш(7; 1,6)$.

Торцы, пов. 1, 4 (14; 12,5):

Лыска, пов. 8 (10; 1,6):

$\Phi(9; 1,6) - TO(10)$.

Центровые отверстия, пов. 16 и 17:

$C(9; 1,6) - TO(9) - Ш_{ц}(8; 0,8)$

C – сверление, $Ш_{ц}$ – центрошлифование.

В учетом табл. 2.1 составляется сводная таблица переходов по обработке поверхностей штока (табл.2.2).

Необходимо учесть, что в данном технологическом процессе используется двух резцовая головка. За счет уравнивания сил резания, повышения жесткости заготовки в зоне резания из выбранного варианта можно исключить один из переходов. В результате время обработки на токарных операциях сократится, что будет отражено в экономическом разделе.

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Задача раздела – аналитически рассчитать припуск на самую точную поверхность и спроектировать заготовку.

Припуск на самую точную поверхность $6 \varnothing 60f6(-0.030_{-0.049})$ рассчитаем аналитическим методом по [11]. Результаты расчета будем заносить в табл. 2.3.

Для каждого перехода определяем составляющие припуска.

Таблица 2.2 - Переходы по обработке поверхностей детали «Шток»

№ пов.	Вид Пов.	Квал. Точн.	Шерох Ra, мкм	Последовательность обработки
1	П	13	12,5	Ф–ТО
5	П	13	12,5	Ф–ТО
2,7	Ф	13	12,5	Фч–ТО
3	П	13	1,6	Т–Т _п –ТО–Ш
6	Ц	6	1,6	Т–Т _п –ТО–Ш–Ш _п
10	Ц	6	1,6	Т–Т _п –ТО– Ш–Ш _п
11	Р	4	3,2	Т–Т _п –Нарез. Резьбы–ТО–Ршл
12,13,14	Ф	13	12,5	Тч–ТО
4	Ф	13	12,5	Ф–ТО–Шл
8,9	З	7	1,6	Ф–Фч–ТО

По [11,17] определяется суммарная величина $a = h_0 + R_z$, где R_z - высота неровностей профиля, мм., h_0 - глубина дефектного слоя, мм.

По формуле $\Delta = 0,25Td$ определяется суммарное отклонение формы и расположения поверхности после обработки на всех переходах.

По [11,17] определяется погрешность установки ε заготовки в приспособлении на каждом переходе. Принимается равной нулю в случае установки в центрах.

Минимальное значение припуска на переходе определяется по формуле:

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

Здесь и далее индекс i относится к данному переходу, $i-1$ - к предыдущему переходу; $i+1$ - к последующему переходу.

$$\begin{aligned} Z_{1\min} &= 2 \cdot (a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0.4 + \sqrt{0.55^2 + 0^2}) = 1,6 \text{ мм}; \\ Z_{2\min} &= 2 \cdot (a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0.2 + \sqrt{0.024^2 + 0^2} = 0,548 \text{ мм}; \\ Z_{3\min} &= 2 \cdot (a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0.016^2 + 0^2} = 0,432 \text{ мм}; \\ Z_{4\min} &= 2 \cdot (a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0.008^2 + 0^2} = 0,316 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Максимальное значение припуска определяется по формуле

$$Z_{i\max} = d_{(i-1)\max} - d_{i\max}. \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{1\max} &= 2 \cdot (d_{0\max} - d_{1\max}) = 65,047 - 61,497 = 3,55; \\ 2 \cdot Z_{2\max} &= 2 \cdot (d_{1\max} - d_{2\max}) = 61,497 - 60,783 = 0,714; \\ 2 \cdot Z_{3\max} &= 2 \cdot (d_{2\max} - d_{3\max}) = 60,783 - 60,319 = 0,464; \\ 2 \cdot Z_{4\max} &= 2 \cdot (d_{3\max} - d_{4\max}) = 60,319 - 59,97 = 0,349. \end{aligned}$$

Определяется среднее значение припусков для всех переходов по формуле:

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

$$\begin{aligned} 2Z_{cp1} &= 2 \cdot \frac{Z_{1\max} + Z_{1\min}}{2} = \frac{6 + 3,55}{2} = 5,275; \\ 2Z_{cp2} &= 2 \cdot \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} = \frac{0,548 + 0,714}{2} = 0,631; \\ 2Z_{cp3} &= 2 \cdot \frac{Z_{3\max} + Z_{3\min}}{2} = \frac{0,432 + 0,464}{2} = 0,448; \\ 2Z_{cp4} &= 2 \cdot \frac{Z_{4\max} + Z_{4\min}}{2} = \frac{0,316 + 0,349}{2} = 0,333. \end{aligned}$$

Определяется общий припуск для всех переходов на обработку по формулам:

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}; \quad (2.10)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4; \quad (2.11)$$

$$2Z_{cp} = 0.5 \times (2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \quad (2.12)$$

$$2Z_{\min} = 62,847 - 59,97 = 2,877;$$

$$2Z_{\max} = 2,877 + 2,2 + 0,019 = 5,096;$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \times (2,877 + 5,096) = 3,97.$$

Таблица 2.3 - Результат расчета припусков

№ пере хода	Наименова ние перехода	Точность		Составляющие припуска, мм			Припуск			Предельные размеры	
		квалит ет	Td мм	a	Δ	ε	Z _{min}	Z _{max}	Z _{cp}	D _{min}	D _{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Штамповка	17	2,2	0,4	0,4		-	-	-	62,8	65,0
2	Тпч	10	0,25	0,25	0,024	-	1,6	3,55	2,575	61,27	61,50
3	Тч	8	0,084	0,2	0,016	-	0,548	0,714	0,631	60,70	60,78
5	Шчер.		0,052	0,15	0,008		0,432	0,464	0,448	60,267	60,319
6	Шп	7	0,021	0,01	0,004	-	0,316	0,349	0,333	59,951	59,97
ИТОГО							2,896	5,077	3,987		

При выборе способа получения исходной заготовки выбрана штамповка и на другие поверхности допуски и припуски назначаются по ГОСТ 7505-89.

Чертеж исходной заготовки – штамповки представлен на листе.

2.5. Анализ базового и разработка нового технологического маршрута

Задача подраздела – разработать рациональный технологический маршрут. Это последовательность операций от заготовительной, которая обеспечит изготовление из штамповки готового штока со всеми техническими условиями с минимальными затратами. При проектировании операций

разрабатываем схему базирования заготовки на всех операциях, которая обеспечивает минимальную погрешность установки.

Разрабатывается маршрут на базе типового [13-16].

В табл. 2.4 показан маршрут обработки «Штока».

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки штока

№ этапа	Наименование операции	Обрабатываемы е поверхности	Номер операции .
1	Фрезерно- центровальная	1,5 16,15	005
2	Токарная (установ А)	6	010
3	Токарная (установ Б)	3,4,5,10,11	010
4	Токарная п/чистовая (установ А)	3,4,5,10,11	015
5	Токарная п/чистовая (установ Б)	6	015
6	ТО (нормализация)	все	020
7	Фрезерная	2,7	025
8	Фрезерная	8,9	030
9	ТО (закалка)	Все поверхности	035
10	Центрошлифовальная	16,15	040
	Торцекруглошлифовал ьная	10,3	045
11	Круглошлифовальная	6	050
12	Зубошлифовальная	8	055
13	Резьбошлифовальная	11	060

На 005 фрезерно-центровальной операции используем как технологические черновые базы пов. 6 и как опорную базу - торец 3^{00} .

На 010 токарной операции используем ось, проходящую через центровые отверстия - пов. 15^{10} и 16^{10} . Опорная база - торцы 5^{05} (установ А) и 1^{05} (установ Б).

Аналогично на 015 токарной операции, а также на шлифовальных операциях. Центровые отверстия на них будут после исправления на центрошлифовальном станке.

На фрезерных операций выберем технологическими базами цилиндрическую шейку пов. 6 и торец 1.

Также устанавливается шток на центрошлифовальной операции с переустановом.

2.6. Выбор средств технологического оснащения

Задача подраздела - выбрать для всех операций технологическое оборудование, зажимные станочные приспособления, режущий инструмент и средства контроля [9, 10, 21-24].

Данные по оборудованию сведены в табл. 2.5, по выбору средств технологического оснащения сведены в табл. 2.6.

Таблица 2.5 - Выбор технологического оборудования

№ операции	Название операции	Содержание операции	Обрабатываемые поверхности	Квалитет точности	Тип, модель оборудования
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерование торцев	1,5	12	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР73М
		Сверление центровых отверстий	15,16	9	
010	Токарная черновая	Обтачивание левого конца Обтачивание правого конца	6 3,4,10,11	12	Токарный станок с ЧПУ СА700СФ2К
015	Токарная получистовая	Обтачивание левого конца	7,3,6	10	Токарный станок с ЧПУ СА700СФ2К
		Точение канавок	12,13	10	
		Точение резьбы	11	4	
		Обтачивание правого конца	3,4,10,11	10	
020	Термообработка	Нормализация	все		печь
025	Фрезерная	Фрезерование лыски	7	9	Вертикально - фрезерный станок 6Р13
030	Фрезерная	Фрезерование зубьев	8, 9	9	Горизонтальный - фрезерный станок 6Т83Г
035	Термообработка	закалка	Все		
040	Центрошлифовальная	Шлифование центровых отверстий	15-16	7	Центрошлифовальный станок ZSM810

Продолжение табл. 2.5

1	2	3	4	5	6
045	Торцекруглошлифовальная	Шлифование чистовое левого конца	3,4	7	Торцекруглошлифовальный станок 3Б153Т
050	Круглошлифовальная	Шлифование чистовое правого конца	5	7	Круглошлифовальный станок 3В151А
055	Зубошлифовальная	Шлифование зубьев	8	7	Зубошлифовальный станок 3В151А
060	Резьбошлифовальная	Шлифование резьбы	11	4ст.т	Резьбошлифовальный станок 5Д822В
065	Моечная	Мойка детали	Все		
070	Контрольная	Контроль всех параметров			

Таблица 2.6 - Выбор приспособлений

№ операции	Тип, модель станка	Содержание операции	Установочные элементы	Зажимные элементы	Типоразмер приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР73М	Фрезерование крайних торцев	Призма установочная 7032-0083ГОСТ 12196-66		Тиски самоцентрирующие с призматическими губками 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75
		Сверление центровочных отверстий			
010	Токарный станок с ЧПУ СА700СФ2К	Обтачивание левого конца	Центр подпружиненный Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79	Кулачки	Патрон ПЗКП-315Ф8.95. Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79
		Обтачивание правого конца		Кулачки	

Продолжение табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
015	Токарный станок СА700СФ2К	Обтачивание левого конца Точение канавок Точение резьбы	Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79	Кулачки	Патрон ПЗКП- 315Ф8.95. Центр упорный 7032- 0018 ГОСТ 13214-79
025	Вертикально фрезерный станок 6P13	Фрезерование лыски	Призма установочная 7032-0083ГОСТ 12196- 66		Тиски самоцентрирующ ие 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75
030	Горизонтально фрезерный станок 6Т83Г	Фрезерование зубьев рейки	Призма установочная 7032-0083ГОСТ 12196- 66		Тиски самоцентрирующ ие 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75
035	Термообработка	Нормализация	Все		
040	Центрошлифовал ьный станок ZSM810	Шлифование центровых отверстий	Призма установочная 7032-0083ГОСТ 12196- 66		Тиски самоцентрирующ ие 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75

Продолжение табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
045	Торцекруглошлифовальный станок 3Б153Т	Шлифование чистовое левого конца	Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79	Хомут	Патрон поводковый 6152-0133 ГОСТ 13334-67.
050	Круглошлифовальный станок 3М151	Шлифование чистовое правого конца	Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79	Хомут	Патрон поводковый 6152-0133 ГОСТ 13334-67.
055	Зубошлифовальный станок 3В151А	Шлифование зубьев	Призма установочная 7032-0083 ГОСТ 12196-66		Тиски самоцентрирующие 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75
060	Резьбошлифовальный станок 5Д822В	Шлифование резьбы	Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79	Хомут	Патрон поводковый 6152-0133 ГОСТ 13334-67.

Таблица 2.7 - Выбор режущего инструмента

№ операции	Тип, модель станка	Содержание операции	Инструментальный материал	Типоразмер РИ
1	2	3	4	5
005	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР73М	Фрезерование торцев	T5K10	Фреза торцовая d80 z=10 ГОСТ 26595-85 Сверло центровочное 2317-0108ГОСТ 14952-75
		Сверление центровых отверстий	P6M5K5	
010	Токарный станок СА700СФ2К	Обтачивание левого конца	T5K10	Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I
010	Токарный станок СА700СФ2К	Обтачивание правого конца	T5K10	Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I
015	Токарный станок СА700СФ2К	Обтачивание левого конца	T15K6	Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I
		Точение канавок		
015	Токарный станок СА700СФ2К	Обтачивание правого конца	T15K6	Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Резец канавочный 035-1835-1836 ОСТ 2И10-7-84 Резец резьбовой МТНР 2525М4
		Точение канавок		
		Точение резьбы		

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5
025	Вертикально фрезерный станок 6P13	Фрезерование лыски	P6M5K5	Фреза концевая 2223-0298 ГОСТ 17026-71
030	Горизонтально фрезерный станок 6Т83Г	Фрезерование зубьев	P6M5	Фреза дисковая пазовая ГОСТ 3964-69, Ø=50
040	Центрошлифовал ьный станок ZSM810	Шлифование центровых отверстий	25A F40 L 9 V	Головка шлифовальная EW 10x25x3 коническая ГОСТ 2447-2009
045	Торцекруглошли фовальный станок 3Б153Т	Шлифование чистовое левого конца	25A F40 L 9 V	Круг шлифовальный 3 350×40×127 ГОСТ 2424-2008
050	Круглошлифовал ьный станок 3М151	Шлифование чистовое правого конца	23A F40 M 6 V	Круг шлифовальный 1 400×50×150 ГОСТ 2424-2008
055	Зубошлифовальн ый станок 3В151А	Шлифование зубьев	25A F40 L 9 V	Круг шлифовальный 3 400×100×150 ГОСТ 2424-2008
060	Резьбошлифоваль ный станок 5Д822В	Шлифование резьбы	25A F40 L 9 V	Круг шлифовальный 3 400×20×150 ГОСТ 2424-2008

Таблица 2.8 - Выбор средств контроля

№ операции	Контролируемый размер	Квалитет точности	Допуск	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
005	L=0-920	12	0,7	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
	d=5-60	9	0,043	Шаблон
010	L=5-295	12	0,14...0,52	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
	d=24-40		0,21...0,25	
015	L=0-150	12	0,12...0,4	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
	d=30-75		0,25...0,3	
	M40	6ст.т.	0,03	Калибр резьбовой
025	L=0-295	9	0,035	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
	d=30-40	9	0,03	
035	L=0-150	10	0,04...0,16	Микрометр МК-75-2 ГОСТ 6507-90
	d=30-75		0,084...0,12	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90

Продолжение табл. 2.8

1	2	3	4	5
040	d=5	9	0,036...0,052	Микрометр МК-75-2 ГОСТ 6507-90 шаблон
	L=8		0,03	
045	L=50	10	0,084	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
	d=46	6	0,019	
	L=100	12	0,21	
050	d=60	6	0,019	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90
	L=0-920	8	0,02...0,1	Штангенциркуль ШЦ – III-400 ГОСТ 166 – 89
055	L=0-920	9	0,025...0,13	
	d=12-50	7	0,062	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90 Шаблон
060	L=0-50	9	0,025...0,1	ШЦ-111 ГОСТ 160-80
	d=40	4	0,052...0,074	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90

2.7. Проектирование технологических операций

Режим резания считается на операцию черновую токарную 010. Переходы выполняются последовательно.

