

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Анализ исходных данных	4
1.1 Анализ конструкции и назначение детали	4
1.2 Определение типа производства	6
1.2.1 По массе и по годовой программе выпуска	6
1.2.2 По коэффициенту закрепления операций	7
2. Разработка технологии обработки детали.....	22
2.1 Анализ технологических требований на изготовление детали	22
2.2 Выбор и обоснование метода получения заготовки	24
2.3 Разработка проектируемого технологического процесса	26
2.3.1 Выбор технологических баз	26
2.3.2 Выбор оборудования и технологической оснастки	28
2.4 Разработка операционного технологического процесса	32
2.4.1 Определение режимов резания	32
2.4.2 Определение норм времени.....	39
3 Расчет и проектирование станочного приспособления.....	44
4 Расчет и проектирование режущего инструмента.....	49
4.1 Расчет круглой пртяжки	49
5 Анализ безопасности и экологичности технического объекта	55
5.1 Производственная санитария, техника безопасности и пожарная профилактика.....	55
6 Расчет технико-экономических показателей	57
7 Выводы.....	64
Список используемой литературы	65
Приложения.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Планирование научно-технического движения с учётом нрава изготовления и эксплуатационная вероятность исправления научно-технического движения в связи с переменной производственного условия в значительном определяет результативность деятельность производственной концепции.

Развитие нынешнего индустриального потенциала обязано реализоваться в обстоятельствах увеличения фондооснащённости, технологического перевооружения и модернизации изготовления, учащенного обновления главного капитала, уменьшений актуального цикла свежей техники, то что влечёт за собою снижение сроков ее исследования и изучения, увеличения конкурентоспособности продукта.

Подобная политика учитывает вовлечение научного потенциала государства, ее экспертов к исследованию инноваторских планов.

В скором времени грядут изменения по разработке достаточно качественных новейших средств автоматизации технологических процессов.

Главным из достижения высокой производительности труда и сбросу себестоимости выпуска изделий представляет развитие нынешних технологических процессов и их подмена на более прогрессивные.

Изменение технологического процесса позволяет не только добиться ощутимого эффекта от нововведения новых методов производства заготовки и обработки детали, но и усовершенствовать форму организации производства.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ конструкции и назначение детали

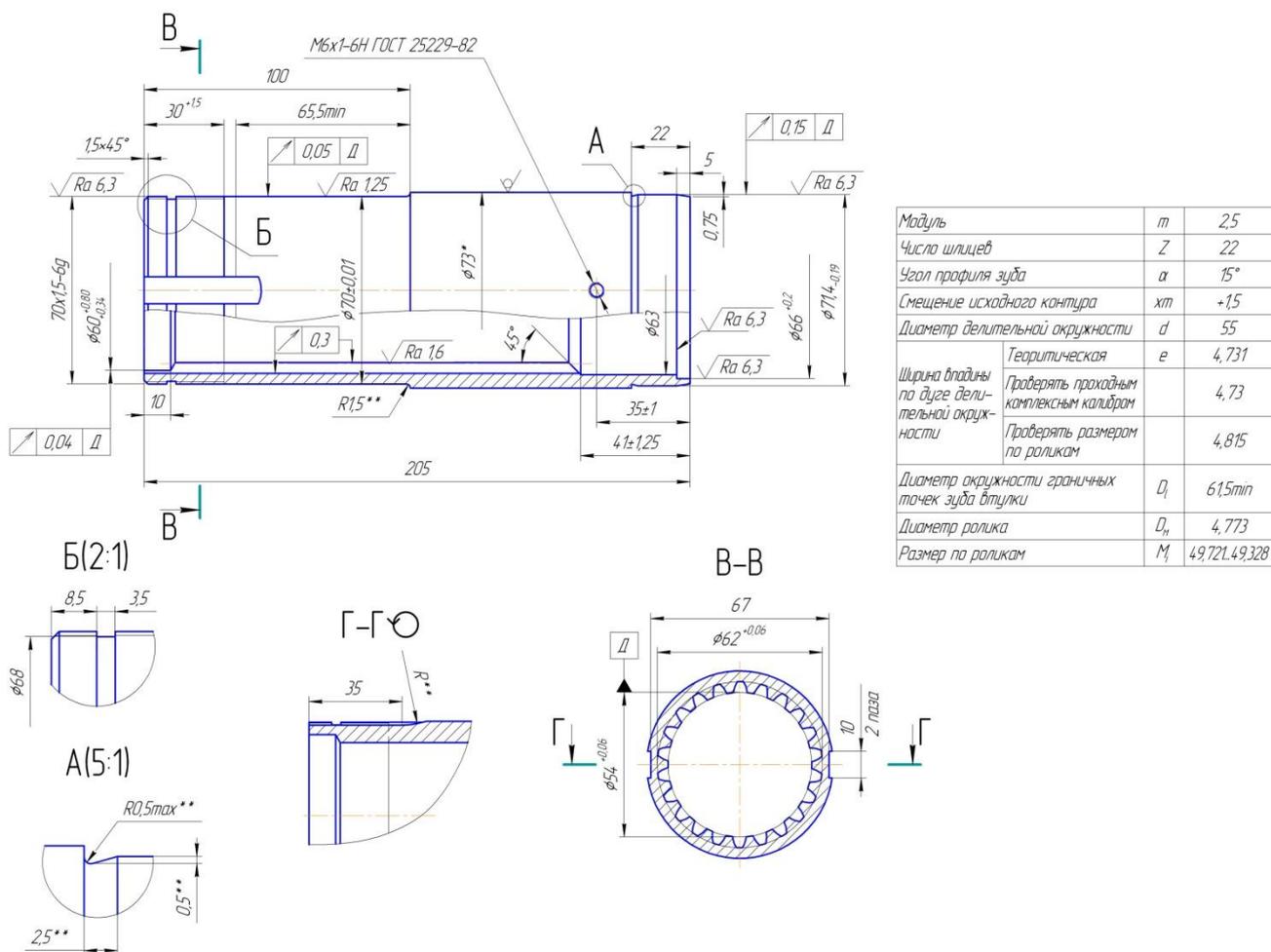


Рисунок 1.1 – Эскиз детали «Втулка шлицевая»

Втулка шлицевая представляет собой деталь типа тела вращения. Она является довольно жесткой, что позволяет использовать

высокопроизводительное оборудование и контрольную обработку

не уменьшая нормативных режимов резанья. Обработка практически всех поверхностей осуществляется с использованием

установки в оправке по внутреннему отверстию, это позволяет

добиться нулевой погрешности установки данной детали. Конструкция детали дает

возможность объединения проектных, технологических и измерительных баз.

При проектировании данной детали нет существенных недостатков. Для

высокопроизводительных методов обработка всех частей заготовки возможно применение

высокопроизводительного оборудования .

В качестве материала для детали учитывая условия эксплуатации, используется конструкционная сталь 40Х ГОСТ 4543-88.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-88, %

С	Cu	Si	Cr	Ni	Mn	P	S
						не более	
0,36-0,44	до 0,3	0,17-0,37	0,8-1,1	до 0,3	0,5-0,8	0,035	0,035

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-88

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
не менее					
780	980	10	45	59	168

Втулка шлицевая служит для передачи крутящего момента.

Крутящий момент в соединении передается при помощи шлицев.

Шлицы должны выдерживать определенные нагрузки при работе, поэтому к ним предъявляются достаточно жесткие технические требования, а также они подвергаются термообработке.

Все поверхности изготавливаемой детали являются обрабатываемыми:

обрабатываемые с особой точностью (рабочие и посадочные поверхности), к ним предъявляются специальные требования;

обрабатываемые без особых требований к точности.

Анализ конструкции детали показывает, что конструкция детали достаточно жесткая, предъявляемые технические требования обоснованы.

1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

1.2.1 По МАССЕ И ПО ГОДОВОЙ ПРОГРАММЕ ВЫПУСКА

В машиностроении различают несколько основных типов производства: ” массовое, серийное и единичное”.

При массовом выпуске продукция изготавливается непрерывно на протяжении нескольких лет. Одним из признаков массового производства действует выполнение на многих рабочих местах только единой установленной операции.

При серийном производстве изготавливают серию изделий, которая повторяется через определённые интервалы времени. Отличие серийного производства - это повторение определенных операций на рабочих местах.

При производстве под понятием единичное, выполняются разные изделия в малых количествах, которые могут не повторяться вообще, либо повторятся через какое-то время.

Факторы от которых зависит тип производства:

1. Трудоемкость изготовления детали;
2. Заданная программа.

При заданной программе рассчитывается ритм производства изделия r , а трудоёмкость определяется средним штучным временем $T_{шт}$.

Таблица 1.3 – Определение типа производства по массе детали и годовой программе

Тип производства	Годовая программа выпуска $N_B, шт$		
	тяжелые, $m > 100 кг$	средние, $m = 10...100 кг$	легкие, $m < 10 кг$
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Серийное	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовое	>1000	>5000	>50000

При массе детали $m = 1,96$ кг и годовой программе выпуска $N = 120000$ штук, производство – массовое.

Массовое производство характеризуется производством того же типа продукции в больших объемах в течение длительного времени. Важнейшей особенностью массового производства является ограничение ассортимента продукции. Завод или мастерская производит одно или два названия продукта. Это создает экономическую возможность для широкого применения в конструкциях продуктов унифицированных и взаимозаменяемых элементов. Продукты характеризуются высокой степенью стандартизации и унификации. Массовое производство характеризуется высокой степенью сложной механизации и автоматизации технологических процессов..

1.2.2 По коэффициенту закрепления операций

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций K_{30} :

$$K_{30} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}$$

где:

ΣO – суммарное число операций, производимых на рабочем участке;

ΣP – количество рабочих мест на рабочем участке.

$$\Sigma O = \frac{\eta_{3н}}{\eta_{3ф}}$$

где:

$\eta_{3н}$ – нормативный коэффициент загрузки станка, $\eta_{3н} = 0,7$, для массового производства.

$\eta_{3ф}$ – фактический коэффициент загрузки станка.

$$\eta_{3ф} = \frac{m_p}{P}$$

где:

m_p – расчетное число станков по операциям.