На установе А - точение шейки 6, на установе Б точение шеек 10 и 11 и подрезание торцев 3 и 4.

Зададим глубину резания на все переходы t , мм:

Установ А: по расчету припуска $t_1 = 2,6$ мм. Для остальных ступенек принимается аналогично.

Выбирается подача S_0 , мм/об для каждого перехода [5,8]:

Установ А: пов. 6 - $S_{01} = 0,4 \dots 0,5$ мм/об. Принимаем $S_{01} = 0,4$ мм/об. С учетом двух лезвийной обработки фактическая подача $S_{01} = 0,8$ мм/об.

Установ Б: $S_{02} = 0,4 \dots 0,5$ мм/об. Принимается $S_{02} = 0,5$ мм/об.

Рассчитаем скорость резания при точении по формуле [8]:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v, \quad (2.9)$$

где T -стойкость резца; при двух инструментальной обработке принимается $T=60$ мин;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\varphi v}, \quad (2.10)$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий инструментальный материал резца;

$K_{\varphi v}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане резца.

Найдем коэффициенты, входящие в формулу (2.9)

$C_v=350$; $x_v=0,15$; $y_v=0,35$; $m=0,2$.

Поправочные коэффициенты

$$K_{Mv}=C_m(750/\sigma_B)^{nv},$$

где $C_m=1$; $n_v=1,0$; $K_{Mv}=1 \cdot (750/750)=1$; $K_{pv}=0,8$; $K_{iv}=0,65$ (для Т5К10);
 $K_{fv}=0,7$.

Значения коэффициентов равны для первого и второго установов:

$$K_{v1}=K_{v2}=1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,7 = 0,36.$$

Рассчитаем скорость резания для каждого перехода:

$$V_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,6^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,364 = 62 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,6^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,364 = 67 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d}, \quad (2.11)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 60} = 329 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 67}{3,14 \cdot 50} = 427 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Уточним частоты вращения с паспортными данными токарного станка СА700СФ2К: частота вращения шпинделя регулируется бесступенчато.

Принимаются расчетные значения.

Рассчитаем составляющую силы резания P_z при точении по формуле:

$$P_z = C_p t^{x_p} s^{y_p} v^{n_p} K_p, \quad (2.12)$$

где v – скорость резания;

K_p – поправочный коэффициент на силу резания, зависящий от качества обрабатываемого материала, выражаемого коэффициентом K_{mp} , величина которого для стали равна: $K_{mp}=1$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P}, \quad (2.13)$$

где K_{mp} , $K_{\phi P}$, $K_{\gamma P}$ – коэффициенты, учитывающие влияние соответственно свойств материала, главного угла в плане и переднего угла резца.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0.75} = 1;$$

$$K_{\phi P} = 0,89;$$

$$K_{\gamma P} = 1,25;$$

$$K_p = 1 \cdot 0,89 \cdot 1,25 = 1,11.$$

Определяются значения коэффициентов для первого и второго переходов $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n_p=-0,15$ для обоих установов одинаковые. Тогда сила резания на каждом резце

$$P_{z1} = 300 \cdot 2,6 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 63^{-0,15} \cdot 1,11 = 300,7 \text{ Н} \cdot P_{z1,2} = 300 \cdot 2,6 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 67^{-0,15} \cdot 1,11 = 253 \text{ Н}$$

Рассчитываем необходимую мощность резания:

$$N = P_z V / (102 \cdot 60) = 2 \cdot (300 \cdot 63) / (102 \cdot 60) = 6,2 \text{ кВт},$$

$$N = P_z V / (102 \cdot 60) = 2 \cdot (253 \cdot 67) / (102 \cdot 60) = 2,8 \text{ кВт},$$

что меньше паспортной мощности станка (11 кВт). Из этого следует, что выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

Для чистовых переходов по аналогичным формулам получим следующий режим обработки, вынесенный на технологическую наладку.

Установ А: $t_2 = 0,6 \text{ мм}$.

пов. 6 - $S_{02} = 0,1 \text{ мм/об}$. Принимаем $S_{02} = 0,2 \text{ мм/об}$. с учетом двух лезвийной обработки.

Установ Б: $S_{02} = 0,12 \text{ мм/об}$.

Скорость резания по установам: $V_1 = 234 \text{ м/мин.}$; $V_2 = 280 \text{ м/мин.}$

Частота вращения шпинделя: $n_1 = 1240 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$; $n_2 = 1782$

Глубина резания:

Табличным методом назначаются режимы резания для **фрезерно-центральной операции**.

Данная операция выполняется на двух позициях на фрезерно-центральной полуавтомате МР-73М. Выполняется последовательное фрезерование торцов 1 и 5 и сверление центровых отверстий 15 и 16.

Определяются припуски на подрезание торцов:

$$t_1 = t_2 = 1,6 \text{ мм}.$$

Выбирается подача S_z для двух фрезерно-центральных головок.

Для обработки стали насадной торцовой фрезой с твердосплавными пластинами $S_{z1} = S_{z2} = 0,15 \text{ мм/зуб}$.

Рассчитывается скорость резания по формуле:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.14)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от размеров обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, зависящий от марки обрабатываемого материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости и материала инструмента.

Для обработки стали торцовой фрезой с твердосплавными пластинами ТТ15К6 при глубине резания до 3 мм $V_{\text{табл}}=240$ м/мин

$$K_1=1; K_2=1,0; K_3=0,9;$$

$$V=240 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 0,9=180 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя рассчитаем по формуле (2.11), где подставляется диаметр фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 80} = 716 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Уточним частоту вращения по паспортным данным станка:
 $n=710\text{об/мин.}$

Рассчитаем мощность резания по формуле:

$$N_{\text{рез}} = E \frac{V t z_u}{1000} K_1 K_2, \quad (2.15)$$

где E – табличная величина;

V – скорость резания в м/мин;

t – глубина резания в мм;

z_u – число зубьев фрезы;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от типа фрезы и скорости резания;

По таблице [3] определяется величина E : $E=0,9$

$$V=180 \text{ м/мин}; t=1,6 \text{ мм}; z_{\text{и}}=10; K_1=1,35; K_2=1$$

$$N_{\text{рез}} = 0,9 \frac{180 \cdot 1,6 \cdot 10}{1000} \cdot 1,35 \cdot 1 = 3,5 \text{ кВт}.$$

Рассчитанная мощность меньше паспортной мощности станка. Из этого следует, что выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

Для сверления осевая подача $S_o=0,15 \text{ мм/об.}$

Для обработки стали сверлением отверстием до 10 мм $V_{\text{табл}}=32 \text{ м/мин}$

$$K_1=1,1; K_2=1,0; K_3=0,9;$$

$$V=32 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9=31,7 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя рассчитаем по формуле (2.11), где подставляем диаметр сверла

$$n = \frac{1000 \cdot 31,7}{3,14 \cdot 6,3} = 1600 \frac{\text{об.}}{\text{мин}}.$$

Уточним частоту вращения по паспортным данным станка: $n=1600 \text{ об/мин.}$

Рассчитаем режимы резания на операцию **шлифовальную 050.**

Данная операция выполняется методом много переходного продольного шлифования.

Режимы резания будем выбирать, учитывая следующие факторы: материал детали и его твердость; группу обрабатываемости этого материала шлифованием; габариты детали; допуск на шлифование и требуемый параметр шероховатости; припуск на шлифование; тип и модель станка.

Разработку режима резания при шлифовании начинают с установления характеристики инструмента. Для предварительного шлифования цилиндрической шейки – пов. 6 – из нормализованной стали 40ХН2МА до шероховатости $Ra = 1,25$ мкм выберем материал шлифовального круга - 23AF16L5V ГОСТ 2424-2008 [19]. Окончательная характеристика абразивного инструмента выявляется в процессе пробной обработки с учетом конкретных технологических условий.

Основные параметры резания при шлифовании:

- скорость вращения заготовки V_3 , м/мин [9]:

$$V_3 = V_{3табл},$$

где $V_{3табл}$ - скорость вращения заготовки по таблице, м/мин, $V_{3табл} = 21$ м/мин;

- скорость вращения шлифовального круга [9]:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot d_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}, \quad (2.16)$$

где $d_{кр}$ - диаметр шлифовального круга, равен 400 мм;

$n_{кр}$ - частота вращения круга, равна 1400 об/мин по паспорту станка.

$$V_{кр} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1400}{1000 \cdot 60} = 30 \text{ м/с};$$

- частота вращения заготовки [5]:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 60} = 109 \text{ об/мин}.$$

Здесь D – диаметр обработки, $D = 60$ мм.

Уточняя полученное значение по паспорту станка, окончательно примем $n_3 = 110 \text{ об/мин}$.

Глубина шлифования t , мм, - слой металла, снимаемый периферией круга в результате радиальной подачи S_p . При чистовом шлифовании примем припуск на шлифование: $t = 0,33$ мм.

Радиальную подачу определим по [9]:

Для шлифования детали диаметром до 60 мм с продольной подачей 70 мм/об детали при скорости вращения детали до 26 м/мин радиальная подача $S_p = 0,005$ мм/ход.

Эффективная мощность, кВт [9]:

$$N = C_N V_d^r t^x S^y D^q, \quad (2.17)$$

где D – диаметр обрабатываемой детали, $D = 60$ мм.

Коэффициенты и показатели степени: $C_N = 2,2$; $r = 0,5$; $x = 0,5$; $y = 0,55$; $q = -$.

Тогда эффективная мощность

$$N = 2,2 \cdot 24^{0,5} \cdot 0,005^{0,55} \cdot 70^{0,55} = 6 \text{ кВт},$$

что меньше паспортной мощности станка ($6 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$). Из этого следует, что выбранное оборудование можно эксплуатировать на данных режимах резания.

В нашем случае следует рассчитать нормы времени на операциях: 005 фрезерно-центровальной, 010 токарной, 050 круглошлифовальной.

Рассчитаем штучное калькуляционное время $T_{шт-к}$ на выполнение операции **фрезерно-центровальной 005**.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{н.з.}}{n_3} + T_o + T_{вс} + T_{обсл} + T_{отд}, \quad (2.18)$$

где T_o - основное время на переходе;

$T_{вс}$ - вспомогательное время на переходе;

$T_{обсл}$ - время технического и организационного обслуживания;

$T_{отд}$.- время отдыха.

Основное время равно:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_M}, \quad (2.19)$$

где L_{px} -величина перемещения инструмента в направлении подачи, мм;

S_M - скорость подачи в мм/мин,

$$L_{px} = L_{рез} + y = L_{рез} + y_{подв} + y_{врез}, \quad (2.20)$$

где $L_{рез}$ - длина резания. мм;

$y_{подв}$ - длина подвода, мм;

$y_{врез}$ - длина врезания, мм;

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n, \quad (2.21)$$

где S_Z – подача инструмента, мм/зуб;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время равно:

$$T_{\text{всi}} = T_{\text{yci}} + T_{\text{зоi}} + T_{\text{yni}} + T_{\text{изи}},$$

где T_{yci} - время на установку заготовки в приспособлении, $T_{\text{yi}} = 0,15$ мин;

$T_{\text{зоi}}$ - время на закрепление и открепление заготовки в приспособлении,
 $\tau_{\text{зоi}} = 0,15$ мин;

T_{yni} - время на управление станком, $T_{\text{yni}} = 0,03$ мин;

$T_{\text{изи}}$ - время на измерение заготовки, $\tau_{\text{изи}} = 0,17$ мин.

Рассчитаем нормы времени:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + T_{\text{шт}};$$

$$T_o = \frac{L_{\text{px}}}{S_{\text{мин}}} + \frac{L_{\text{рез}} + y_{\text{подв}} + y_{\text{вр}}}{S_Z \cdot Z \cdot n} = \frac{5 + 3}{0,15 \cdot 1600} + \frac{60 + 7}{0,15 \cdot 10 \cdot 650} = 0,1 \text{ мин}.$$

$S_Z = 0,15$ мм/зуб, $z = 10$, $n_1 = 650$ об/мин,

$L_{\text{рез}} = 60$ мм, $y_{\text{вр}} + y_{\text{подв}} + y_{\text{п}} = 7$ мм.

$T_{\text{вс1}} = T_{\text{yc1}} + T_{\text{зо1}} + T_{\text{yn1}} + T_{\text{изи1}} = 1,85(0,1 + 0,1 + 0,035 + 0,12) = 0,66$ мин;

$$T_{\text{шт}} = 20 / 35 + 0,1 + 0,66 = 1,33 \text{ мин}.$$

Рассчитаем штучное время на выполнение операции **010 токарной** по формуле (2.18). Данная операция выполняется в два перехода: точение шейки 6 и подрезание торца 3, точение шейки 7 и подрезание торца 2. Рассчитаем время на каждый переход.