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}$$

где:

$T_{шт,к}$ - штучно-калькуляционное время, мин;

N – норма выпускаемых деталей; $N = 120000$ шт.

F_d – действительный годовой фонд времени; $F_d = 4029$ ч.

Используя приближенные формулы для вычисления норм времени, высчитываем основное и штучно – калькуляционное время для каждой операции ([2], стр. 146-147).

Операция 005 Ленточно-отрезная

Переход 1

Отрезать заготовку

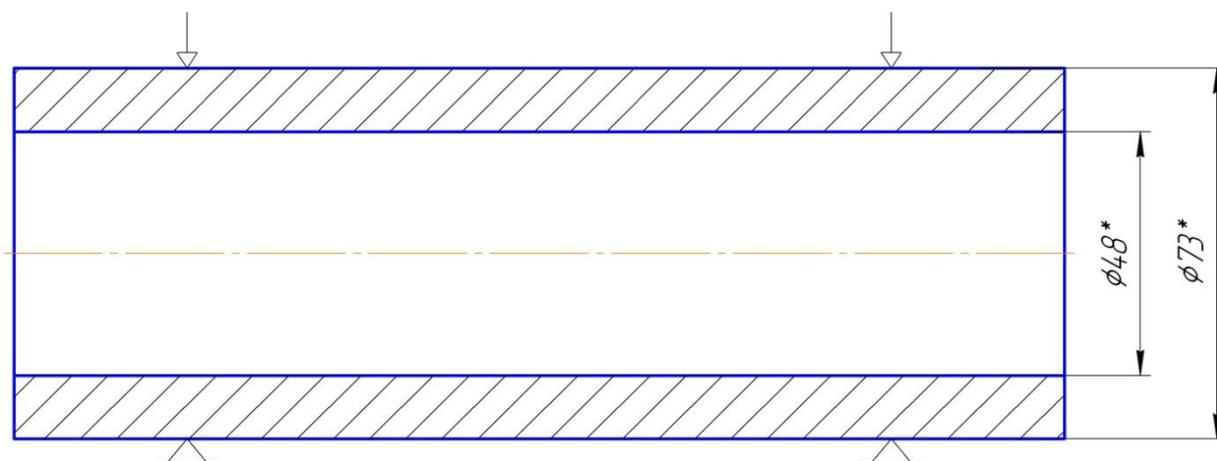
$$T_0 = 0,19 \cdot D^2 \cdot 10^{-3} = 0,19 \cdot 73^2 \cdot 10^{-3} = 1,01 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = \varphi \cdot T_0 = 1,5 \cdot 0,81 = 1,22 \text{ мин}$$

Операция 010-Агрегатная

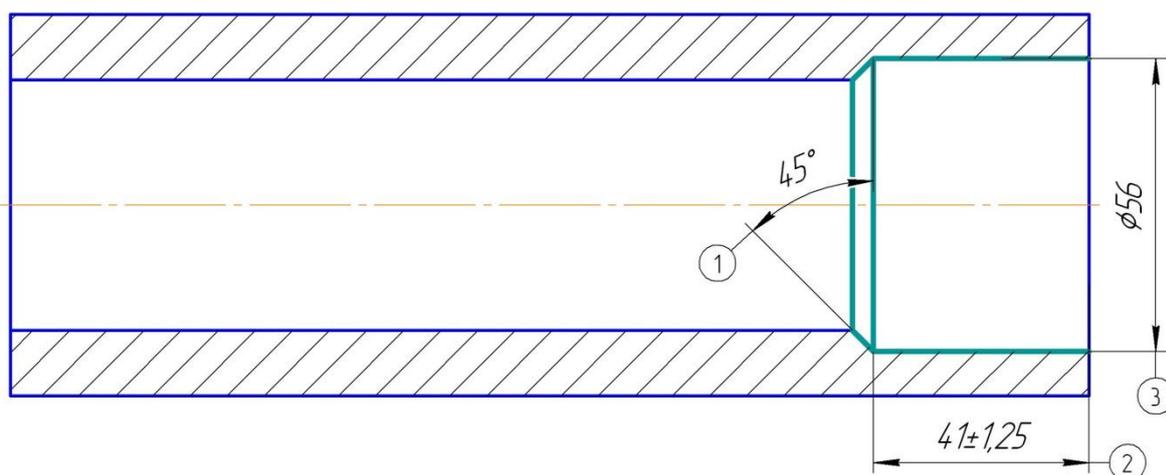
Позиция 1

Загрузочная



Позиция 2

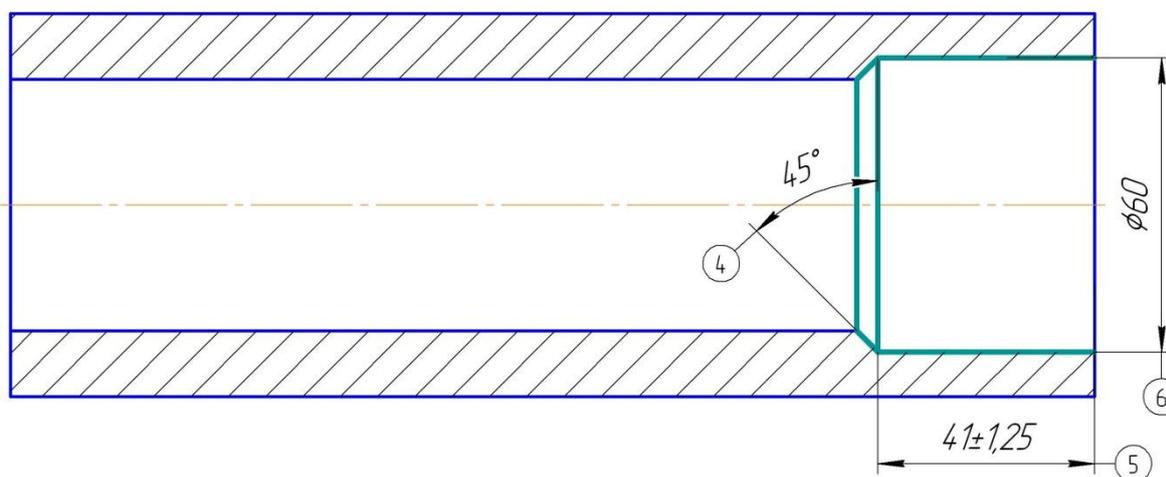
Зенкеровать отверстия, выдерживая размеры 1, 2 и 3



$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 56 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 1,19 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 1,19 = 1,79 \text{ мин}$$

Позиция 3

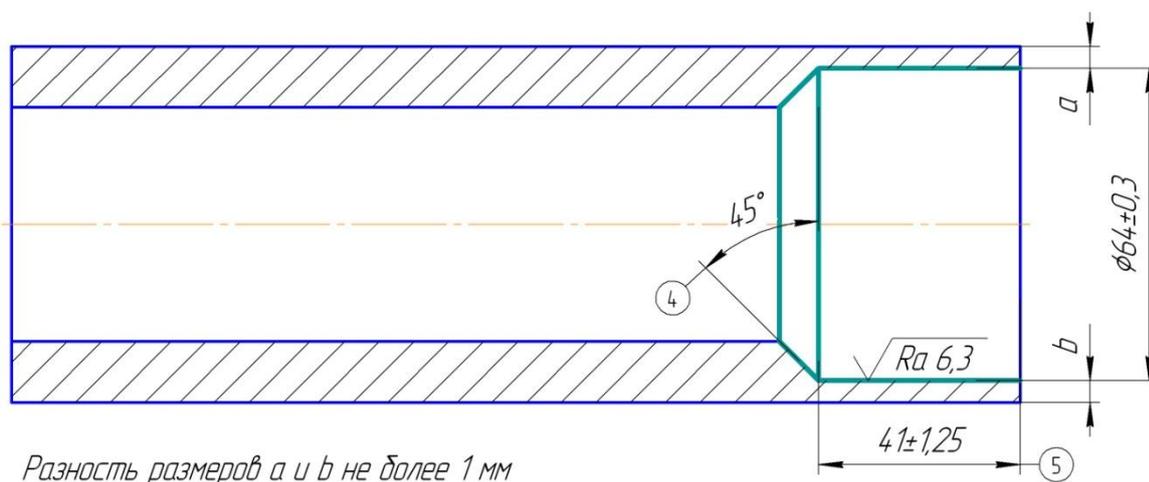


Зенкеровать отверстия, выдерживая размеры 4, 5 и 6

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 60 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 1,28 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 1,28 = 1,93 \text{ мин}$$

Позиция 4



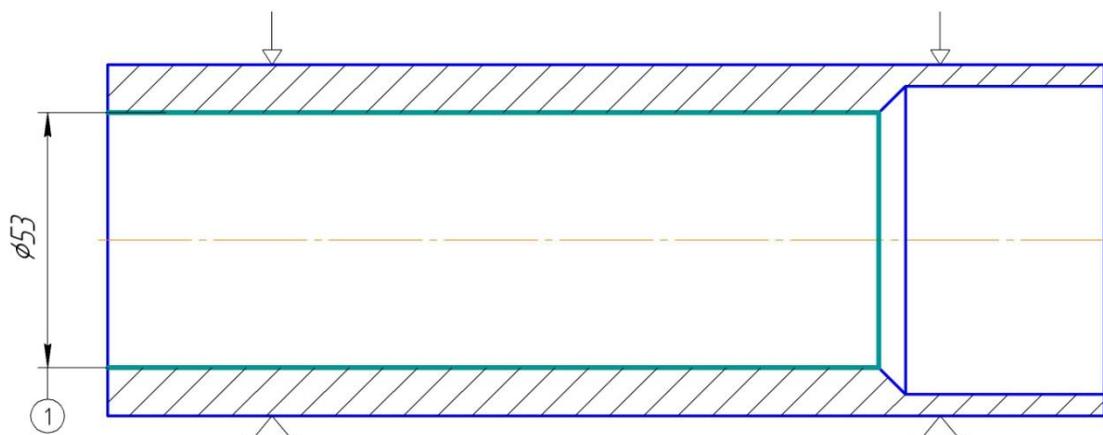
Зенкеровать отверстия, выдерживая размеры 7, 8 и 9