Переход 1.

$$L_{\text{px1}} = L_{\text{рез1}} + y = L_{\text{рез1}} + y_{\text{подв1}} + y_{\text{врез1}}.$$

$$L_{\text{рез1}} = 820 \text{ мм}, y_{\text{подв1}} + y_{\text{врез1}} = 7 \text{ мм}.$$

$$L_{px1}=820+7=827 \text{ мм.}$$

$$T_{o1} = \frac{L_{px}}{S_{мин}} = \frac{827}{0,5 \cdot 630} = 2,67 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время равно:

$$T_{вс1}=T_{yc1}+T_{zo1}+T_{yn1}+T_{из1}+T_{от},$$

где T_{yc1} - время на установку заготовки в приспособлении, $\tau_{y1}=0,15$ мин;

T_{zo1} - время на закрепление и открепление заготовки в приспособлении,
 $T_{zo1}=0,15$ мин;

T_{yn1} - время на управление станком, $\tau_{yn1}=0,04$ мин;

$T_{из1}$ - время на измерение заготовки, $\tau_{из1}=0,25$ мин;

$T_{от1}$ - время на отвод инструмента, $\tau_{от1}=0,15$ мин;

$T_{вс1}=(0,15+0,15+0,04+0,25+0,15)1,85=1,4$ мин;

Переход 2.

$$L_{px2} = L_{рез2} + y = L_{рез2} + y_{подв2} + y_{врез2}$$

$$L_{рез2}=100 \text{ мм, } y_{подв2}+y_{врез2}=7 \text{ мм}$$

$$L_{px2}=100+7=107 \text{ мм}$$

$$T_{o2} = \frac{L_{px}}{S_{мин}} = \frac{107}{0,5 \cdot 630} = 0,34.$$

Вспомогательное время равно:

$$T_{вс1}=T_{zo1}+T_{yn1}+T_{из1}+T_{от},$$

где T_{zo1} - время на закрепление и открепление заготовки в приспособлении, $T_{zo1}=0,1$ мин;

T_{yn1} - время на управление станком, $T_{yn1}=0,035$ мин;

$T_{из1}$ - время на измерение заготовки, $T_{из1}=0,12$ мин.

$T_{от1}$ - время на отвод инструмента, $T_{от1}=0,05$ мин.

$T_{вс1}=1,85(0,1+0,035+0,12+0,05)=0,56$ мин.

Общее штучно-калькуляционное время равно

$$\begin{aligned} T_{шт-к} &= T_{пз}/n + T_{о1} + T_{о2} + T_{всп1} + T_{всп2} + T_{обсл} + T_{отд} = \\ &= 15/35 + 2,67 + 0,34 + 1,4 + 0,56 + 1,23 + 0,41 = 6,7 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Для чистовой токарной 015 операции итоговая формула с учетом обработки резьбы за 5 проходов

$$T_{шт-к} = 15/35 + 4,33 + 2,24 + 0,7 = 7,6 \text{ мин.}$$

Рассчитаем нормы времени на операции **050 шлифовальной**.

Основное время - время непосредственно на обработку, определяется исходя из схемы обработки [3]:

$$T_o = l \cdot i / 0,95 S_M,$$

где l - величина перемещения круга в направлении подачи;

i – число проходов;

$$T_o = 820 \cdot 40 / 0,95 \cdot 40 \cdot 250 = 3,45 \text{ мин.}$$

Штучное время - время на выполнение перехода, определяется суммированием основного и вспомогательного времени.

Вспомогательное время - время на установку и снятие заготовки, управление станком, подвод и отвод режущего инструмента, контроль

размеров, определяется по справочным нормативам [21] или экспериментально.

В общем случае для шлифовальной операции штучное время определим по формуле [21]:

$$T_{шт} = T_o \cdot \phi,$$

где коэффициент ϕ для среднесерийного производства равен 2.

$$T_{шт} = 3,45 \cdot 2 = 6,9 \text{ мин.}$$

Найденные значения режима резания заносим в операционную карту.

В приложении представлены операционные карты на три разнородные операции: фрезерно-центровальную, токарную, шлифовальную, фрезерную, а также маршрутная карта на весь технологический процесс.

Таблица 2.9 - Штучное время

	Операция	T_o	$T_{пз.}$	$T_{шт.-к.}$
1	2	3	4	5
000	Заготовительная			
005	Фрезерно-центровальная	0,1	20	1,33
010	Токарная	3,01	15	6,7
015	Токарная	3,4	15	7,6
020	Термообработка			
025	Фрезерная	4,0	20	6,6
030	Фрезерная	32,7	20	35,3
035	Термообработка			
040	Центрошлифовальная	0,3	15	2,1
045	Торцекруглошлиф.	0,3	20	0,7
050	Круглошлифовальная	3,5	20	6,9
055	Зубошлифовальная	1,7	20	3,4

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведем обзор устройств для многорезцовой токарной обработки. Рубрика МПК для группы приспособлений «Многорезцовые головки» либо «Устройство для токарной обработки» B23B25/06; B23B29/32.

Целью изобретения является повышение точности обработки за счет синхронизации перемещения ползунов с резцами.

Многорезцовая головка состоит из корпуса 1 с радиальными направляющими 2, в которых размещены ползуны 5 с резцами 4, опирающиеся на двуплечие рычаги 5, связанные свободно с планетарным редуктором 6 через кулачок 7. Корпус и планетарный редуктор посажены на шпиндель и вращаются с одинаковой скоростью. При проточке цилиндрической поверхности оправки усилие резания передается через резцы 4, ползуны 5 двуплечие рычаги 5 на кулачок 7.

При выключении тормоза 10 ведущего венца планетарного редуктора скорости ведомого и ведущего венцов, а также кулачка с корпусом головки сравниваются. Перемещение ползунов с резцами прекращается [25]

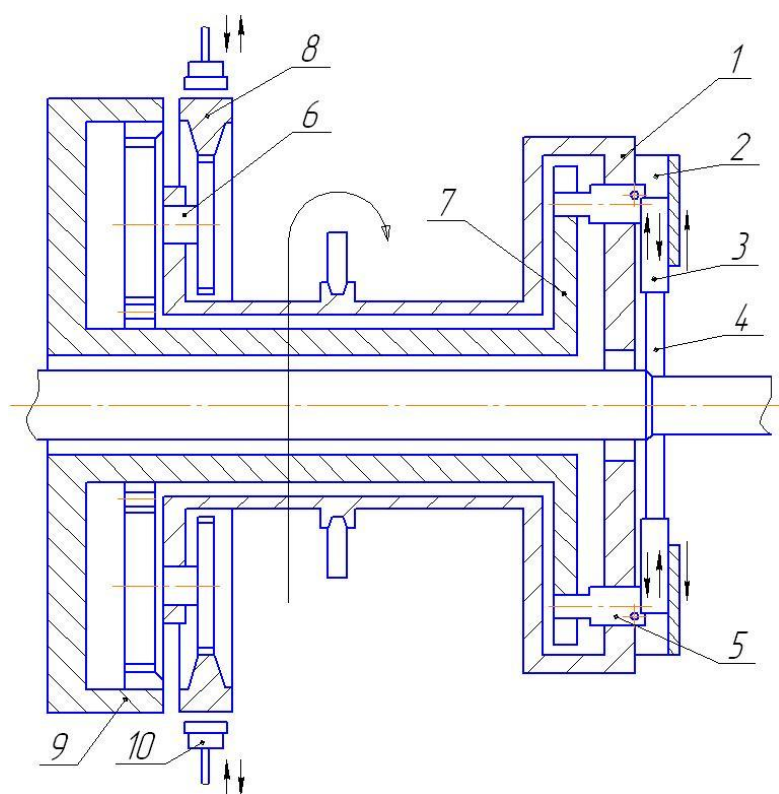


Рис.3.1 Эскиз к а.с. СССР №639650

Цель использования следующей многолезцоввой головки — обеспечить равномерный сьем припуска и увеличить срок службы инструмента.

Корпус головки 1 закрепляется на шпиндель станка. Во время точения он вращается по направлению, показанному стрелкой А. В корпусе головки 1 размещаются рычаги 2, которые связаны со штоками 3 силовых гидроцилиндров 4 и вращающиеся на осях 5. Резцы 6 закрепляются на поводках 7 в двух поводковых группах. Поводки 8 устанавливаются в корпус 1 с возможностью поворота. Поводки 7 связаны шарнирно с рычагами 2. Оси 5 рычагов 2 соединены самоустанавливающимся элементом 9. Канал 10 соединяется полость 11 гидроцилиндра 4 с системой подачи рабочей среды. Канал 12 соединяет полость 13 гидроцилиндра 4 с внешней средой.

При точении заготовка 14 базируется в приспособлении и перемещается вдоль оси вращения многолезцоввой головки со скоростью подачи. Давление подается по каналу 10 в полость 11 гидроцилиндра 4. Шток 3 поворачивает рычаг 2 на оси 5. Соответственно поводок 7 и резец 6 перемещаются к оси головки пока не установится заданная глубина резания.

При ней сила на поршне со штоком уравнивается силами трения, силами инерции и силой резания. Перемещения резцов из-за отклонений размеров диаметров заготовок происходят путем перемещения поршней и штоков. Перемещения резцов из-за смещения профиля заготовки происходят за счет смещений элемента 9 и осей 5 [26].

Изобретение относится к обработке металлов резанием и может быть использовано на токарных и других станках для продольного и фасонного точения. Головка содержит корпус, включающий фланцы 1,2 и кожух 3. Резцедержатели 4 и инерционные грузы 6 установлены на валах 5, расположенных параллельно оси корпуса. Инерционные грузы 6 имеют С-образную форму и стянуты по участкам цилиндрических поверхностей плоским резиновым кольцом 19. На корпусе против каждого резцедержателя закреплены кронштейны с регулируемыми упорами для ограничения поворота резцедержателей. Валы 5 могут быть соединены между собой посредством зубчатых колес 10 для повышения надежности работы головки. В процессе вращения головки валы 5 под действием инерционных грузов 6 поворачиваются, вместе с ними и резцедержатели, которые производят обработку [27].

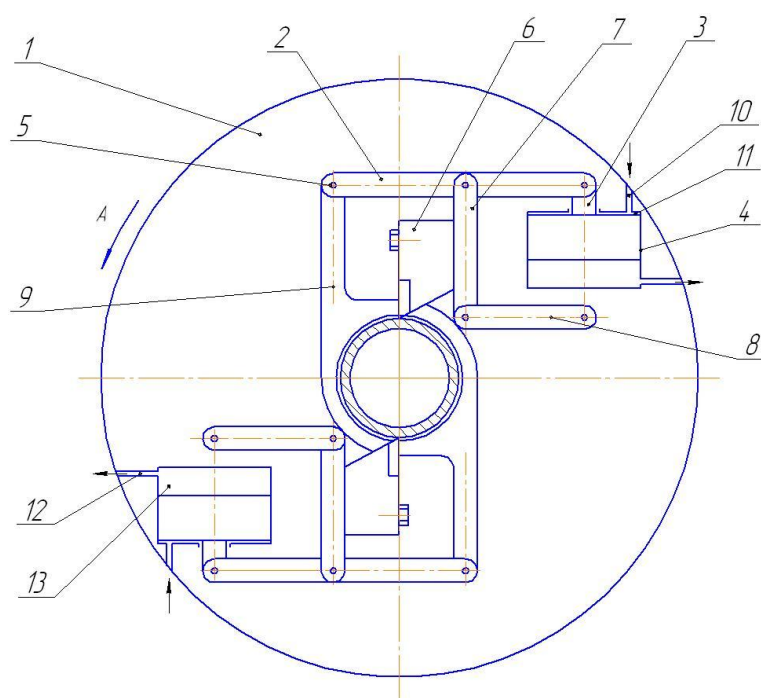


Рис.3.2 Эскиз к а.с. №667335

Следующее устройство предназначено для уменьшения вибраций резцов за счет уменьшения изгибных колебаний валов резцодержателей.

Использование: в машиностроении для обработки металлов на токарных и др. станках для продольного и фасонного точения. Сущность изобретения: головка состоит из корпуса, включающего соосные фланцы 1,2 и ограничительный кожух 3, которые жестко соединены между собой, резцедержателей 4, закрепленных на концах валов 5, которые установлены в соосных отверстиях фланцев 1 и 2, выполненных равномерно по окружности с центром на оси вращения, параллельно оси корпуса. На тех же валах 5 в пространстве между фланцами 1 и 2 жестко закреплены инерционные грузы 6, выполненные в виде одинаковых тел произвольной формы, центр тяжести которых расположен как можно дальше от места их установки на валах 5. Каждый инерционный груз снабжен закрепленным на его боковой поверхности пальцем 7, который введен в сквозной паз кольцевого поводка 8, установленного соосно корпусу с возможностью поворота вокруг его оси. При этом каждый инерционный груз 6 связан с корпусом возвратной пружиной 9. Один конец пружины 9 надет на штифт 10, закрепленный на грузе, а другой надет на крюк 11, закрепленный на втулке 12, жестко установленной в корпусе вдоль оси его. При вращении головки под действием центробежных сил инерционные грузы 6 вместе с валами 5 и резцедержателями 4 за счет пальцев 7, закрепленных на боковой поверхности инерционных грузов 6 и расположенных в пазах кольцевого поводка 8, выполненных для всех инерционных грузов 6 одинаковой формы, синхронно поворачиваются, перемещая резцы 16, срезающие с заготовки одинаковый припуск [28].