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 64 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 1,36 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 1,36 = 2,05 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,79 + 1,93 + 2,05 = 5,77 \text{ мин}$$

Операция 013-Сверлильная

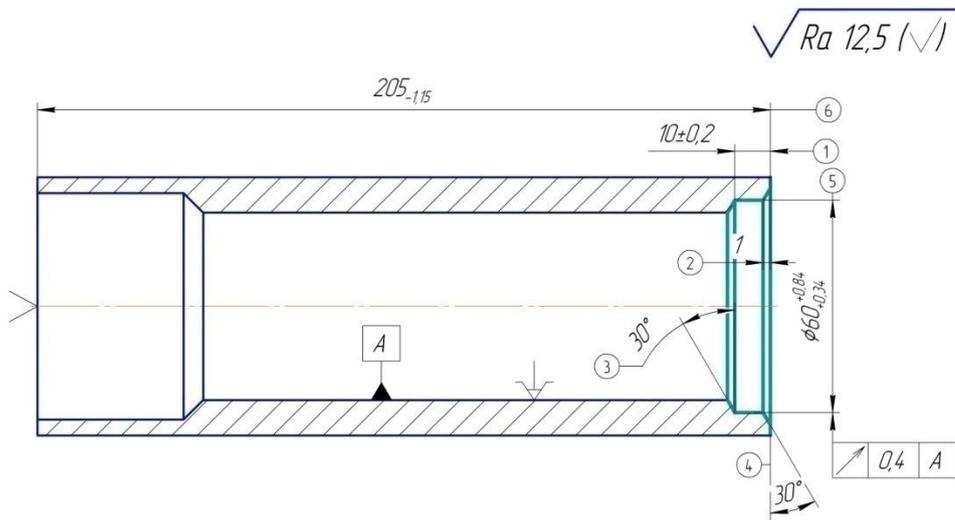


Зенкеровать напроход отверстие, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 53 \cdot 176 \cdot 10^{-3} = 4,85 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 4,85 = 7,32 \text{ мин}$$

Операция 015-Токарная



Переход 1

Подрезать торец, выдерживая размер 6 и торцовое биение 0,4

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 73 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,16 = 0,22 \text{ мин}$$

Переход 2

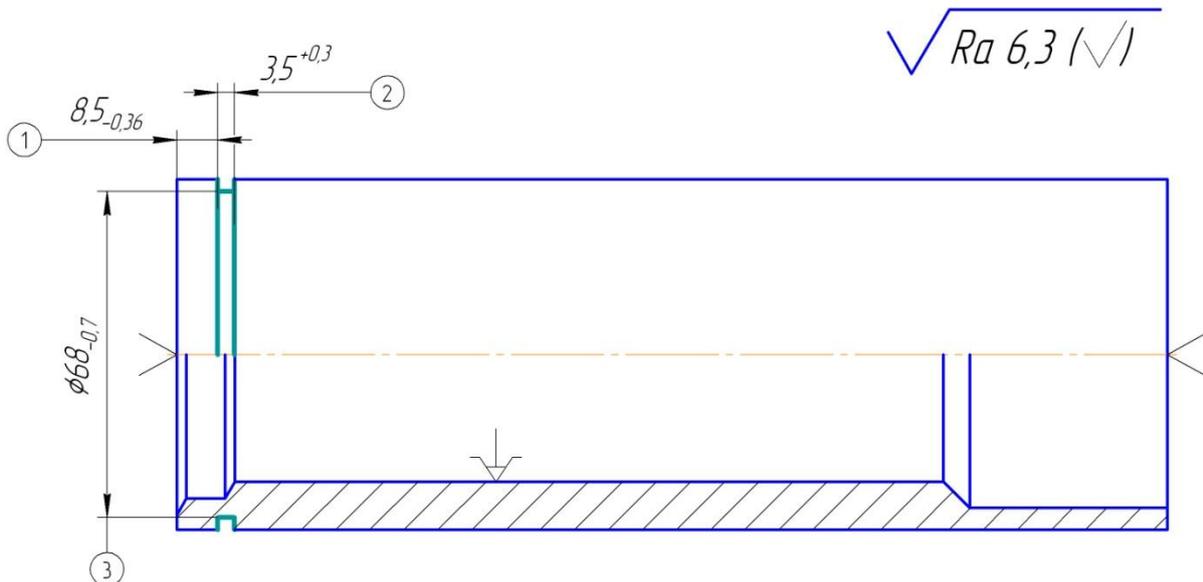
Расточить отверстие и фаски, выдерживая размеры 1,2,3,4,5

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 60 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,15 = 0,21 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,22 + 0,21 = 0,43 \text{ мин}$$

Операция 020-Токарная

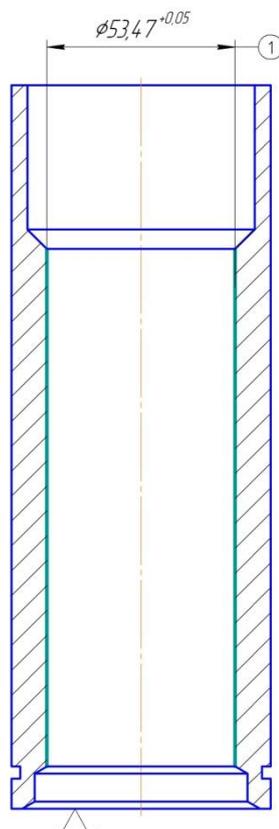


Точить канавку, выдерживая размеры 1,2,3

$$T_0 = 0,037 \cdot D^2 - d^2 \cdot 10^{-3} = 0,037 \cdot 73^2 - 68^2 \cdot 10^{-3} = 0,026 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,026 = 0,036 \text{ мин}$$

Операция 025-протяжная

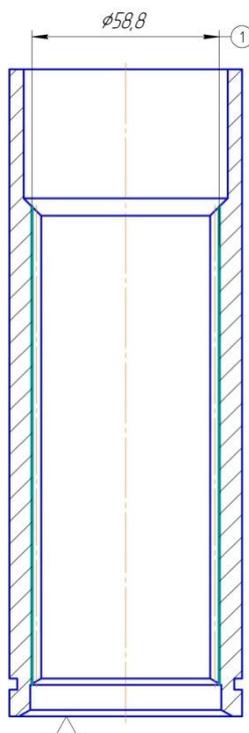


Протянуть напроход отверстие, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,4 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 1320 \cdot 10^{-3} = 0,53 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,66 \cdot 0,53 = 0,88 \text{ мин}$$

Операция 030-Протяжная

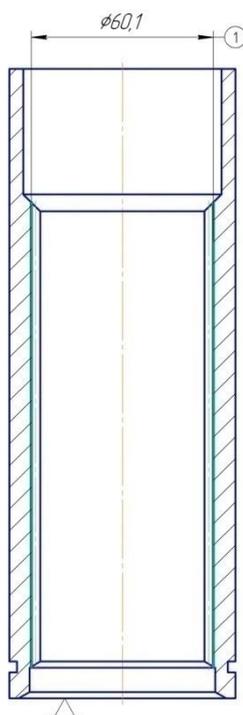


Протянуть напроход предварительно 22 эвольвентных шлица, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,4 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 1320 \cdot 10^{-3} = 0,53 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,66 \cdot 0,53 = 0,88 \text{ мин}$$

Операция 035-Протяжная

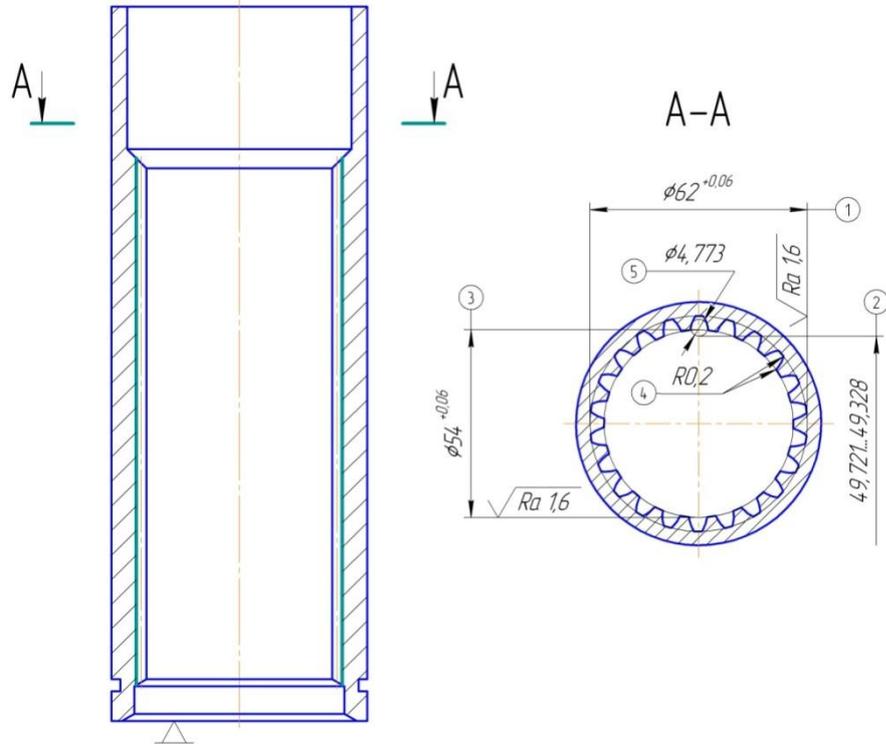


Протянуть напроход предварительно 22 эвольвентных шлица, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,4 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 1320 \cdot 10^{-3} = 0,53 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,66 \cdot 0,53 = 0,88 \text{ мин}$$