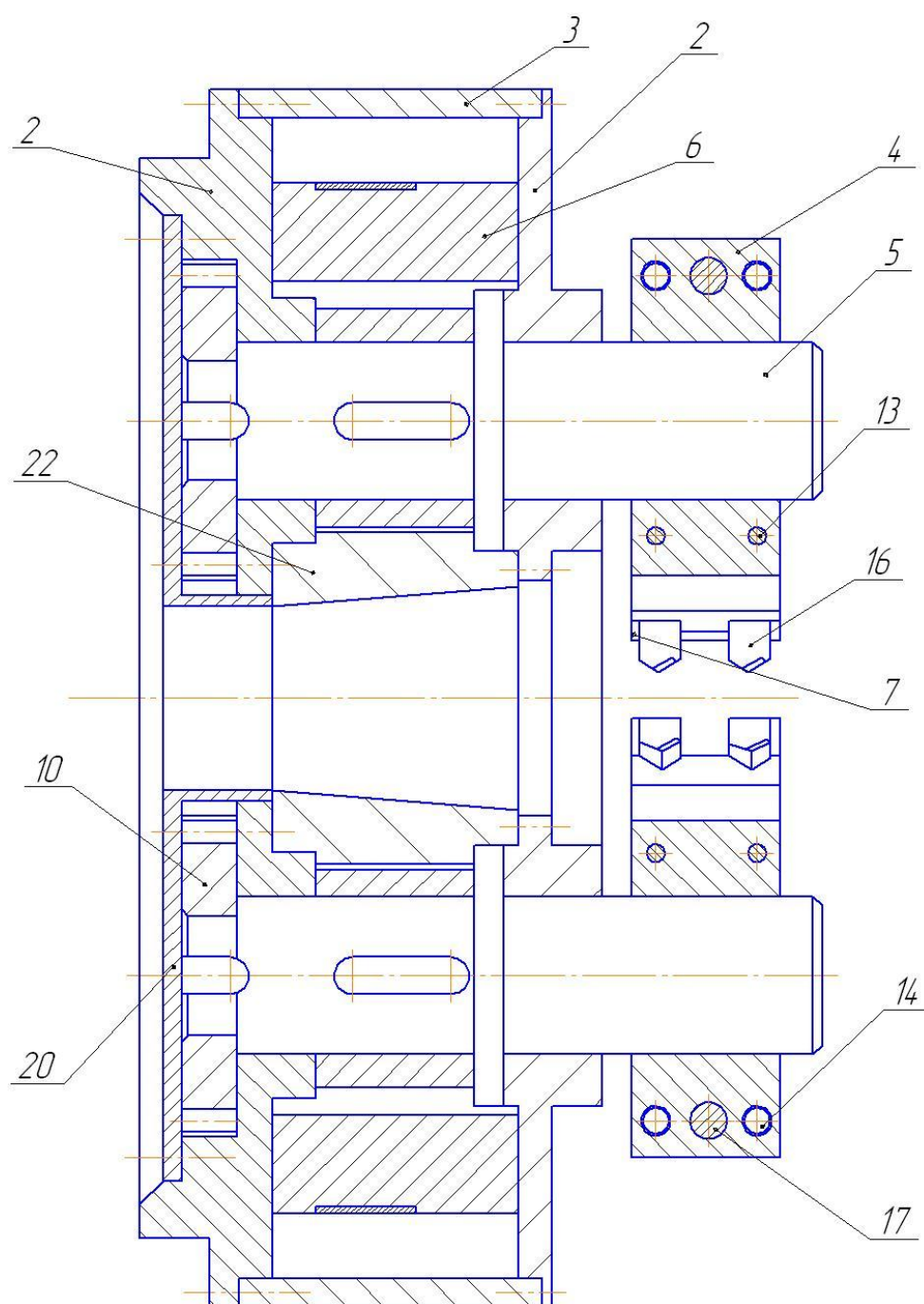


Рис.3.3 Эскиз к а.с. СССР №1546210

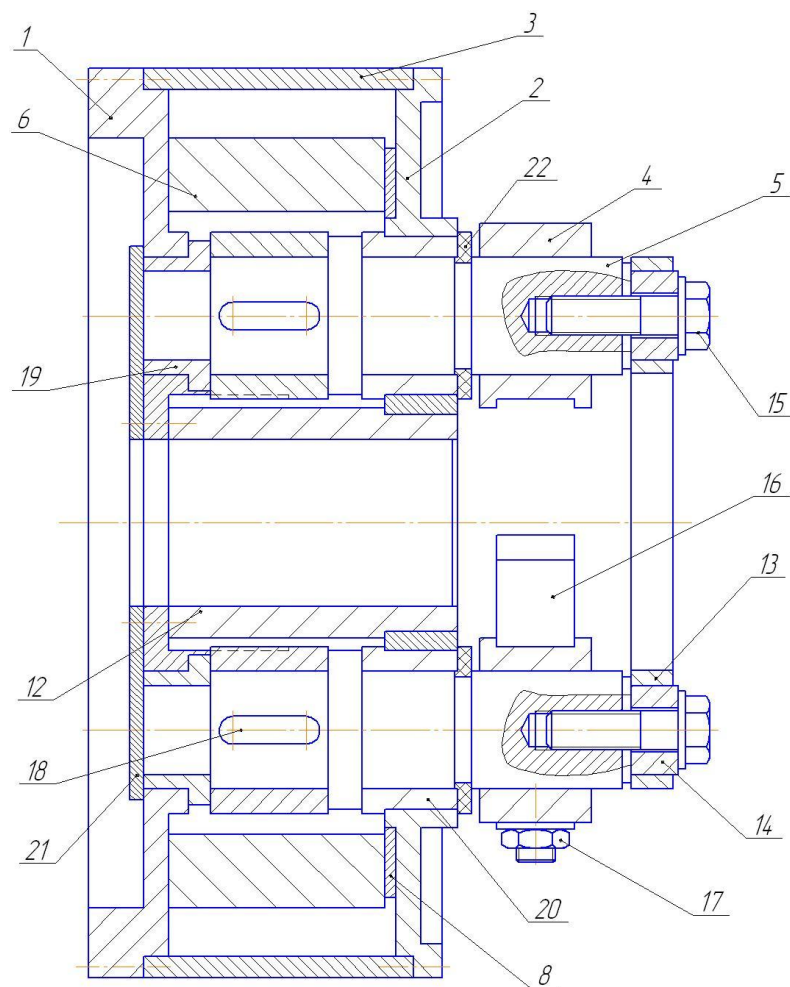


Рис. 3.4. Эскиз к патенту РФ №2069606

Следующее устройство относится к технологическому оснащению машиностроения и используется при обработке нежестких деталей. Устройство многолезцовой обработки имеет установленные на направляющие 1 станка салазки 2. В патрон шпинделя 3 станка установлена заготовка 4. На салазки 2 симметрично относительно осей шпинделя 3 и заготовки 4 устанавливаются поперечные направляющие 5 и 6. На них размещаются резцедержатель 7 и 8 вместе с резцами 9 и 10. Сами резцедержатели 7 и 8 соединяются между собой при помощи винта 11.

Заготовка 4 устанавливается в патрон станка 3. Маховиком 12 устанавливаются вершины у резцов 9 и 10 относительно оси заготовки 4 симметрично. Салазкам 2 сообщается движение продольной подачи и проводят процесс обработки. Управляя поворотом резца относительно оси, проходящей через его вершину, можно выровнять силы резания P за один

оборот. Причем и переменную и постоянную составляющие. А это ведет к минимальной деформации резцов и стабилизирует оси заготовки [29]

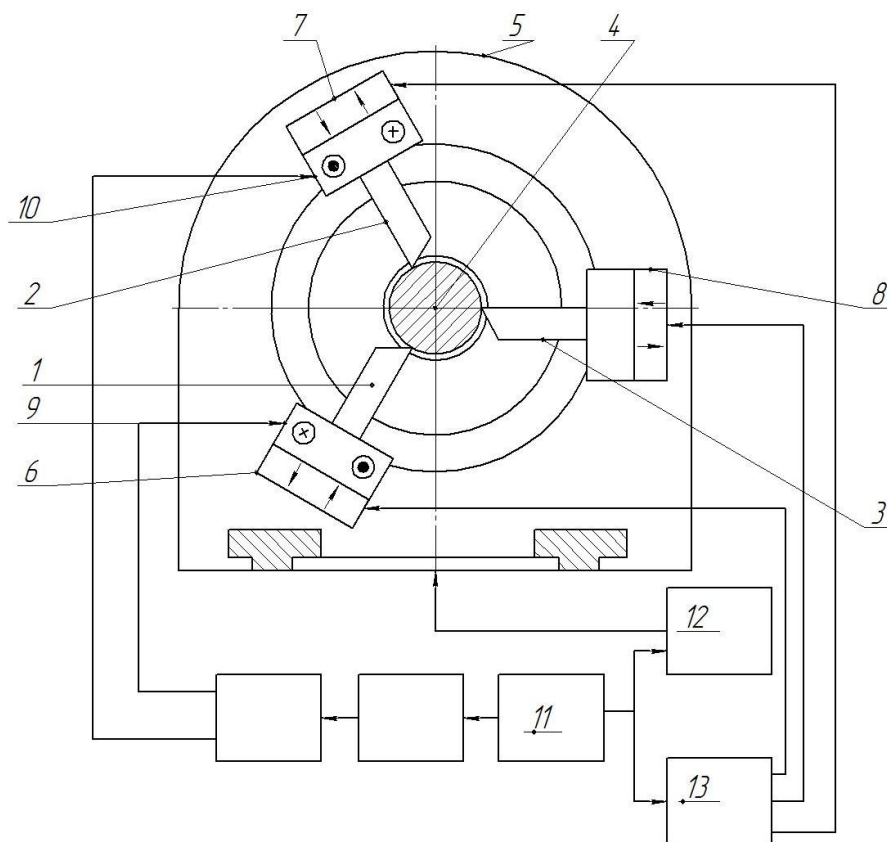


Рис.3.5 Эскиз к а.с.СССР № 1022778

Повысить качество обработанной поверхности, точность и производительность можно за счет способа многорезцового точения. Вершины резцов 1,2,3 располагаются в одной плоскости перпендикулярной оси обрабатываемой заготовки 4. Не формообразующие резцы 2 и 3 настраиваются на глубину резания, которая меньше глубины резания формообразующим резцом 1. Разница соизмерима с высотой шероховатости поверхности после формообразующего резца.

Суппорт 5 сообщает продольную подачу. Формообразующий резец 1 закрепляется на радиальном суппорте 6. Не формообразующие резцы 2 и 3 закрепляются на радиальных суппортах 7 и 8. Устройства подач 9 и 10 осуществляют корректирующие смещения в продольном направлении. В результате смещения не формообразующих резцов 2 и 3 в продольном направлении идет непрерывное перераспределение всего припуска на всех

трех резцах. Это ведет к само уравниванию сил резания, уменьшается прогиб детали.

Токарный станок содержит поперечные салазки 2, на которые устанавливаются симметрично относительно оси шпинделя суппорты с резцовыми салазками 6 и 7. На них устанавливаются резцедержатели 13 и 14 с резцами. Сами резцедержатели 13 и 14 устанавливаются с возможностью смещения относительно продольных направляющих 11 и 12 резцовых салазок. Они соединяются винтом 8-9. Суппорты имеют промежуточные салазки, расположенные между резцовыми и поперечными салазками станка. Резцедержатели 13 и 14 выполнены подвижными относительно салазок. Они соединяются с последними через промежуточные гидроцилиндры 19 и 20. А бесштоковые полости самих цилиндров соединяются между собой [30].

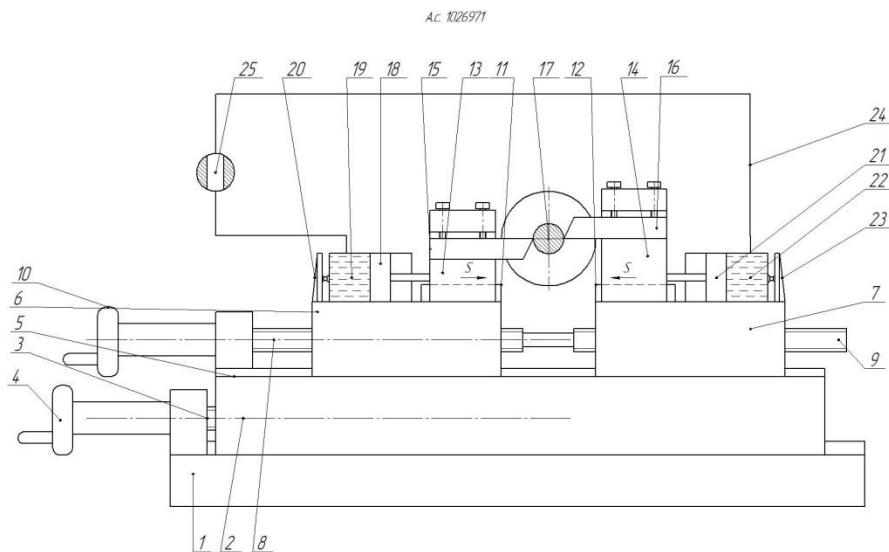


Рис.3.6 Эскиз к а.с.СССР №1026971

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

4.1 Сбор данных

Вид и материал заготовки: штамповка, сталь 40ХН2МА ГОСТ1050-74
 $\sigma_B=750$ МПа.

Вид обработки – черновое точение на операции 010. Материал и геометрия режущей части резца – резец контурный сборный со сменной трехгранной неперетачиваемой пластиной Т5К10 с геометрией $\varphi=93^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $\lambda=-4^\circ$. Режимы резания: глубина резания $t = 2,6$ мм; подача на два резца одновременно $S = 0,8$ мм/об; скорость резания $V = 63$ м/мин. Тип приспособления – двух резцовый суппорт.

Металлорежущий станок – токарно-винторезный станок СА700СФ2К.

Силы резания рассчитаны в п. 2.7:

$$P_{z1} = 300 \cdot 2,6 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 63^{-0,15} \cdot 1,11 = 300,7 \text{ Н} .$$

$$P_{y1} = 243 \cdot 2,6^{0,9} \cdot 0,4^{0,6} \cdot 63^{-0,3} \cdot 1,11 = 105 \text{ Н} .$$

$$P_{x1} = 241 \cdot 2,6^{1,05} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 63^{-0,4} \cdot 1,11 = 116 \text{ Н} .$$

При расчете составляющие P_z и P_x складываются, P_y – противоположно направлены и поэтому суммарное действие на вал равно нулю.

4.2 Расчет усилия на приводе

В процессе обработки заготовки возникают различные силы. С одной стороны действуют составляющие силы резания, которые стремятся отжать резец от заготовки, с другой – сила механизма подачи, препятствующая

этому. При двух резцовой обработке противоположно расположенными резцами сила, действующая на суппортную группу, определяется разностью припуска, снимаемого двумя резцами. Для расширения технологических возможностей по обработке будет учитываться сила, действующая на один резец с коэффициентом запаса, равным 3.

Схема действия силы резания и силы подачи приведена на рис. 4.1.

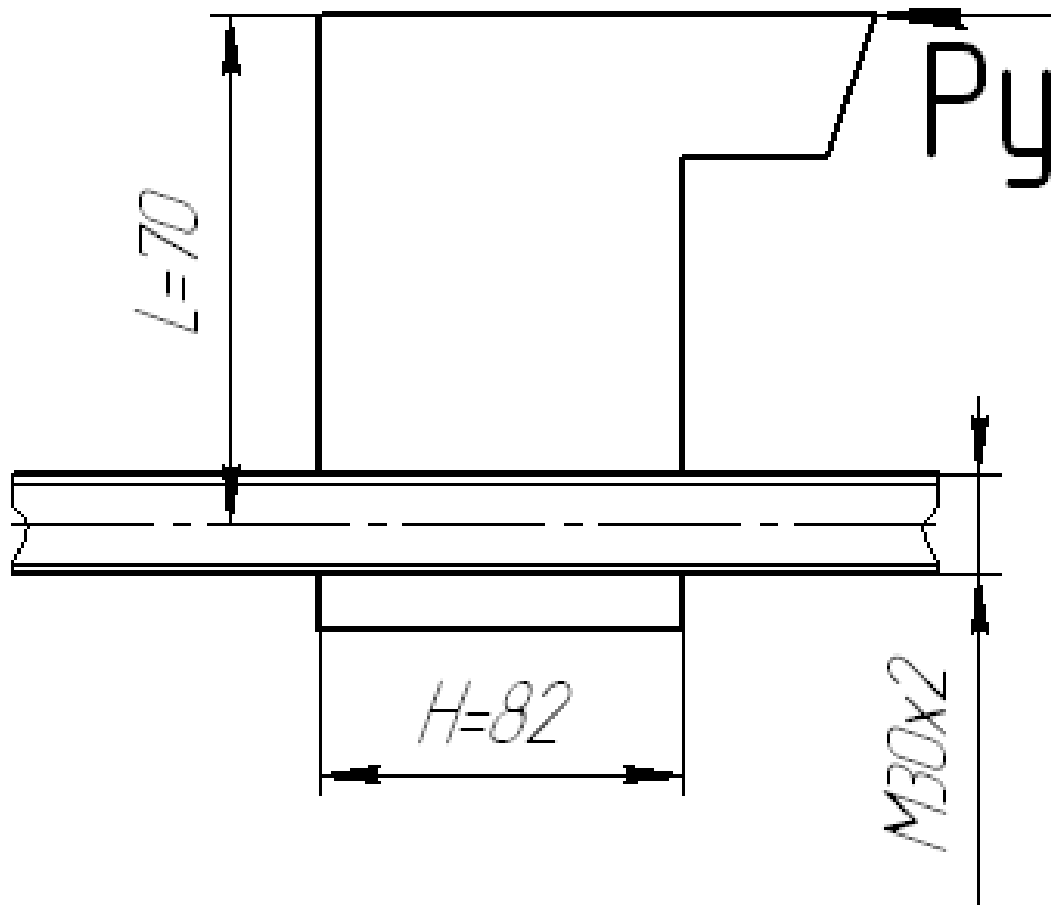


Рисунок 4.1 Схема действия силы резания и силы подачи

Рассчитаем привод подачи, как Г-образный прихват. По [10] сила подачи Q для преодоления силы резания P_y рассчитывается по формуле:

$$Q = K \cdot P_e \left(1 - \frac{L}{H} f \right), \quad (4.1)$$

где P_y – радиальная составляющая силы резания, Н;

L – плечо действия силы резания;

H – длины направляющей резцедержателя, мм;

f – коэффициент трения направляющей резцедержателя;

K – коэффициент запаса.