Операция 050-Протяжная

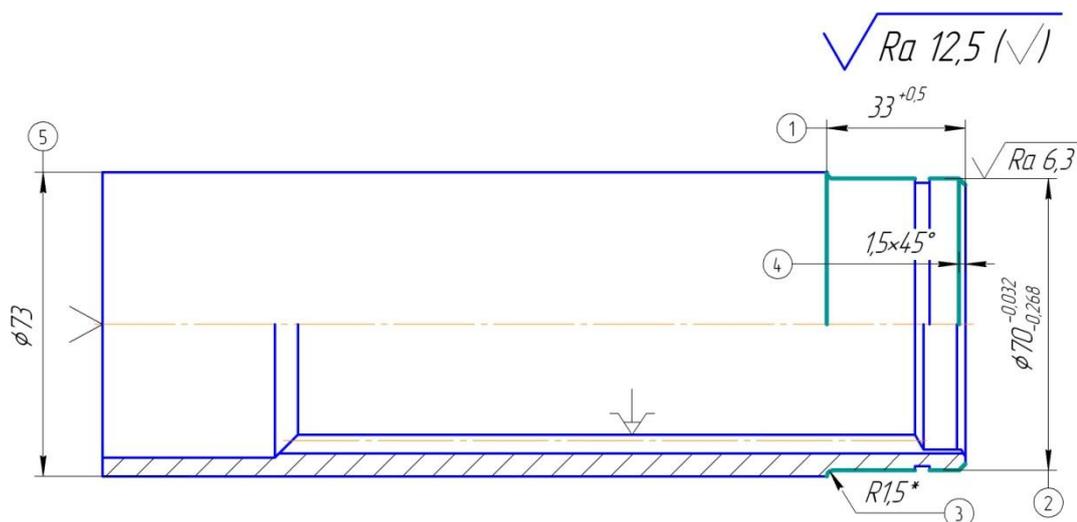


Протянуть напроход 22 эвольвентных шлица, выдерживая размеры 1-5.

$$T_0 = 0,4 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 1320 \cdot 10^{-3} = 0,53 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,66 \cdot 0,53 = 0,88 \text{ мин}$$

Операция 055-Токарная

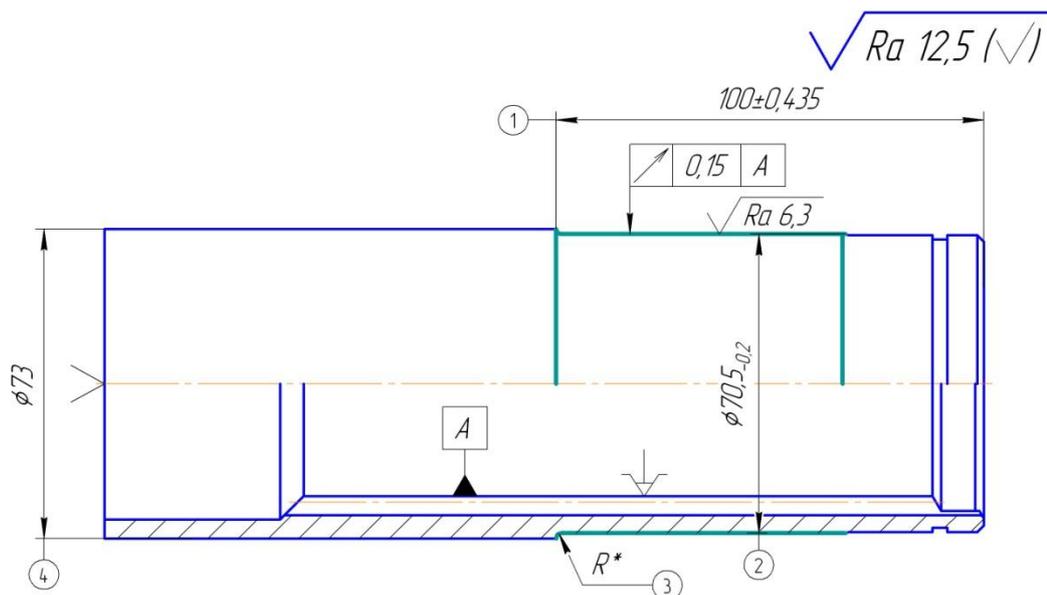


Проточить поверхность, выдержать размеры 1,2,3,4

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 70 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,16 = 0,49 \text{ мин}$$

Операция 060- Токарная

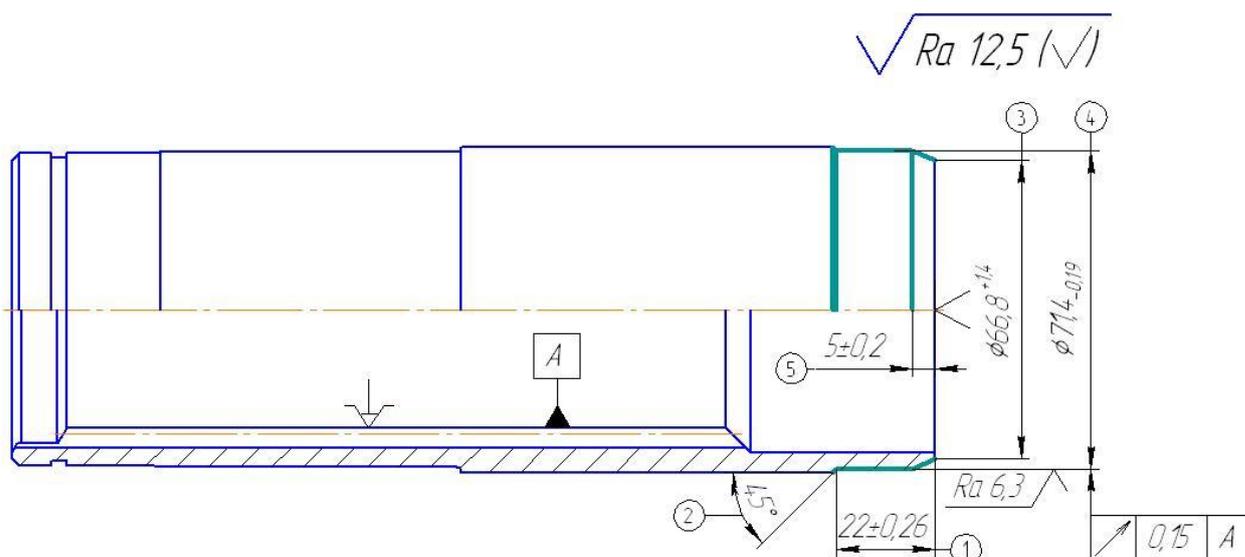


Точить поверхность, выдерживая размеры 1,2,3

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 70,5 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 0,84 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,84 = 1,15 \text{ мин}$$

Операция 065- Токарная

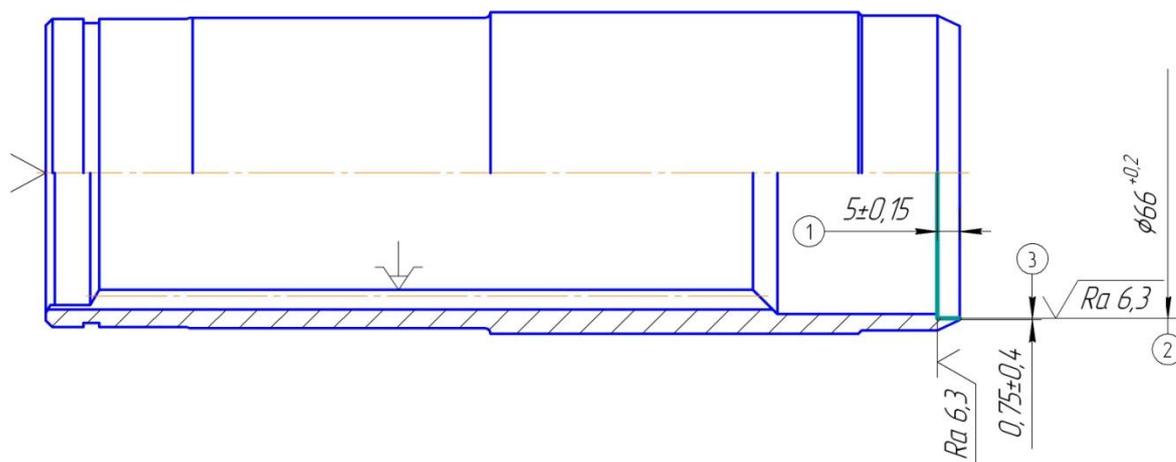


Проточить поверхность и фаску, выдерживая размеры 1-6

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 71,5 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 0,42 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,42 = 0,57 \text{ мин}$$

Операция 070- Токарная

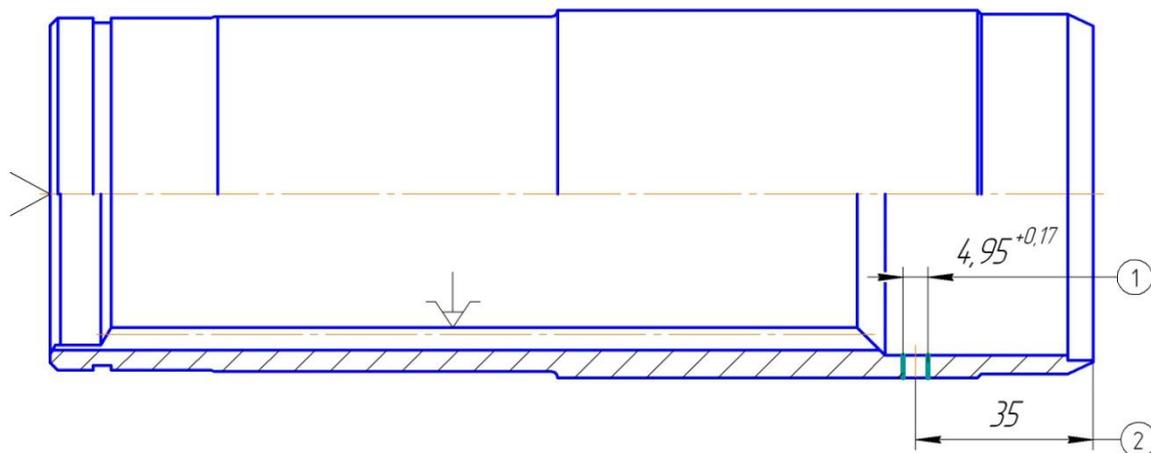


Расточить отверстие, выдерживая размеры 1,2,3

$$T_0 = 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 66 \cdot 11 \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 3,25 \cdot 0,15 = 0,49 \text{ мин}$$