После подстановки данных получим

$$Q = P_e \left(1 - \frac{L}{H} f \right).$$

Для создания усилия необходимо приложить крутящий момент [10]

$$M_{кр} = Q \frac{d}{2} \operatorname{tg} \alpha + \varphi_{пр}, \quad (4.2)$$

где d – средний диаметр резьбы, мм;

α – угол подъема витков резьбы;

$\operatorname{tg} \varphi_{пр}$ – приведенный коэффициент трения, который рассчитывается по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi_{пр} = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (4.3)$$

где f – коэффициент трения;

β – половина угла при вершине резьбы (30°).

Для расчетов силу резания для повышения надежности и расширения технологических возможностей установки примем с коэффициентом запаса равным 10. Тогда в расчетах используем значение силы $P_y=1000$ Н. Тогда

сила Для данных параметров установки крутящий момент, необходимый для создания поперечной подачи равен

$$Q = 2,5 \cdot 1000 \left(1 - \frac{70}{82} 0,1 \right) = 2282 \text{ Н},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = \frac{0,1}{\cos 30} = 0,11^\circ,$$

$$M_{\text{кр}} = 2282 \frac{0,03}{2} \operatorname{tg} (3 + 0,11) = 1,5 \text{ Нм}.$$

Далее выбирается шаговый привод по крутящему моменту - 110BYG350A с моментом 8 Нм.

Ход резцедержателей составляет 53 мм. С учетом вылета двух резцов параметры заготовки, обрабатываемой двух резцовым суппортом, составляют максимум 100 мм, минимум 0 мм.

4.3 Расчет погрешности установки

Погрешность обработки рассчитывается по схеме на рисунке 4.2.

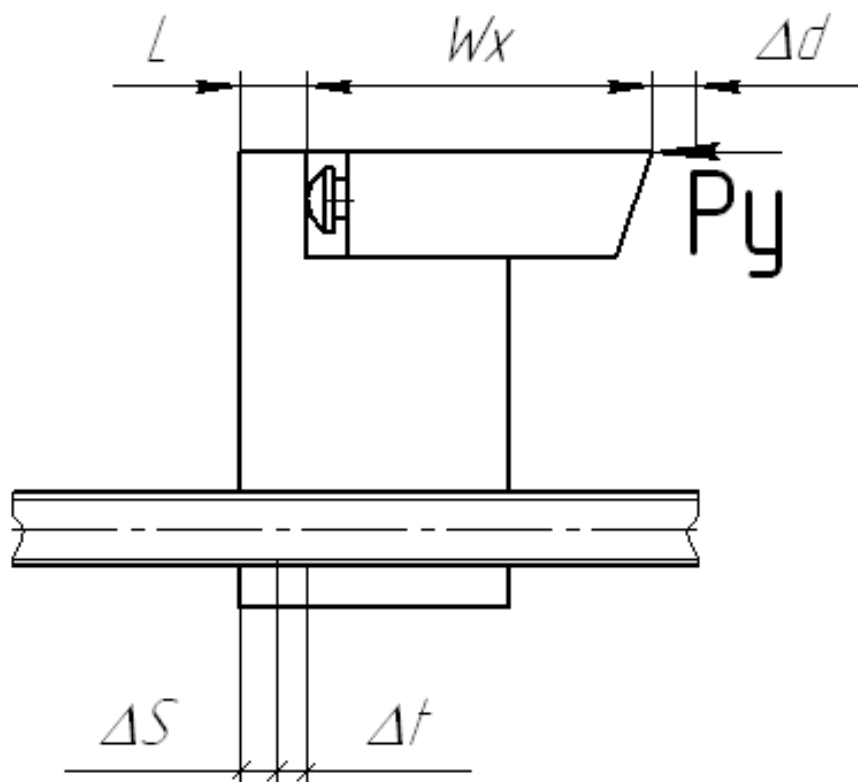


Рисунок 4.2 Схема расчета точности обработки

Погрешность настройки на диаметр определяется по формуле:

$$\Delta d = t \cdot \sqrt{2K_1(\Delta W_x)^2 + (\Delta L)^2 + (\Delta S)^2 + (\Delta t)^2} < 1/3Td, \quad (4.4)$$

где Td – допуск на максимальный обрабатываемый размер, мм;

ΔW_x – погрешность настроечного размера, мм;

ΔL – погрешность линейного размера мм;

ΔS – зазор в резьбовом соединении, мм;

Δt – погрешность шага резьбы, мм;

K_1 – коэффициент относительного рассеивания, погрешностей. Умножается на два, т.к. погрешность удваивается для двух резцов.

Погрешность настройки на диаметр после подстановки:

$$\Delta d = 0,3 \cdot \sqrt{2 \cdot 1/9[(0,002)^2 + (0,01)^2 + (0,01)^2 + (0,005)^2]} = 0,021 < 1/3 \cdot 0,06_{мм}.$$

Т.е. обработка данным суппортом может вестись вплоть до 9 качества.

4.4 Описание конструкции приспособления

Токарное приспособление предназначено для двух резцовой обработки маложесткого вала.

Приспособление содержит плиту 1, на которой на торсионе 14, установлена базовая плита 2. В ней в направляющих по свободной посадке установлены резцедержатели 3. Они фиксируются в базовой плите 2 Т-образными болтами 8, 9 через ось 11 эксцентриковыми зажимами 10 при помощи ручки 12.

Резцедержатели 3 перемещаются винтом 4, установленным в подшипниках 20, 29, которые запрессованы в стойках 5 и 6. Базовая плита 2, поворачивается на торсионе 14, который установлен в радиальных подшипниках 25 и на осевом подшипнике 19. Снизу полость под торсион герметизирована крышкой 17. Фиксатор 23 одним концом закрепляется на плите 1 винтом 22, а другим штифт вставляется в базовую плиту 2.

Приспособление работает следующим образом. Настроенные резцы устанавливаются в пазы резцедержателей 3. Далее винтом 4 шаговым двигателем они сводятся на заданный размер. При черновой обработке винт 22 ослабляется и базовая плита освобождается. При врезании резцов, если имеется биение припуска, за счет поворота плиты происходит уравнивание сил резания. Резец, снимающий больший припуск отжимается, подавая противоположный резец на заготовку.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Цель - спроектировать инструмент для токарной обработки, конструкция которого позволяет снизить динамическое воздействие на режущий клин путем демпфирования колебаний инструмента.

Задачей предлагаемого изменения конструкции резца является снижение динамического воздействия путем демпфирования колебаний, а также уменьшение начального импульса при врезании и отводе резца при обработке материалов с твердыми и неметаллическими включениями.

Сущность технического решения поясняется чертежом, где представлен рассматриваемый резец (рисунок 5.1).

Работа предлагаемого режущего инструмента поясняется чертежом. Режущий инструмент, в направляющих которого размещен режущий элемент, упругий элемент и элемент крепления, при этом он снабжен дополнительным упругим элементом, режущий элемент 2 выполнен с передней частью в виде головки, средней частью и задней частью в виде державки, направляющие 8 выполнены цилиндрическими и расположены в корпусе 1 перпендикулярно режущему элементу 2, на котором для сопряжения с ними выполнены установочные пазы, один из которых размещен под передней частью, а другой - над его задней частью, при этом упругие элементы 10,11 расположены противоположно установочным пазам, а элемент крепления выполнен в виде прижимных планок и резьбового сопряжения 12, осуществленного через дополнительное отверстие, выполненное в средней части режущего элемента.

Работает инструмент следующим образом. На суппорт токарного станка монтируется инструмент, в корпусе 1 которого смонтированы цилиндрические направляющие 8, расположенные в корпусе перпендикулярно режущему элементу 2, с передней частью в виде головки,

средней частью и задней частью в виде державки, с выполненными установочными пазами, один из которых выполнен под передней частью (головкой), а другой над его задней частью (державкой), при этом каждому пазу соответствуют напротив расположенные упругие элементы 10,11. Режущий элемент 2 закрепляется посредством прижимных планок и резьбового сопряжения 12, осуществленного через дополнительное отверстие в средней его части, регулировку усилия закрепления при изменении материала, режимов резания осуществляют, например, динамометрическим ключом.

Конструкция инструмента позволяет снизить вибрации в зоне резания за счет демпфирования колебаний, возникающих в системе "станок-приспособление-инструмент-деталь" особенно в момент врезания резца „в материал и его отводе от обрабатываемой поверхности. Использование режущего инструмента дает наибольший эффект по снижению вибраций в зоне резания при обработке вязких сталей и сплавов, а также материалов с твердыми и неметаллическими включениями. При этом в 1,5-2 раза уменьшается шероховатость обрабатываемой поверхности детали, в 2-2,6 раза повышается стойкость режущей части инструмента без снижения скорости резания и подачи.

Использование изобретения упрощает образование стружки, способствует стабилизации сил резания и повышению стойкости инструмента.

На токарной операции применяются сборные резцы с механическим креплением трехгранных пластин из твердого сплава, предназначенных для обработки заготовок из стали. В корпус резца запрессован штифт. На штифт свободно надевают многогранную пластину из твердого сплава, которую закрепляют между штифтом и задней опорной стенкой корпуса с помощью клина и винта. Многогранные пластины повторно затачивают. После изнашивания одной режущей кромки пластину поворачивают и в работу

вступает следующая режущая кромка. После изнашивания всех режущих кромок пластину заменяют новой.

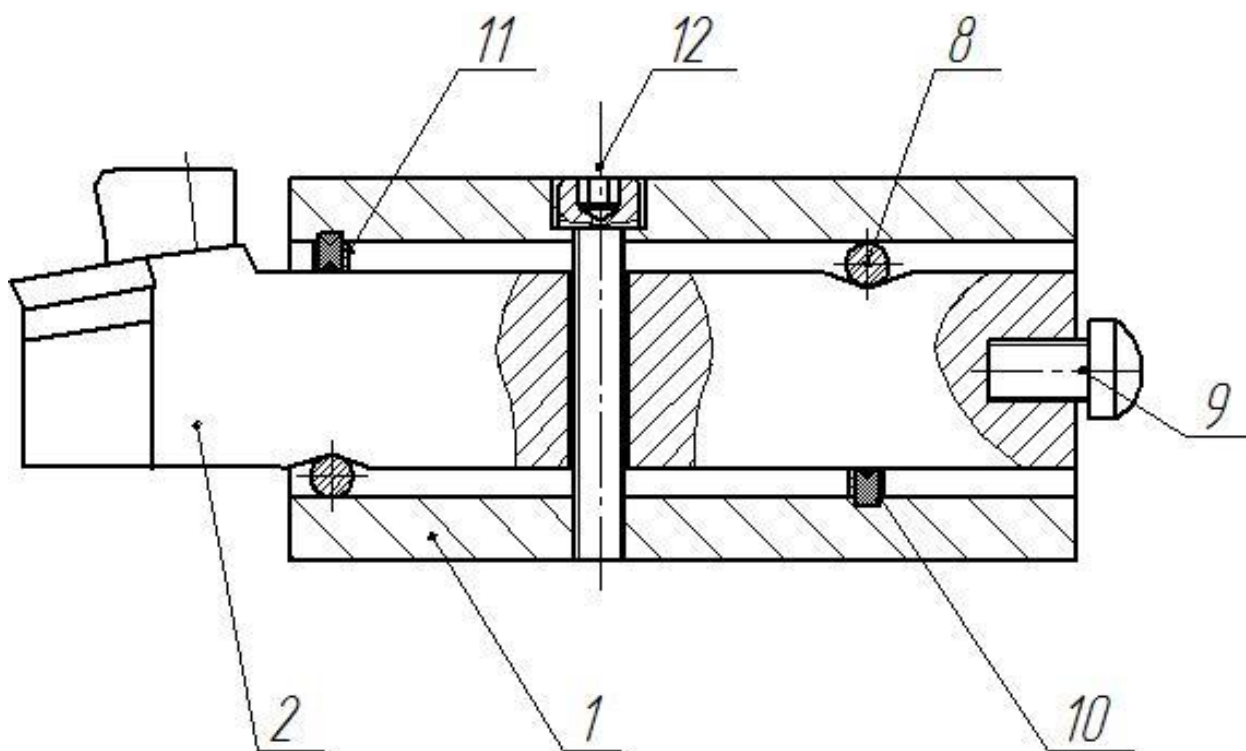


Рис.5.1. Схема резца

Углы ϕ у резцов с многогранными пластинами такие же, как у составных(цельных) напайных резцов с той же рабочей высотой, угол в плане 90° . Необходимых задних углов α достигают путем установки пластины под соответствующим отрицательным углом γ . Для обеспечения положительных значений переднего угла γ , а также для завивания и дробления стальной стружки вдоль каждой из режущих кромок предусмотрены выкружки, формируемые при прессовании многогранных пластин (форма I).

Угол γ , образованный выкружкой, равен 20 или 25° в зависимости от размера пластины, что обеспечивает при закреплении пластины на державке под углом $\gamma=10^\circ$. Радиусы вершин выбирают минимальными ($r=0,6$ мм). Сочетание малого радиуса вершины резца и большого переднего угла резца значительно уменьшает отжим заготовки силой P_y и позволяет использовать эти резцы при малой жесткости станка и заготовки.

Для изготовления подложки рекомендуется твердые сплавы ВК8, для повышения долговечности корпуса резцы со стороны задней поверхности необходимо оснащать опорными пластинами (подкладками) из твердого сплава ВК8. Габаритные и конструктивные размеры сборных токарных резцов в механическом креплении многогранных твердосплавных пластин выбирают в зависимости от назначения и формы пластины по ГОСТ20872-80, а технические требования к ним регламентирует ГОСТ26613-85.

Сконструируем сборный токарный проходной правый резец с механическим креплением многогранной пластины из твердого сплава для обтачивания вала из стали 40ХН2МА с $\sigma_b = 750$ МПа. Главный угол в плане $\varphi=90^\circ$. Обработку производят на токарном станке СА700СФ2К. Глубина резания $t=2,6$ мм; подача на оборот $S=0,8$ мм/об; скорость главного движения резания $v=63$ м/мин.

Пользуясь табл. 31 [8] находим, что для станка СА700СФ2К при площади сечения срезаемого слоя $f=1,04$ мм² резец должен иметь рабочую высоту $H=25$ мм и диаметр описанной окружности пластины $D=12,7$ мм. Принимаем для резца $H=32$ мм, а для переходной державки 25 мм. Основные размеры резца принимаем по ГОСТ 26611—85; рабочая высота резца $H=32$ мм, ширина корпуса резца $B=25$ мм; длина резца $L=170$ мм. Конструктивные размеры резца указывают на рабочем чертеже корпуса резца. Выбираем материал резца для корпуса - сталь 40Х (твердость 42...46.5 HRC, оксидировать); для пластины трехгранной формы- твердый сплав Т5К10, форма. I по ГОСТ 19063-80; для винта -сталь 45 (головку винта термообработать до 32—37HRC). Технические требования на резец выбираем по ГОСТ 26613—85*.

Дополнительно державка резца вставляется в демпфирующую державку по описанию. Технический результат заключается в том, что режущий инструмент, в направляющих которого размещен режущий элемент, упругий элемент и элемент крепления, отличается тем, что он снабжен

дополнительным упругим элементом, режущий элемент выполнен с передней частью в виде головки, средней частью и задней частью в виде державки, направляющие выполнены цилиндрическими и расположены в корпусе перпендикулярно режущему элементу, на котором для сопряжения с ними выполнены установочные пазы, один из которых размещен под передней частью, а другой - над его задней частью, при этом упругие элементы расположены противоположно установочным пазам, а элемент крепления выполнен в виде прижимных планок и резьбового сопряжения, осуществленного через дополнительное отверстие, выполненное в средней части режущего элемента.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

Задача раздела – спроектировать систему контроля параметров процесса двух резцового точения.

Необходимо определить, что является выходными и входными данными процесса обработки.

Регулировать можно частоту и амплитуду колебаний точения за счет изменения конструктивных параметров, скорости резания и подачи. Контролировать необходимо амплитуду относительных колебаний (АОК) резца и заготовки, как определяющих геометрию микро и макропрофиля поверхности (отклонения формы), так и статический отжим (усредненный по нескольким оборотам), как определяющим точность расположения и размеров.

Приспособление состоит из индикатора 1, который в кронштейне 2 зафиксирован винтом 3. Кронштейн 2 винтом 4 закреплен на оси 5, которая ввинчена в плиту 6, установленную на ножки 7. На плите 6 прикреплена плита 8 на оси 9 которой качается щуп 11. В корпус 14 установлена пиноль 15, внутри которой находится цанга 16, по скосам которой перемещаются кулачки 17. Пиноль 15 опирается через шарики 18 о корпус 14. Крышка 19 закреплена винтами 20 к корпусу 14. В центре крышки 19 винт 21 поджимает пружину 22 к пиноль 16. Пиноль 15 поджимается к корпусу 14 пружиной 27, поджатой крышкой 26. На пиноль на оси 28 поворачивается эксцентриковая рукоять 29.

Приспособление работает следующим образом. Деталь надевается на кулачковый механизм. Рукояткой 29 перемещают пиноль 16, который приводит к разжиму кулачков 17. После этого щупом 11 обкатывают измеряемую поверхность, контролируя несоосность индикатором 1. Пружина 10 поджимает измерительный ролик 13 к поверхности.

Чертеж приспособления представлен на листе.

7. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Таблица 7.1-Технологический паспорт объекта

№ оп	Наименовани е операции	Вид выполняем ых работ	Наимено вание должнос ти работник а	Оборудование	Материалы вещества
1	2	3	4	5	6
000	Заготовитель ная	Штамповка	Штампов щик	ГКШП	Масло
005	Фрезерно- центровальна я	Фрезерован ие сверление	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерно- центровальный полуавтомат MP73M	Фреза торцовая Сверло центровочное СОЖ
010 - 015	Токарная	Точение черновое, чистовое	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок CA700CФ2K	Резцы, СОЖ
020	Фрезерная	Фрезерован ие	Фрезеров щик	Вертикально фрезерный станок 6P13	Фреза цилиндрическая
025	Фрезерная	Фрезерован ие	Фрезеров щик	Горизонтально фрезерный станок 6T83Г	Фреза модульная
030	Термообрабо тка	Закалка	Термист	печь	Вода
035	Центрошлиф овальная	Шлифрован ие черновое	Шлифов щик	Центрошлифов альный станок ZSM810	Абразивный круг; СОЖ
040	Шлифовальна я	Шлифрован ие чистовое	Шлифов щик	Торцекруглошл ифовальный станок 3B153T	Абразивный круг; СОЖ
050	Шлифовальна я	Шлифрован ие чистовое	Шлифов щик	Круглошлифов альный станок 3M151	Абразивный круг; СОЖ
055	Зубошлифова льная	Щлифрован ие зубьев	Шлифов щик	Зубошлифовал ьный станок 3B151A	Абразивный круг; СОЖ

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
060	Резьбошлифовальная	Шлифование резьбы	Шлифовщик	Резьбошлифовальный станок 5Д822В	Абразивный круг; СОЖ
065	Моечная	Мойка	Мойщик	Камерная моечная машина	Моющие средства

Таблица 7.2 - Идентификация профессиональных рисков

№ оп.	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная	Высокая температура; Подвижные механизмы; высокий уровень вибраций, шума; пыль в рабочей зоне	Пресс , оснастка – пресс-формы.
2	Фрезерно-центровальная, токарная. фрезерные	Высокая температура; стружка; высокий уровень вибраций, шума; токсичные и канцерогенные вещества (дихлорэтан, нитрит натрия); пыль в рабочей зоне; опасность поражения электрическим током; Подвижные механизмы;.	Станки; зона резания, СОЖ; приспособление, режущий инструмент.
3	Термическая	Высокая температура; токсичные и канцерогенные вещества (гексахлорэтан); пыль в рабочей зоне; опасность поражения электрическим током.	Печь индукционная; заготовка; Ванна охлаждающая.

1	2	3	4
4	Абразивные операции	Высокая температура; стружка; подвижные механизмы; высокий уровень вибраций, шума; токсичные и канцерогенные вещества (дихлорэтан, нитрит натрия); пыль в рабочей зоне; опасность поражения электрическим током.	Станки; зона резания, СОЖ; приспособление, режущий инструмент.
5	Моечная	Высокая влажность воздуха; токсичные вещества (поверхностно активные вещества); опасность поражения электрическим током.	Моечная машина; испарения

Таблица 7.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Высокая температура	Система вентиляции воздуха (станки с местным отсосом воздуха панельного типа); система охлаждения оборудования и система подачи и охлаждения СОЖ; ограждения и разметка зоны высокой опасности	Специальная одежда (Костюм вискозно-лавсановый, ботинки кожаные, очки защитные)
2	Стружка	Закрытая зона обработки, подача СОЖ в зону резания	

1	2	3	4
3	Высокий уровень вибраций, шума; пыль в рабочей зоне	защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования;	Беруши
4	Токсичные и канцерогенные вещества (дихлорэтан, нитрит натрия)	Закрытая зона обработки, подача СОЖ в зону резания; Система вентиляции воздуха (станки с местным отсосом воздуха панельного типа)	Респиратор.
5	Высокая влажность воздуха	Система вентиляции	Рукавицы резиновые
6	Опасность поражения электрическим током.	Заземление оборудования	

Таблица 7.4 –Идентификация классов и опасных факторов пожара

№	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки штока	Гидравлический пресс, фрезерные, токарный, фрезерно-центровальный, шлифовальный станки	В	Пламя и искры; тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок

1	2	3	4	5	6
2	Термический участок		В	Пламя и искры; тепловой поток	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования

Таблица 7.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.
Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-8(з) – АВ (Н,С)	Передвижные воздушно-пенные огнетушители ОВП-40 (з)	Пенная система пожаротушения	Извещатели пожарные	Гидрант пожарный	Респиратор, специальная одежда	Шит пожарный ЦП-Б	Извещатели пожарные ручные, световые и звуковые пожарные оповещатели

Таблица 7.6 - Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления штока	Разработка и внедрение системы управления пожарной безопасностью. Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии. Обеспечение пожарной безопасности при проведении технологических процессов. Установка и контроль за состоянием средств контроля, оповещения и пожаротушения. Организация разработки и обеспечение выделения финансовых средств на реализацию мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Обучение по пожарной безопасности специалистов, служащих и рабочих. Обеспечение электробезопасности на предприятии. Составление плана эвакуации при пожаре. Разработка документов по пожарной безопасности.	При эксплуатации эвакуационных путей и выходов должно быть обеспечено соблюдение проектных решений и требований нормативных документов по пожарной безопасности. Двери на путях эвакуации должны открываться свободно и по направлению выхода из здания. Запоры на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать людям, находящимся внутри здания, возможность свободного их открывания изнутри без ключа. Электроустановки в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствует дежурный персонал, должны быть обесточены, за исключением дежурного освещения, установок пожаротушения и противопожарного водоснабжения, пожарной и охранно - пожарной сигнализации.

Таблица 7.7 -Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологическ ого процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологическог о процесса (производственн ого здания или сооружения по функциональном у назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействи е техническо го объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающ ую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжен ия)	Воздействи е техническог о объекта на литосферу (почву, растительн ый покров, недра) (образовани е отходов, выемка плодородно го слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительно го покрова и т.д.)
Заготовительн ый процесс (штамповка), термообработк а (закалка)	Пресс, печь, ванна	Пыль, токсичные испарения	Охлаждающа я жидкость (закалочное масло)	Окалина
Механическая обработка (лезвийная, абразивная)	Все операции по удалению материала	Пыль, токсичные испарения	СОЖ, моющие средства	Стружка, промасленн ая ветошь

Таблица 7.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Местный отсос на станках панельного типа, рукавный фильтр СРФ-22.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Утилизация СОЖ на специальных пунктах, локальная очистная установка для обработки технической воды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация на полигонах (захоронение и сжигание), стружка в переплавку

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления штока, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 7.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления штока, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы

следующие: стружка; высокий уровень шума; токсичные и канцерогенные вещества; высокая влажность воздуха; опасность поражения электрическим током.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно подача СОЖ и охлаждения элементов станка, ограждение и разметка зоны опасности, экранирование зоны обработки; система вентиляции воздуха, виброизоляция оборудования. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 7.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 7.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 7.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 7.8).

8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

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

8.1. Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Программа выпуска – 500 шт. Материал детали – сталь 40Х2Н2МА. Метод получения заготовки – штамповка. Масса детали – 6,7 кг, масса заготовки – 6,7 кг. Остальная краткая характеристика с необходимыми данными по писанию изменений в вариантах технологического процесса, представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Описание изменений по сравниваемым вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 010 – Токарная	
<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель СА700СФ2К. <u>Оснастка</u> – патрон ПЗКП 315Ф8.95, центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79. <u>Инструмент</u> – двух резцовая головка, резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Т5К10.	<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель СА700СФ2К. <u>Оснастка</u> – патрон ПЗКП 315Ф8.95, центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79. <u>Инструмент</u> – резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Т5К10.
Операция 015 – Токарная	
<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель СА700СФ2К. <u>Оснастка</u> – патрон ПЗКП 315Ф8.95, центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79, двух резцовый суппорт. <u>Инструмент</u> – резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Т15К6.	<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель СА700СФ2К. <u>Оснастка</u> – патрон ПЗКП 315Ф8.95, центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79. <u>Инструмент</u> – резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Т15К6.
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная	

Необходимые исходные данные по оборудованию, приспособлению, инструменту и т.д. заносим в таблицу. 8.2. Представленные значения не

будут учитывать затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию (табл. 8.1), ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Таблица 8.2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Годовая программа выпуска	$N_{год}$	шт.	500	500
2	Норма штучного времени на операцию	$T_{шт}$	мин	10,1	6,7
				6	3,01
	В т.ч. машинное время	$T_{маш}$	мин	11,3	7,6
				6,8	3,4
3	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{тр.пр}$	час	–	557,6
4	Цена единицы оборудования	$C_{об}$	руб.	3186090	3186090
5	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{р.об}$	руб.	159304,5	159304,5
6	Цена одной единицы приспособления	$C_{пр}$	руб.	33220,5	33220,5
				42712,1	33220,5
7	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{р.пр}$	руб.	6644,1	6644,1
				8542,4	6644,1
8	Цена единицы рабочего инструмента	$C_{ин}$	руб.	609,1	203,7
				260,1	260,1
9	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{р.ин}$	руб.	121,8	40,7
				52	52
10	Количество переточек	$N_{пер}$		14	14
				14	14
11	Цена одной переточки	$C_{пер}$	руб.	19,2	19,2
				19,2	19,2
12	Стойкость одной переточки	$T_{ин}$	час	2	2
				2	2
13	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{уб}$		1,1	1,1
				1,05	1,05
14	Часовая тарифная ставка рабочего	$C_{ч}$	руб./час	66,71	66,71
15	Часовая тарифная ставка наладчика	$C_{чн}$	руб./час	97,67	97,67
16	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{ч.тех}$	руб./час	–	77,8
17	Габариты станка	$P_{уд}$	м ²	4,7	4,7
18	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{доп.пл}$		4,5	4,5

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5	6
19	Стоимость эксплуатации 1м ² площади здания в год	$C_{пл}$	руб./м ²	4500	4500
20	Установленная мощность единицы оборудования	$M_{уст}$	кВт	22	22
21	Цена за 1 кВт электроэнергии	$C_{э.э}$	руб./кВт	2,582	
22	Цена за 1 м ³ воды	$C_{в}$	руб./м ³	4,479	
23	Цена за 1 м ³ сжатого воздуха	$C_{сж}$	руб./м ³	0,279	
24	Затраты на разработку одной программы	$З_{у.п}$	руб.	15819,3	14770
				14770	14770
25	Величина запуска деталей (размер партии запуска)	$N_{зап}$	шт.	16	40
				16	40

8.2. Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Используя исходные данные, представленные в таблице 8.2 и методику расчета необходимого количества оборудования, представленную в методических указаниях «Экономическое обоснование дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки детали», определим данную величину.

$$N_{об.расч} = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{\Phi_{эф.об} \cdot K_{в.н} \cdot 60}, \text{ шт.} \quad (8.1)$$

Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего, большего числа и получаем их принятое или фактическое количество $N_{об.прин}$ или $N_{об}$.