Операция 075- Сверлильная

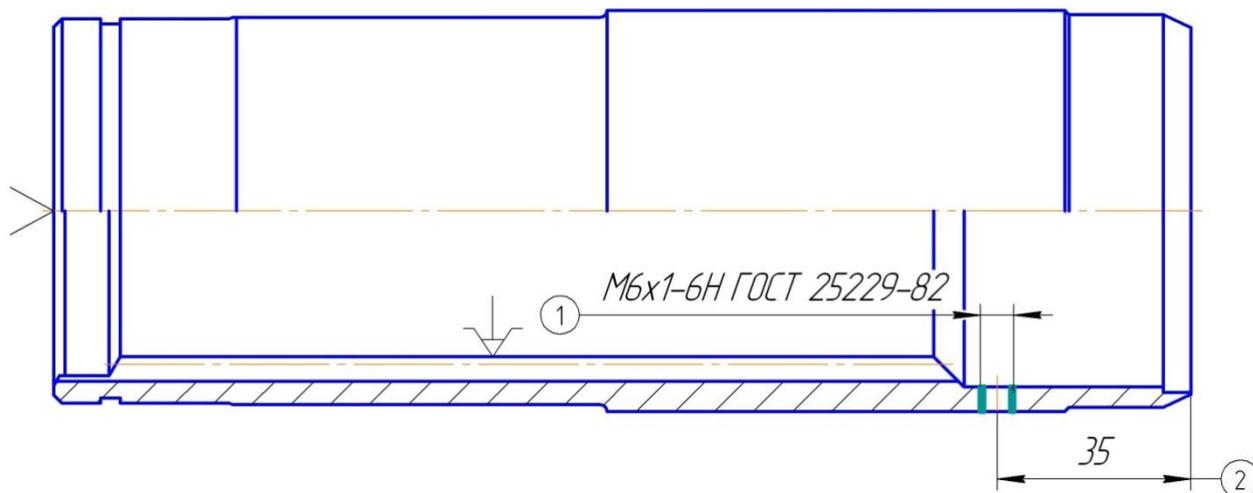


Сверлить отверстие напроход, выдерживая размеры 1,2

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 4,95 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,031 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,031 = 0,04 \text{ мин}$$

Операция 080- Резьбонарезная

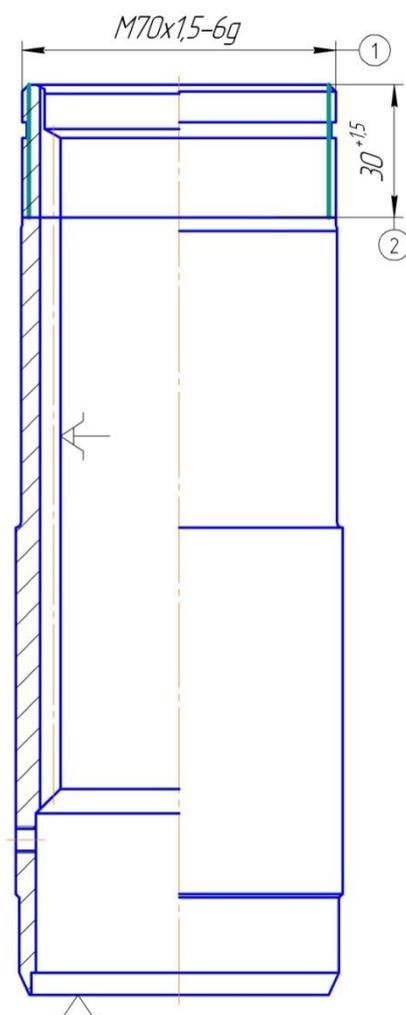


Нарезать резьбу, выдерживая размеры 1,2

$$T_0 = 0,4 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 4,95 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,024 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,024 = 0,031 \text{ мин}$$

Операция 085- Резьбонарезная

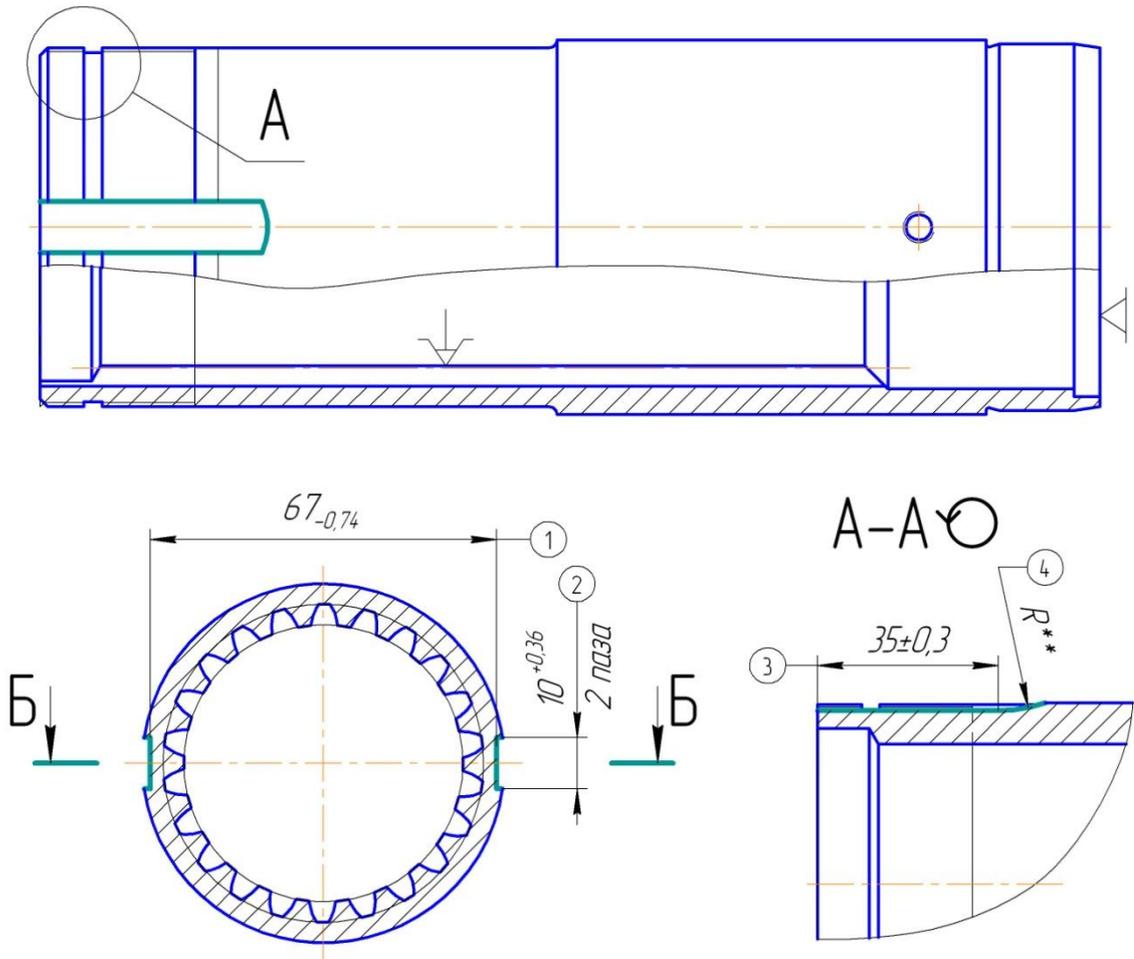


Нарезать резьбу, выдерживая размеры 1,2

$$T_0 = 0,4 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 70 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 0,98 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,98 = 1,27 \text{ мин}$$

Операция 090- Фрезерная

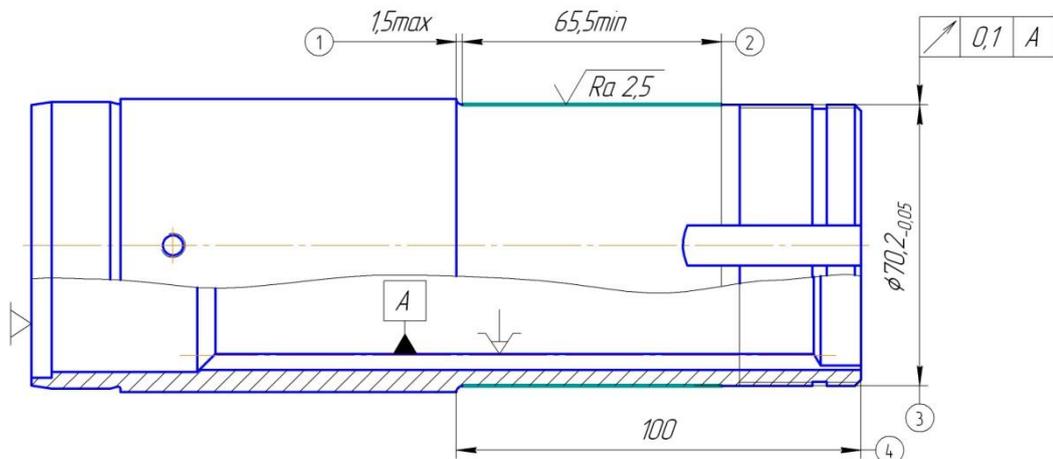
$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$


Фрезеровать с перестановкой 2 паза, выдерживая размеры 1,2

$$T_0 = 7 \cdot l \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 85 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 0,6 = 0,91 \text{ мин}$$

Операция 095-Круглошлифовальная

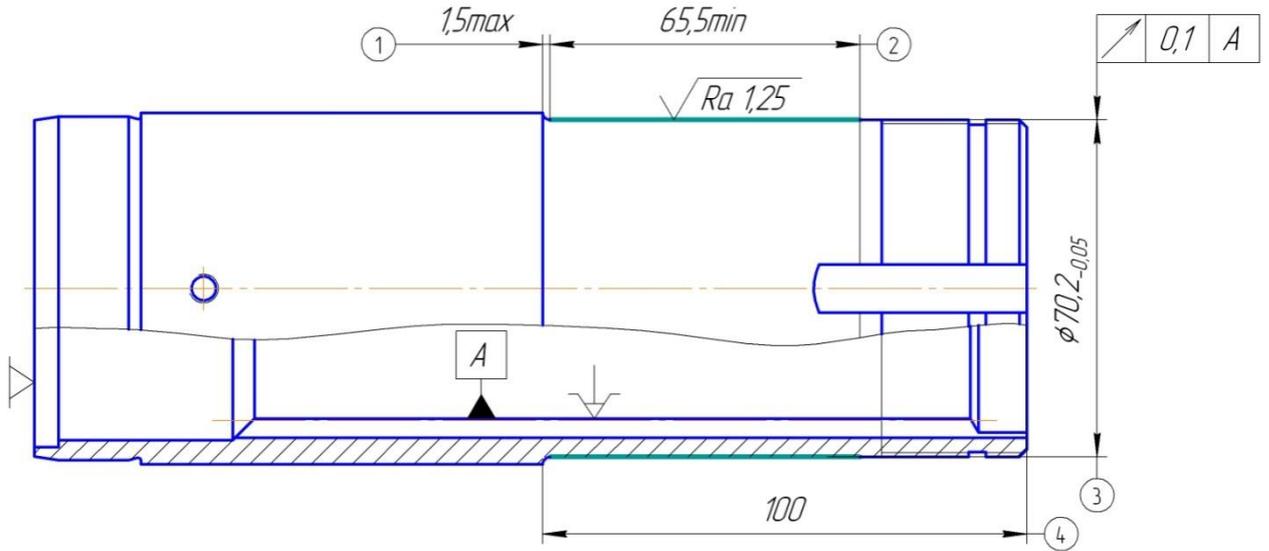


Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 1,2,3,4

$$T_0 = 0,10 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,10 \cdot 70 \cdot 67 \cdot 10^{-3} = 0,469 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = \varphi \cdot T_0 = 1,55 \cdot 0,469 = 0,73 \text{ мин}$$

Операция 100-Круглошлифовальная



Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 1,2,3,4

$$T_0 = 0,10 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,10 \cdot 70 \cdot 67 \cdot 10^{-3} = 0,469 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = \varphi \cdot T_0 = 1,55 \cdot 0,469 = 0,73 \text{ мин}$$

Операция 105-Контрольная

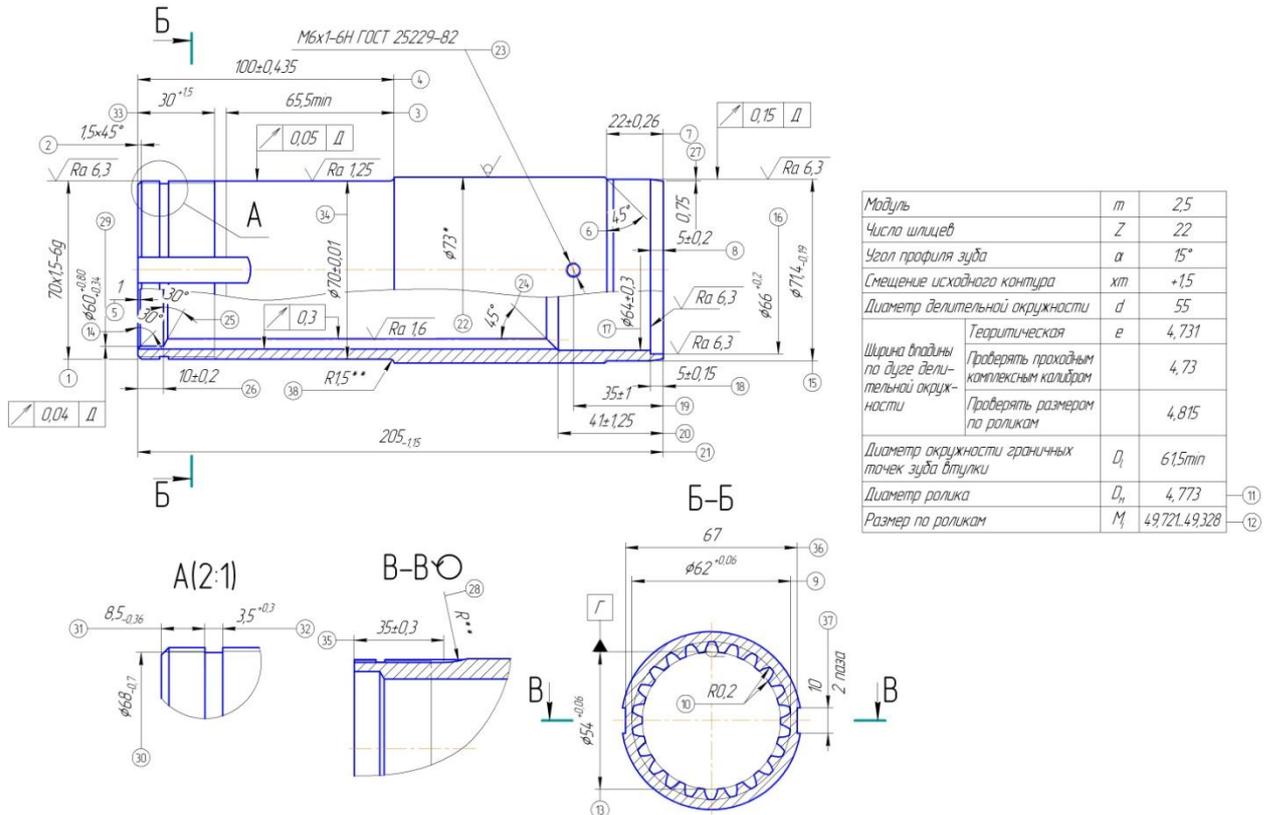


Рисунок 1.2 – Контрольная операция

Остальные данные рассчитываем по формулам приведенным выше и заносим в таблицу 1.4

Таблица 1.4 – Загрузка оборудования и рабочих мест

Операция	$T_{шт-к}$	m_p	P	$\eta_{зф}$	O
005-Ленточно отрезная	1,22	0,864	1	0,864	1
010-Агрегатная	5,77	4,090	5	0,818	1
013-Сверлильная	7,32	5,189	6	0,864	1
015-Токарная	0,43	0,304	1	0,304	2
020-Токарная	0,036	0,025	1	0,025	3
025-Протяжная	0,88	0,623	1	0,623	1
030-Протяжная	0,88	0,623	1	0,623	2
035-Протяжная	0,88	0,623	1	0,623	2
040-Термообработка					
050-Протяжная	0,88	0,623	1	0,623	2
055-Токарная	0,49	0,347	1	0,347	2
060-Токарная	1,15	0,815	1	0,815	1
065-Токарная	0,57	0,404	1	0,404	2
070-Токарная	0,49	0,347	1	0,347	2
075-Сверлильная	0,04	0,028	1	0,028	2
080-Резьбонарезная	0,031	0,021	1	0,021	3
085-Резьбонарезная	1,27	1,100	2	0,9	1
090-Фрезерная	0,91	0,645	1	0,645	1
095-Круглошлифовальная	0,73	0,517	1	0,517	1
100-Круглошлифовальная	0,73	0,517	1	0,517	1
			$\Sigma 32$		$\Sigma 31$

Коэффициент закрепления операций K_{30} :

$$K_{30} = \frac{31}{32} = 0,97$$

При условии $0,97 < 1,0$ - производство массовое.

2. Разработка технологии обработки детали

2.1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ

К детали предъявляется ряд технологических требований. Сведем их в таблицу 2.1 (номер поверхности смотреть рисунок 1.2).

Таблица 2.1 – Технологические требования

пов-ти	Технологические требования	Обоснования
1	M70x1,5-6g; Ra6,3	Достигается точением, нарезанием резьбы
2	1,5×45°; Ra12,5	Достигается: точением однократным
3	65,5min; Ra12,5	Достигается: точением
4	100±0,435; Ra12,5	Достигается: точением
5	1; Ra 12,5	Достигается: точением
6	45°; Ra 12,5	Достигается: точением
7	22±0,26; Ra12,5	Достигается: точением
8	5±0,2; Ra6,3	Достигается: точением
9	Ø60 ^{+0,06} ; Ra1,6 ↑0.3	Достигается: сверлением, протягиванием
10	R0,2	Достигается: протягиванием
11	Ø 4,773	Достигается: протягиванием
12	49,721...49,328	Достигается: протягиванием
13	Ø54 ^{+0,06} ; Ra1,6 ↑0.3	Достигается: сверлением, протягиванием
14	30°; Ra 12,5°	Достигается: точением
15	Ø71,4 _{-0,19} ; Ra6,3 ↑0.15	Достигается: точением
16	Ø66 ^{+0,2} ; Ra6,3	Достигается: растачиванием
17	Ø 64±0,3; Ra6,3	Достигается: зенковкой (3 прохода)
18	5±0,15; Ra12,5	Достигается: точением
19	35±1; Ra12,5	Достигается: сверлением
20	41±1,25; Ra12,5	Достигается: точением
21	205 _{-1,15} ; Ra12,5	Достигается: точением
22	Ø73*	Без обработки
23	M6x1; Ra12,5	Достигается: сверлением, нарезанием резьбы
24	45°; Ra 12,5	Достигается: зенковкой (3 прохода)
25	30°; Ra 12,5	Достигается: точением
26	10±0,2; Ra6,3	Достигается: растачиванием
27	0,75±0,4; Ra6,3	Достигается: точением, растачиванием
28	R**	Достигается: фрезерованием
29	Ø60 _{-0,34} ; Ra12,5 ↑0.04	Достигается: растачиванием
30	Ø68 _{-0,7} ; Ra12,5	Достигается: точением канавки
31	8,5 _{-0,36} ; Ra12,5	Достигается: точением канавки

Продолжение таблицы 2.1

№ пов-ти	Технологические требования	Обоснования
32	$3,5^{+0,3}$; Ra12,5	Достигается: точением канавки
33	$30^{+1,5}$; Ra12,5	Достигается:нарезанием резьбы
34	$\varnothing 70 \pm 0,01$; Ra1,25 $\nearrow 0.05$	Достигается: достигается точением, двукратным шлифованием.
35	$35 \pm 0,3$; Ra12,5	Достигается: фрезерованием
36	67; Ra12,5	Достигается: фрезерованием
37	10; Ra12,5	Достигается: фрезерованием
	R1,5**	Достигается: инструментом при точении и фрезеровании

При помощи местной закалки твердость шлицев детали требуется повысить до HB 241...285 на глубину $h=1,8 \dots 2,2$ мм. Термообработка в технологическом процессе должна проводиться перед протяжной (050) операцией, для того чтобы слишком быстро не изнашивался инструмент и легче было обрабатывать деталь. Термическую обработку следует проводить до финишной обработки чтобы не вызвало коробление детали.