Базовый вариант:

$$N_{об.расч \Phi_{10}} = \frac{500 \cdot 10,1}{4015 \cdot 1,2 \cdot 60} = 0,017 \Rightarrow N_{об \Phi_{10}} = 1$$

$$N_{об.расч \Phi_{15}} = \frac{500 \cdot 11,3}{4015 \cdot 1,2 \cdot 60} = 0,02 \Rightarrow N_{об \Phi_{15}} = 1$$

Проектный вариант:

$$N_{об.расч \Phi_{10}} = \frac{500 \cdot 6,7}{4015 \cdot 1,2 \cdot 60} = 0,012 \Rightarrow N_{об \Phi_{10}} = 1$$

$$N_{об.расч \Phi_{15}} = \frac{500 \cdot 7,6}{4015 \cdot 1,2 \cdot 60} = 0,013 \Rightarrow N_{об \Phi_{15}} = 1$$

$$K_3 = \frac{H_{ОБ.РАСЧ}}{H_{ОБ.ПР}} \quad (8.2)$$

Учитывая то, что на каждой операции необходимо по одному станку, то в этом случае коэффициент загрузки оборудования на этих операциях будет равен расчет величине оборудования, определенной по формуле (8.1)

8.3. Расчет дополнительных исходных данных для станков с ЧПУ

Используя казанное выше методическое указание, определить необходимые параметры для операций 010 и 015, т.к. именно там применяются станок с ЧПУ, по следующим формулам:

$$H_{ДЕТ} = \frac{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot 60}{T_{ШТ} \cdot N_{Г}}, \text{ шт} \quad (8.3)$$

Базовый вариант:

$$H_{ДЕТ \text{ 010}} = \frac{4015 \cdot 60}{10,1 \cdot 500} = 47,703 \approx 48$$

$$H_{ДЕТ \text{ 015}} = \frac{4015 \cdot 60}{11,3 \cdot 500} = 42,637 \approx 43$$

Проектный вариант:

$$H_{ДЕТ \text{ 010}} = \frac{4015 \cdot 60}{6,7 \cdot 500} = 71,910 \approx 72$$

$$H_{ДЕТ \text{ 015}} = \frac{4015 \cdot 60}{7,6 \cdot 500} = 63,395 \approx 63$$

$$П_{СУТ} = \frac{П_{Г}}{360}, \text{ шт.} \quad (8.4)$$

$$П_{СУТ} = \frac{500}{360} = 1,389 \approx 1$$

$$T_{Ц} = \sum_{i=1}^m \frac{H_{ЗАП} \cdot T_{ШТ} / 60 + 2 \cdot T_{МО}}{16}, \text{ дней} \quad (8.5)$$

$$T_{Ц \text{ 010}} = \frac{16 \cdot 10,1 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} + \frac{16 \cdot 11,3 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 0,48$$

$$T_{Ц \text{ 015}} = \frac{40 \cdot 6,7 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} + \frac{40 \cdot 7,6 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 0,72$$

8.4. Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП

Для определения капитальных вложений, так же будем использовать уже представленные методические указания, которые, учитывая описанные изменения, позволят определить необходимые средства для вложений. Принимая во внимание тот факт, что изменениям подверглись лишь

приспособления и инструмент, определим величину капитальных вложений с учетом этих особенностей по формулам (8.6) – (8.10). Так как интерес для нас представляет проектируемый вариант, то и расчеты будем вести только данному варианту, без учета базового.

$$З_{\text{ПР}} = T_{\text{ТР.ПР}} \cdot C_{\text{Ч.ТЕХ}}, \text{ руб.} \quad (8.6)$$

$$K_{\text{ПР}} = \sum H_{\text{ПР}} \cdot Ц_{\text{ПР}} \cdot \kappa_3, \text{ руб.} \quad (8.7)$$

$$K_{\text{И}} = \sum \frac{Ц_{\text{И}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot N_{\text{Г}} \cdot \kappa_{\text{УБ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (H_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.8)$$

$$HЗП = П_{\text{СУТ}} \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C_{\text{ТЕХ}}, \text{ руб.} \quad (8.9)$$

$$K_{\text{ВВ.ПР}} = З_{\text{ПР}} + K_{\text{ПР}} + K_{\text{И}} + HЗП, \text{ руб.} \quad (8.10)$$

Для расчетов значений по формулам (8.6) – (8.10) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения представлены в таблице 8.3

Таблица 8.3 – Расчетные значения, входящие в капитальные вложения по проектируемому варианту

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра по проектному варианту
1	Затраты на проектирование, $З_{\text{ПР}}$, руб.	62208,88
2	Затраты на приспособление, $K_{\text{ПР}}$, руб.	821,66
3	Затраты на инструмент, $K_{\text{И}}$, руб.	515,2
4	Оборотные средства в незавершенном производстве, $HЗП$, руб.	50,22
5	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{\text{ВВ.ПР}}$, руб.	63595,96

8.5. Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Основными элементами, входящими в технологическую себестоимость являются: основные материалы, заработная плата основных рабочих (операторов и наладчиков), начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, состоящие из определенного количества параметров. Все перечисленные элементы определяются по

формулам, которые имеют подробное описание в методических рекомендациях.

Учитывая то, что материал и метод получения заготовки не изменился по вариантам, поэтому расчеты по определению величины основных материалов проводят не целесообразно, это связано с тем, что данная величина не повлияет на конечных результат расчетов. Остальные значения рассчитаем по следующему алгоритму.

$$3_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum T_{шт} \cdot C_{ч}}{60} \cdot \kappa_{У} \cdot \kappa_{ПФ} \cdot \kappa_{ПР} \cdot \kappa_{Д} \cdot \kappa_{Н} \cdot \kappa_{В.Н}, \text{ руб.} \quad (8.11)$$

$$3_{ПЛ.ОП \text{ АЗ}} = \frac{(0,1 + 11,3) \cdot 66,71}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 46,05$$

$$3_{ПЛ.ОП \text{ ПР}} = \frac{(6,7 + 7,6) \cdot 66,71}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 30,77$$

$$3_{ПЛ.Н} = \frac{\Phi_{ЭФ.РАБ} \cdot C_{ЧН} \cdot H_{ОБ.ОБЩ} \cdot \kappa_{З.СР}}{H_{ОБСЛ} \cdot N_{Г}} \cdot \kappa_{У} \cdot \kappa_{ПФ} \cdot \kappa_{ПР} \cdot \kappa_{Д} \cdot \kappa_{Н}, \text{ руб.} \quad (8.12)$$

$$3_{ПЛ.НАЛ \text{ АЗ}} = \frac{1731 \cdot 97,67 \cdot 2 \cdot 0,019}{17 \cdot 500} \cdot 1,116 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 = 1,22$$

$$3_{ПЛ.НАЛ \text{ ПР}} = \frac{1731 \cdot 97,67 \cdot 2 \cdot 0,012}{17 \cdot 500} \cdot 1,116 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 = 0,81$$

$$H_{З.ПЛ} = 3П \cdot \kappa_{С} = 3_{ПЛ.ОП} + 3_{ПЛ.НАЛ} \cdot \kappa_{С}, \text{ руб.} \quad (8.13)$$

$$H_{З.ПЛ \text{ АЗ}} = (46,05 + 1,22) \cdot 0,3 = 47,27 \cdot 0,3 = 14,18$$

$$H_{З.ПЛ \text{ ПР}} = (30,77 + 0,81) \cdot 0,3 = 31,58 \cdot 0,3 = 9,48$$

$$P_{А} = \frac{(U_{ОБ} \cdot \epsilon_{МОИТ} + 1) \cdot B_{Р.ОБ} \cdot H_{А} \cdot H_{ОБ} \cdot \kappa_{З}}{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot 100 \cdot 60 \cdot \kappa_{ВН}}, \text{ руб.} \quad (8.14)$$

$$P_{А} = \frac{(U_{ОБ} \cdot \epsilon_{МОИТ} + 1) \cdot B_{Р.ОБ} \cdot \kappa_{Р} \cdot H_{ОБ} \cdot \kappa_{З}}{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot 60 \cdot \kappa_{ВН}}, \text{ руб.} \quad (8.15)$$

$$P_{Э.Э} = \frac{M_{УСТ} \cdot T_{МАШ} \cdot C_{ЭЭ} \cdot \kappa_{М} \cdot \kappa_{П} \cdot \kappa_{ОД} \cdot \kappa_{В}}{КПД \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.16)$$

$$P_{И} = \frac{(U_{И} \cdot \kappa_{ТР.И} - B_{Р.И}) \cdot \kappa_{УБ} + H_{ПЕР} \cdot C_{ПЕР} \cdot T_{МАШ} \cdot H_{И}}{T_{И} \cdot (\epsilon_{ПЕР} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.17)$$

$$P_{ПР} = \frac{(U_{ПР} \cdot \kappa_{Р.ПР} - B_{Р.ПР}) \cdot H_{ПР} \cdot \kappa_{З}}{N_{ГОД} \cdot T_{ПР}}, \text{ руб.} \quad (8.18)$$

$$P_{CM} = \frac{H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot P_{COЖ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.19)$$

$$P_B = \frac{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot C_B \cdot Y_B}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.20)$$

$$P_{ПЛ} = \frac{H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot P_{УД} \cdot \kappa_{ДОП.ПЛ} \cdot C_{ПЛ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.21)$$

$$P_{СЖ} = \frac{H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot \Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot Y_{СЖ} \cdot C_{СЖ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.22)$$

$$P_{У.ПР} = \frac{\sum_{i=1}^m 3_{УП} \cdot \kappa_3 \cdot H_{ДЕТ} \cdot \kappa_{В.ПР}}{T_{ПЕР} \cdot П_Г} \quad (8.23)$$

$$P_{Э.ОБ} = P_A + P_{P.ОБ} + P_{Э.Э} + P_{И} + P_{ПР} + P_{CM} + P_B + P_{ПЛ} + P_{СЖ} + P_{У.ПР}, \text{ руб.} \quad (8.24)$$

Для расчетов значений по формулам (8.14) – (8.24) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения представлены в таблице 8.4

Таблица 8.4 – Расчетные значения параметров, входящих в расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/ п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расходы на амортизацию оборудования, P_A , руб.	0,142	0,095
2	Расходы на текущий ремонт, $P_{P.ОБ}$, руб.	0,03	0,02
3	Расходы на электроэнергию $P_{Э}$, руб.	8,205	4,166
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $P_{И}$, руб.	0,868	0,504
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $P_{ПР}$, руб.	4,665	0,503
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, P_{CM} , руб.	0,096	0,064
7	Расходы на технологическую воду, P_B , руб.	0,799	0,534
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $P_{Э.ПЛ}$, руб.	0,011	0,007
9	Расходы на сжатый воздух, $P_{СЖ}$, руб.	7,046	4,708
10	Расходы на подготовку и эксплуатацию управляющей программы для станков с ЧПУ, $P_{У.ПР}$, руб.	18,828	18,007
11	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $P_{Э.ОБ}$, руб.	40,689	28,609

$$C_{ТЕХ} = 3П + H_{Э.ПЛ} + P_{Э.ОБ}, \text{ руб.} \quad (8.25)$$

$$C_{\text{ТЕХ(БАЗ)}} = 47,27 + 14,18 + 40,69 = 102,14$$

$$C_{\text{ТЕХ(ПР)}} = 31,58 + 9,48 + 28,61 = 69,67$$

Далее определяем полную себестоимость выполнения рассматриваемых операций, для этого используем калькуляцию себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса []. Согласно ей мы получаем: полную себестоимость по базовому варианту – $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 275,02$ руб., а по проектному варианту – $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 185,19$ руб.

8.6. Расчет показателей экономической эффективности

$$P_{\text{ОЖ}} = (C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛН(ПР)}}) \cdot N_{\text{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.26)$$

$$P_{\text{ОЖ}} = (275,02 - 185,19) \cdot 500 = 44915$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = P_{\text{ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \text{ руб.} \quad (8.27)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 44915 \cdot 0,2 = 8983$$

$$P_{\text{ЧИСТ}} = P_{\text{ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}}, \text{ руб.} \quad (8.28)$$

$$P_{\text{ЧИСТ}} = 44915 - 8983 = 35932$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{P_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (8.29)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{63595,96}{35932} + 1 = 2,77 \approx 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (8.30)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 35932 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 75672,79$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}}, \text{ руб.} \quad (8.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = 75672,79 - 63595,96 = 12076,83$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}}, \text{ руб./руб.} \quad (8.32)$$

$$ИД = \frac{75672,79}{63595,96} = 1,19$$

Благодаря замене станочного приспособления и инструмента на операциях 010 и 015 (токарные), удалось уменьшить трудоемкость их выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 32,7% и позволит получить дополнительную чистую прибыль в размере 35932 руб. Необходимые капитальные вложения в объеме 63595,96 руб. окупятся в течение 3-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет – 12076,83 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В технологическом процессе изготовления маложесткого штока на операциях токарной обработки предлагается использовать двух резцовый суппорт. Благодаря ему происходит обработка недеформированного вала на повышенных режимах резания. Это позволяет при той же точности получить меньшую шероховатость благодаря снижению вибраций, повысить стойкость инструмента. Из-за уравновешенности сил резания выравниваются остаточные напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ В. И. Анурьев [и др.].- М.: Машиностроение, 1982. – 728с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ В. И. Анурьев [и др.].-М.: Машиностроение, 1982. – 584с.
3. Баранчиков В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В.П. Баранчиков [и др.] – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений/В.А.Горохов – Мн.: Высш. школа, 1986. – 238с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
7. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.1/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
8. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.2/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
9. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./А.Ф. Горбачев, Шкред В.А. - Минск, "Высш. Школа", 1983 - 256 с.
10. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
11. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.
12. Решетов, Д. Н. Детали машин : учеб. для вузов / Д. Н. Решетов. – М.:Машиностроение, 1989. – 496 с.
13. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина . - М. : Высш. шк., 2005. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 275-276.

14. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина. - М. : Высш. шк., 2005. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293. - Прил.: с. 223-291.

15. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; - СПб.: Лань, 2010. - 512 с. : ил. - Библиогр.: с. 510. - Прил.: с. 507-509.

16. Мычко В. С. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Мычко. - Минск: Вышэйшая школа, 2011. - 382 с. - ISBN 978-985-06-2014-9.

17. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва: Машиностроение, 2013. - 568 с. : ил. - (Для вузов). - ISBN 978-5-94275-669-7.

18. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

19. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

20. Расторгуев Д.А. Разработка технологической операции : схема базирования и расчет припуска : учеб.-метод. Пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Автомех. Ин-т ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. Пр-ва». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 35 с.

21. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев.

— Электрон.дан. — Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

22. Григорьев, С.Н. Прогрессивные технологии машиностроительных производств [Электронный ресурс] : / С.Н. Григорьев, М.В. Терешин, А.С. Верещака [и др.]. — Электрон.дан. — М. : Горная книга, 2011.

23. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

24. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.

25. А.с. СССР №639650, В23В1/00 Данченко В.Н., Пономарев А.К. Многорезцовая головка, 1978

26. А.с. СССР № 667335 В 23 В 29/034 Р. А. Миусский, Д. Е. Лихтенштейн, [и др.] Резцовая головка, 1978.

27. А.с. СССР №1546210 В23В29/32 Б.М. Сойкин, И.А.Масленников, А.И.Струженцев, Ю.В.Белоусов, Б.В.Травяников, К.Г.Кислов. Многорезцовая головка, 1990

28. РФ (СССР) пат. №2069606 В23В29/32 Б.М. Сойкин, Ю.В.Белоусов, С.А.Князькин. Многорезцовая головка, 1996.

29. А.с. СССР №1022778 , кл. В23В1/00 Пегов В.Б. Способ многорезцового точения, 1983.

30. А.с. СССР №1026971 В23В1/00 Нагорняк С.Г., Кремер Ю.М. Токарный станок, 1983.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Разраб.	Чернов					ТГУ ОТМП												
Провер.	Расторгуев																	
Утв.	Бобровский					Шток												
Н. контр.	Виткалов																	
M01	Сталь 40ХН2МА ГОСТ1050-74																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.		Профиль и размеры			КД	МЗ				
	18		166	6,7	1	1	0,85	24		Ø63,2×923,2			1	7,9				
А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
A03				000	Заготовительная													
B04	штамповка																	
05																		
A06				005	4269 Фрезерно-центровальная				18632		22	1	1	1	35	1	20	1,3
B07	381114 Фрезерно-центровальный п/а МР73М																	
T08	396131 Тиски самоцентрирующие с призматическими губками 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75;391830 Фреза торцовая ГОСТ 26595-85, 391290Сверло																	
09	центровочное 2317-0108ГОСТ 14952-75 393311Штангенциркуль ШЦ – 111 ГОСТ 160 – 80																	
A10				010	4110 Токарная				15292		22	1	1	1	35	1	15	6,7
B11	381810 Токарный станок СА700СФ2К																	
T12	396110 Патрон ПЗКП-315Ф8.95. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79 392110 Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I T5K10 ;																	
T13	Двух резцовая установка; 393311Штангенциркуль ШЦ– 111 ГОСТ 160 – 80																	
A14				015	4110 Токарная				15292		22	1	1	1	35	1	15	7,6
B15	381810 Токарный станок СА700СФ2К																	
T16	396110 Патрон ПЗКП-315Ф8.95. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79 392110 Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I T5K10 ;																	
17	392110 Резец резьбовой МТНН 2525М4 392110 Резец канавочный 035-1835-1836 ОСТ 2И10-7-84 393311Штангенциркуль ШЦ– 111 ГОСТ 160 – 80																	
18	393140 Калибр резьбовой М40 ГОСТ 24997-81																	
A19				020	Термообработка													
B20	Стапель																	
T21																		
22																		
23																		
A24				025	4262 Фрезерная				18632		22	1	1	1	35	1	20	6,6
B25	381611 Вертикально фрезерный станок 6Р13																	
26	396131 Тиски самоцентрирующие с призматическими губками 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75 391820 Фреза концевая ГОСТ 17026-71 Р6М5К5																	
T27	393311 штангенциркуль ШЦ-111 ГОСТ 160-80																	
МК																		

А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
A01				030	4262 Фрезерная		18632	22	1	1	1		35	1	20	35,6
B02	381631 Горизонтальный-фрезерный станок 6Т83Г															
T03	396131 Тиски самоцентрирующие с призматическими губками 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75 391834 Фреза дисковая пазовая Р6М5 ГОСТ 3964-69, □=50															
T04	393311 штангенциркуль ШЦ-111 ГОСТ 160-80															
05																
A06				035	Термообработка											
B07	Печь - стапель															
T08																
10				040	4269 Центрошлифовальная											
A11	381317 Центрошлифовальный станок ZSM810						18873	22	1	1	1	1	35	1	20	2,1
B12																
O13	Шлифовать центровые отверстия															
T14	396131 Тиски самоцентрирующие с призматическими губками 7200-0209-12 ГОСТ 21168-75 397130 Головка шлифовальная АГКУ 25AF40 L9V ГОСТ 2447-															
15	2007; 393610 Шаблон															
A16																
A01				045	4131 Торцекруглошлиф.		18873	22	1	1	1	1	35	1	20	1,7
B02	381311 Торцекруглошлифовальный станок 3Б153Т															
O03	Шлифовать шейку торец															
T04	396110 Патрон поводковый 6152- 0133 ГОСТ 13334-67. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79;397130 25AF40L9V Круг шлифовальный															
05	3 350x40x127 ГОСТ 2424-2003; 393410 Микрометр ГОСТ 160-80															
A06				050	4131 Круглошлифовальная		18873	22	1	1	1	1	35	1	20	6,9
B07	381311 Круглошлифовальный станок 3В151А															
O08	Шлифовать шейку															
T09	396110 Патрон поводковый 6152- 0133 ГОСТ 13334-67. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79;397130 23А F40M6V Круг шлифовальный 1															
10	400x50x150 ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр ГОСТ 160-80															
A11				055	4151 Зубошлифовальная		12290	22	1	1	1	1	35	1	20	13,4
B12	381561 Зубошлифовальный станок 5А841															
O13	Шлифовать зубья															
T14	396110 Патрон поводковый 6152- 0133 ГОСТ 13334-67. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79;397130 25F40L9V Круг шлифовальный 3															
15	400x100x150Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78															
A16				060	4135 Резьбошлифовальная		17003	22	1	1	1	1	35	1	20	1,8
B17	381316 Резьбошлифовальный станок 5Д822В															
O18	Шлифовать резьбу															
T19	396110 Патрон поводковый 6152- 0133 ГОСТ 13334-67. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79;397130 Круг шлифовальный 25А F40 L9V 3 400x20x150 ГОСТ 2424-2008; Калибр ГОСТ 6507-78															

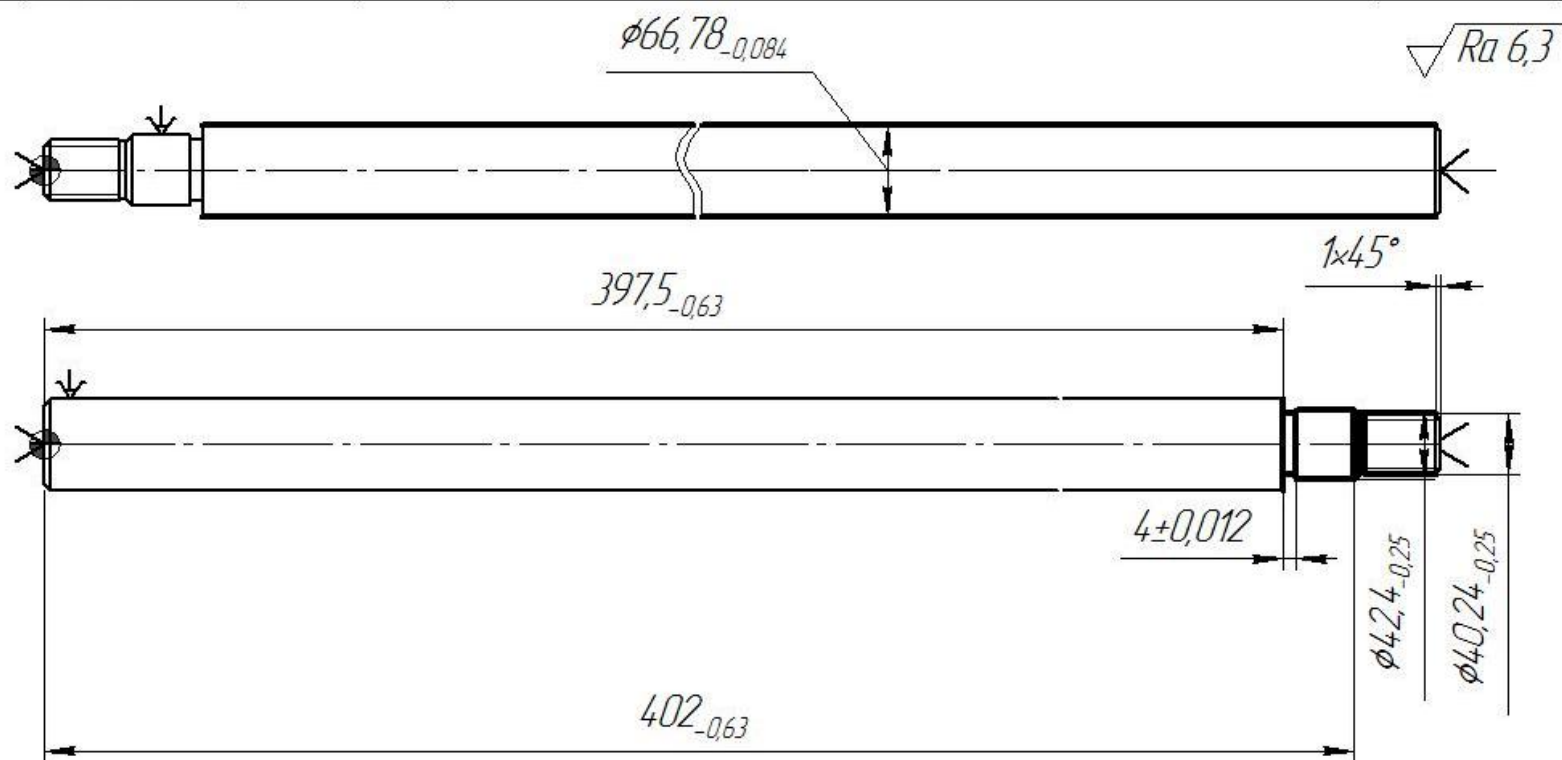
МК														
А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
Б						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
А01				065	Моечная									
Б02														
Т03														
04														
05				070	Контрольная									
А06														
Б07														
Т08														
09														
10														
А11														
Б12														
Т13														
14														
15														
А16														
Б17														
Т18														
19														
20														
А21														
Б22														
Т23														
24														
25														
26														
27														
МК														

Разработ.	Чернов			ТГУ												
Проверил	Расторгуев															
Нормоконт.	Виткалов			ШТОК								ВКР		015		
Утвердил	Бобровский															
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ		МД		Вид и размеры заготовки			МЗ	ОИ Д	
4110 токарная		02 Сталь 40ХН2МА ГОСТ1050-74			260НВ		кг		6,7		32 штамповка □□□□×923,2			7,9	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			Т _о		Т _в		Т _{пз}		Т _{шт}		СОЖ			
381810 Токарный станок СА700СФ2К					4,33		2,24		15		7,6		Эмульсия 2% раствор			
		D(в)мм		Lмм	tмм	i	S _z мм/зуб		S ₀ мм/об		S _м мм/мин		п ₁ об/мин	v ₁ м/мин	п об/мин	v м/мин
О0 1	1.Установить заготовку															
Т0 2	396110 Патрон ПЗКП-315Ф8.95. 392871 Центр упорный 7032-0018 ГОСТ 13214-79 392110															
О0 3	1.Точить шейки 1 и 2, подрезать торцы 3, 4 в размер согласно эскиза															
Т0 4	392110 Резец контурный 2101-0645 ГОСТ 20872-80 тип I Т5К10 ,															
Т0 5	Двух резцовая установка; 393311Штангенциркуль ШЦ– 111 ГОСТ 160 – 80															
Р06		42		410	2/4	1			0,4		326				815	90
О1 1	2.Снять заготовку															
ОК																1

Дцбл.			
Взам.			
Подп.			

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------	------	------	---------	---------	------

Разработал	Чернов			ТГУ		015				
Проверил	Расторгуев									
				Шток						
Н.контроль	Виткалов									



Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				Документация		
Справ. №	A1		16.07.52150.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
		1	16.07.52150.001.	Плита	1	
		2	16.07.52150.002.	Плита поворотная	1	
		3	16.07.52150.003.	Резцедержатель	1	
		4	16.07.52150.004.	Винт	1	
		5	16.07.52150.005.	Кронштейн правый	1	
		6	16.07.52150.006.	Кронштейн левый	1	
		7	16.07.52150.007.	Резцедержатель	1	
		8	16.07.52150.008.	Тяга	1	
		9	16.07.52150.009.	Тяга короткая	1	
		10	16.07.52150.010.	Эксцентрик	2	
		11	16.07.52150.011.	Ось	2	
		12	16.07.52150.012.	Рукоятка	2	
		13	16.07.52150.013.	Шайба	2	
		14	16.07.52150.014.	Торсион	1	
		15	16.07.52150.015.	Штифт	2	
		16	16.07.52150.016.	Штифт	1	
		17	16.07.52150.017.	Крышка	1	
		18	16.07.52150.018.	Опора	2	
		19	16.07.52150.019.	Опора осевая	1	
		20	16.07.52150.020.	Крышка	1	
Изм. № подл.	16.07.52150.000.СП					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Изм. № подл.	Разраб.	Чернов				
	Пров.	Расторгуев				
Изм. № подл.	Н.контр.	Виткалов				
	Утв.	Бабровский				
				Суппорт		Лит.
				двух резцовый		Лист
						Листов
						1
						2
						ТГУ ТМЗ-1001

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №									
						Документация			
	A1				16.07.52160.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
						Сборочные единицы			
		1			16.07.52160.100.	Суппорт	1		
		2			16.07.52160.200.	Шаговый двигатель	1		
		3			16.07.52160.300.	Датчик Bently-nevada	2		
	4			16.07.52160.400.	Датчик DTJ-A-200	1			
Подп. и дата									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.07.52160.000.СП			
	Разраб.	Чернов				Контрольная система	Лист	Лист	Листов
	Пров.	Расторгуев					Д		1
	Н.контр.	Виткалов				ТГУ ТМз-1001			
	Утв.	Бабровский							

Копировал

Формат А4