2.2 Подбор и подтверждение способа извлечения заготовки

Взяв за основу материал детали, форму и размер, а так же то производство и оборудование которое будет применено для ее изготовления, выбирается метод получения заготовки.

Для расчета конечной себестоимости детали нужно:

- сократить припуски на обработку, которые в свою очередь влияют как на расход металла, затраты используемого для обработки инструмента, потребляемого электричества так и на затраты по ремонту оборудования и на продолжительность рабочего времени, затраченного работником.
- Использовать заготовку максимально приближенную к параметрам готовой детали, чтобы свести к минимуму операции для ее получения.

Способом получения с применением отливки используют для изготовления фасонных деталей.

При единичном заказе целесообразнее будет использование свободнойковки с применением молотов.

Для серийного производства используют горячую штамповку на прессах. Этот метод позволяет получить заготовку более приближенную конечной детали за менее длительное время.

В проектируемом техпроцессе целесообразно принять заготовку из проката сортового стального горячекатаного.

Габаритные размеры детали $\text{Ø}73 \times 205$ мм.

Принимаем Труба $\frac{73 \times 12 \text{ ГОСТ } 8732-78}{\text{В}40\text{X} \text{ ГОСТ } 8731-74}$

Протяженность заготовки L , мм:

$$L = l + (a_1 + a_2)$$

где:

l – протяженность детали, $l = 205$ мм;

a_1 и a_2 – припуск на подрезку торца, $a_1 = a_2 = 1,5$ мм.

$$L = 205 + 1,5 + 1,5 = 208 \text{ мм}$$

Масса заготовки из проката $m_{\text{прок.}}$, кг:

$$m_{\text{прок.}} = \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4} \times L\rho$$

$$m_{\text{прок.}} = \frac{3,14 \cdot 73^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 49^2}{4} \cdot 208 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 3,74 \text{ кг}$$

Коэффициент использование материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}}$$

$$K_{\text{им}} = \frac{1,96}{3,74} = 0,53$$

2.3 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.3.1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

Для более точной обработки детали и выполнения технических требований чертежа следует определиться с выбором баз, что позволит наиболее точно рассчитать технологические операции.

Поверхность, линия, точка или ось служащие для базирования “определяющее положение при обработке заготовки”, называется технологической базой,

Придание заготовке относительно осей координат ориентированного положения, это-базирование.

Технологическую базу выбирают учитывая принципы базирования:

- черновую базу не используют более раза;
- рекомендуется пользоваться принципом совмещения баз : “совмещать измерительную конструкторскую и технологическую”;
- рекомендуется пользоваться принципом постоянства баз:” принятие одной и той же поверхности за технологическую базу”.

Базы должны обеспечивать отсутствие неприемлемой деформации у детали. Заготовка должна сохранять определенное положение по отношению к детали станка на протяжении всего времени обработки. Потому нужно чтобы деталь была лишена шести степеней свободы. Наличие шести опорных точек позволяет определить положение жесткой заготовки. Для этого чтобы их разместить понадобится три координатные поверхности. Формы и размеры заготовки определяют расположение точек на координатной поверхности. Что в свою очередь позволяет обеспечить удобное крепление с последующим удобным снятием.

На ленточно-отрезной операции прокат базируется по торцу и зажимается в тисках станка.

На агрегатной операции заготовка базируется в призмах по наружному диаметру.

На токарных операциях, заготовка внутренней поверхностью устанавливается в самоцентрирующий патрон с упором по свободному от обработки торцу и поджимается центром. Наряду с базированием при этом производится и закрепление заготовки.

На последующих операциях в качестве основных баз используются центра.

На всех этапах обработки выполнено условие совмещения конструкторской и технологических баз.

Для механической обработки детали "Втулка шлицевая", в разрабатываемом технологическом процессе, предлагаем в качестве базовых поверхностей использовать:

а) агрегатная операция:

- в призмах по наружной поверхности $\varnothing 73$.

б) токарные операции:

- внутренняя поверхность $\varnothing 53 \dots 54$ и торец, зажим осуществляется в трехкулачковом токарном патроне с пневматическим зажимом с поджимом заготовки центром;

в) протяжные операции:

- деталь перед началом протягивания должна упираться в упорную поверхность планшайбы;

г) шлифовальные операции:

- внутренняя поверхность $\varnothing 54$ и торец, зажим осуществляется в трехкулачковом токарном патроне с пневматическим зажимом с поджимом заготовки центром;

д) фрезерная операции:

- внутренняя поверхность $\varnothing 54$ и торец, зажим осуществляется в трехкулачковом токарном патроне с пневматическим зажимом с поджимом заготовки центром;

2.3.2 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

В результате технологической обработки требуется получить втулку шлицевую. Производство массовое. Годовой объем выпуска – 120000 шт. Технологический процесс состоит из восемнадцати операций механической обработки.

При выборе модели станка решается, решаются вопросы по качеству обработки поверхности детали, ее габаритов и формы. По данным требованиям становится понятно на скольких станках и сколько операций будет задействовано для получения детали, поэтому модель станка определяется по следующим критериям: 1) должен соответствовать основным размерам и габаритам обрабатываемой детали, базируемых по заданной схеме обработки; 2) должен соответствовать производительности — заданному масштабу производства; 3) станок должен соответствовать нужной мощности при обработке; 4) нужно учитывать возможности при работе на оптимальных режимах резания; 5) возможности механизации и автоматизации выполняемой обработки; 6) обеспечения наименьшей себестоимости обработки; 7) возможности приобретения станка; 8) необходимости использования имеющихся станков.

Для ленточно-отрезной операции выбираем станок ленточно-отрезной МП6-1920-001. Станок подходит для нарезки различного профиля на мерные заготовки под углом 90° к оси как черных так и цветных металлов. На станке используется как режущий инструмент биметаллическая . Она имеет вид замкнутой ленты с зубьями из быстрорежущей стали из быстрорежущей стали на кобальтовой основе или твёрдого сплава.

Для токарных операций выбираем токарный многорезцовый п/а модели 1A730 и токарный многорезцовый п/а модели 16K20. Этот выбор можно обосновать тем, что они позволяют достичь требуемой шероховатости поверхностей. Также если сравнить себестоимость этих станков с другими зарубежными станками с ЧПУ она намного ниже, а требуемая точность обработки достигается. Габариты устанавливаемой заготовки находятся в допустимых пределах. Частоты вращения шпинделя обеспечивает частоты вращения, заданные оптимальными режимами резания.

Для протяжной операции выбираем вертикально протяжной станок модели 7Б67. Принцип работы вертикально протяжного станка такой же, как и у горизонтального варианта, но имеется несколько преимуществ:

- ось протяжки не провисает и не искривляется;
- при модернизации по увеличению производительности, проще устанавливаются дополнительные протяжки;
- небольшая занимаемая производственная площадь, так как рабочее движение происходит вертикально.

Для сверлильных операции выбираем вертикально-сверлильный станок модели 2А135 и сверлильный станок модели 2Н118.

Для резбонарезных операций выбираем резбонарезной п/а 5053 и вертикально-сверлильный модели 2А135.

Для фрезерной операции выбираем фрезерный станок модели 6Н12П.

Для шлифования поверхностей выбираем шлифовальный станок модели 3В161. Во – первых мы сможем достичь требуемой нам точности поверхности. Диапазон частот вращения шлифовальной бабки позволяет задавать требуемые частоты вращения шлифовального круга.

Для обработки данной детали перечень оборудования составляем в табл. 2.2. Таблица 2.2- Технологические возможности применяемого оборудования

№ операции	Модель станка	Предельные или наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм		Технологические возможности метода обработки	
		Диаметр (ширина) d (b)	Длина L	Квалитет точности	Шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм
005	МП-1920-001	25-800	250-1000	12	0,63
010	АМ5322				1,6
013	2А135				1,6
015	1А730				1,6
020	16К20	100	до 900	10	1,6
025	7Б67	100	1600	7	0,8

Продолжение таблицы 2.2

№ операции	Модель станка	Предельные или наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм		Технологические возможности метода обработки	
		Диаметр (ширина) d (b)	Длина L	Квалитет точности	Шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм
030	7Б67	100	1600	7	0,8
035	7Б67	100	1600	7	0,8
050	7Б67	100	1600	7	0,8
055	1Н713	100	до 1000	9	1,6
060	1Н713	100	до 1000	9	1,6
065	1Н713	100	до 1000	9	1,6
070	16К20	100	до 900	10	1,6
075	2Н118				1,6
080	5053				3,2
085	2А135				3,2
090	6Н12П				3,2
095	3В161	25-125	до 1000	6	0,32
100	3В161	25-125	до 1000	6	0,32

Для обработки данной детали перечень режущего инструмента составляем в табл. 2.3.

Таблица 2.3 Режущий инструмент

№ опер.	Наименование инструмента	Обозначение	Материал режущей части
005	Биметаллическая ленточная пила	M42-34-1.1-2/3-5450	
010	Зенкер Ø56	2330-4045-02	P6M5
	Зенкер Ø60	2330-4045-01	P6M5
	Зенкер Ø64	2330-4045	P6M5
013	Зенкер Ø64	2330-4038	P6M5
015	Резец проходной	2102-0005 ГОСТ 18877-73	T15K6
	Резец подрезной	2174-0503 ГОСТ 18889-73	T15K6

Продолжение таблицы 2.3

№ опер.	Наименование инструмента	Обозначение	Материал режущей части
020	Резец прорезной	2120-0503 ГОСТ 18874-73	T15K6
025	Протяжка круглая	7Б67.Н.003.000.401.00	P6M5
030	Протяжка	7Б67.Н.003.000.402.00 или 2403-4140	P6M5
035	Протяжка	7Б67.Н.003.000.403.00 или 2403-4141	P6M5
050	Проектируемая протяжка		P6M5
055	Резец проходной Пластина TNMG220412E	2102-0005 ГОСТ 18877-73	T15K6
060	Резец проходной Пластина TNMG220412E	2102-0005 ГОСТ 18877-73	T15K6
065	Резец проходной Пластина TNMG220412E	2102-0005 ГОСТ 18877-73	T15K6
070	Резец расточной	2112-4026-01	T15K6
075	Сверло Ø5; Ø5,1	2300-0035 ГОСТ 886-77 или 2330-6174; 2330-6175 ГОСТ 10902-77	P6M5
080	Метчик М6х1-6Н	2620-1155.3 или 2620-2481.3 ГОСТ 3266-81	P6M5
085	Гребенки дисковые	2567-4012	
090	Фреза дисковая 100х100х32	2240-0211 ГОСТ 3755	P6M5
095	Шлифовальный круг	1.750х80х305 24А 25 – ПС2...СТ16 К5 ГОСТ 2424-83	Белый электрокорунд
100	Шлифовальный круг	1.750х80х305 24А 25 – ПС2...СТ16 К5 ГОСТ 2424-83	Белый электрокорунд

2.4 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Рассчитаем режимы резания на одну операцию по аналитическим формулам теории резания.

Операция № 060 - Токарная .

Точить поверхность Ø70,5 и L = 65 мм. Станок 1Н713. Режущий инструмент: резец проходной 2102-0005 ГОСТ 18877-73 Т15К6 ГОСТ 18877-73.

Под черновую обработку:

Величина припуска $t = 2,5$ мм.

Подача $S = 0,8$ мм/об [3, таблица 11].

Находим скорость резания:

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

где C_v - поправочный коэффициент, $C_v = 340$ [3, таблица 17];

m, x, y - показатели степеней, $x = 0,15; y = 0,45; m = 0,2$; [3, таблица 17];

T - период стойкости, $T = 50$ мин [3, с. 268];

K_v - общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lc},$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [3, таблица 1-2];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности [3, таблица 5];

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента [3, таблица 6].

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v},$$

где K_{Γ} - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости [3, таблица 2];

σ_{σ} - предел прочности материала, МПа;

n_v -показатель степени [3, таблица 2].

Согласно ГОСТ 4543-88 $\sigma_s = 780$ МПа.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655}\right)^1 = 1,15$$

$$K_v = 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 1,15$$

$$V = \frac{340}{50^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,15 = 174,8 \text{ м/мин}$$

Высчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 174,8}{3,14 \cdot 70,5} = 789,5 \text{ мин}^{-1}$$

Высчитываем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 300$ [3, таблица 22];

x, y, n - показатели степеней, $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ [3, таблица 22];

K_p - общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

где K_{mp} -поправочный коэффициент, учитывающий влияние качество обрабатываемого материала;

$K_{\varphi p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане;

$K_{\gamma p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий передний угол;

$K_{\lambda p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия;

$K_{гр}$ - поправочный коэффициент, учитывающий радиус при вершине.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n,$$

где σ_s - предел прочности материала, МПа;

n-показатель степени [3, таблица 9].

Согласно ГОСТ 4543-88 $\sigma_s = 655$ МПа.

$$K_{MP} = \left(\frac{780}{750} \right)^{0,75} = 0,9$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 174,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 1863,4 \text{ Н}$$

Высчитываем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{1863,4 \cdot 174,8}{1020 \cdot 60} = 5,3 \text{ кВт}$$

Высчитываем мощность электродвигателя станка:

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta_{ст} \cdot K_n},$$

где $\eta_{ст}$ - коэффициент полезного действия станка, $\eta_{ст} = 0,85$;

K_n - коэффициент перегрузки, $K_n = 1,1$.

$$N_{дв} = \frac{5,3}{0,85 \cdot 1,1} = 5,66 \text{ кВт}$$

Получившаяся мощность меньше мощности главного привода станка равной 10 кВт.

Высчитываем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n$$

$$S_M = 0,8 \cdot 789,5 = 631,6 \text{ мм/мин}$$

Высчитываем основное время:

$$T_o = \frac{L}{S_M} \cdot i,$$

где L - длина резания, мм;

i - число проходов.

Высчитываем длину резания:

$$L = l + y,$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

y - длина подвода, врезания и перебега инструмента, $y = 3$ мм.

$$L = 65 + 3 = 68 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{68}{631,6} \cdot x1 = 0,11 \text{ мин}$$

Расчет режимов резания по нормативам

Операция № 065 - Токарная.

точение поверхности $\varnothing 71,4$ и $L = 25$ мм. Станок 1Н713. Режущий инструмент: резец проходной 2102-0005 ГОСТ 18877-73 Т15К6 ГОСТ 18877-73.

Длина рабочего хода:

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + y,$$

где $L_{\text{рез}}$ - длина обрабатываемой поверхности, мм;

y - длина подвода, врезания, $y = 3$ мм.

$$L_{\text{рх}} = 25 + 3 = 28 \text{ мм}$$

Назначаем подачу:

$$S_0 = 0,8 \text{ мм/об [3, таблица 11].}$$

Высчитываем нормативную скорость резания:

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

где $v_{\text{табл}}$ - табличная скорость резания, $v_{\text{табл}} = 150$ м/мин [4, с. 19];

K_1 - коэффициент, учитывающий материал обработки, $K_1 = 0,9$ [4, с. 22];

K_2 - коэффициент, учитывающий стойкость резца, $K_2 = 1,08$ [4, с. 23];

K_3 - коэффициент, учитывающий вид обработки, $K_3 = 1$ [4, с. 24];

$$v = 150 \cdot 0,9 \cdot 1,08 \cdot 1 = 145,8 \text{ м/мин}$$

Высчитываем рекомендуемую частоту вращения шпинделя:

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

где D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 145,8}{3,14 \cdot 71,4} = 650,32 \text{ мин}^{-1}$$

Высчитываем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n$$

$$S_M = 0,8 \cdot 650,32 = 520,3 \text{ мм/мин}$$

Высчитываем основное время:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_M} \cdot i$$

где L_{px} - длина резания, мм;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{28}{520,3} \cdot 1 = 0,06 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитываем режимы резания на все стальные операции и результаты записываем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Сводная таблица режимов резания

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Наименование операции, перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания $L_{рез}$, мм	Подача $s_0(s_z)$, мм/об (мм/зуб)(мм/дв.ход)(мм/ход)	Скорость V , м/мин (м/с)	Частота вращения, n мин ⁻¹	Минутная подача S_m , мм/мин	Основное время t_o , мин
010	Агрегатная 1.Зенкеровать отверстие Ø56 2.Зенкеровать отверстие Ø60 3.Зенкеровать отверстие Ø64	4 2 2	45 45 45	0,1 0,1 0,1	28,1 30,15 32,15	160 160 160	16 16 16	2,81
013	Сверлильная 1.Зенкеровать напроход отверстие Ø53	4	176	0,8	8,6	52	41,6	4,23
015	Токарная 1.Подрезать торец Ø73 2.Расточить отверстие Ø60	1,5 1,5	12,5 14	0,2 0,2	27,5 79	200 200	20 20	0,6
020	Токарная 1.Точить канавку	3,5	4		89,2	400		0,21
025	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø53,47	0,25	1320		6			0,5
030	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø58,8	2,6	1320		6			0,5
035	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø60,1	2,15	1320		6			0,5
050	Протяжная 1.Протянуть напроход 22 эвольвентных шлица	2,6	1320		6			0,5
055	Токарная 1.Точить поверхность Ø52	3	48	0,4	91,7	200		0,63
060	Токарная 1.Точить поверхность Ø70,5	2,5	65	0,8	174,8	650	520	0,11
065	Токарная 1.Точить поверхность Ø71,4 2.Точить фаску	1,5 5,4	25 9	0,8 0,16	146 89,1	650 200	520 32	0,18
070	Токарная 1.Расточить отверстие Ø66	1,5	11	0,2	79	200	40	0,28
075	Сверлильная 1.сверлить отверстие Ø4,95	4,35	12	0,1	96	350	35	0,35

Продолжение таблицы 2.4

1	Наименование операции, перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания $L_{рез}$, мм	Подача $s_o(s_z)$, мм/об (мм/зуб)(мм/дв.ход)(мм/ход)	Скорость V , м/мин (м/с)	Частота вращения, n мин ⁻¹	Минутная подача S_m , мм/мин	Основное время t_o , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
080	Резьбонарезная 1.Нарезать резьбу М6х1	1	12	1	7,8	280	280	0,12
085	Резьбонарезная 1.Нарезать резьбу М70х1,5	1,5	35	1,5	14,95	68	102	0,75
090	Фрезерная 1.Фрезеровать 2 паза с перестановкой	1,5	85	31,5	31,4	100		3,2
095	Круглошлифовальная 1.шлифовать пов-ть Ø70,2	0,15	67	0,66	35	892/150		1,68
100	Круглошлифовальная 1.шлифовать пов-ть Ø70,2	0,1	67	0,3	35	892/150		1,68

2.4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ

Рассчитаем нормы времени для операций, на которые рассчитаны аналитическим способом режимы резания в разделе 2.4.2.

Операция № 055–Токарная.

Штучное время:

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{отд}$$

где t_o - основное время, мин;

t_v - вспомогательное время, мин;

$t_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, мин.

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}$$

где $t_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время, мин [2, таблица 6.3];

n - число деталей в партии.

Рассчитываем основное время по [2, с. 146]:

$$t_o = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot i \cdot 10^{-3}$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

i - число проходов.

$$t_o = 0,17 \cdot 70 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 0,63 \text{ мин}$$

Высчитываем вспомогательное время:

$$t_v = t_{ус.} + t_{з.о.} + t_{уп.} + t_{из.}$$

где $t_{ус.}$ - время на установку и снятие детали, мин [2, таблица 5.1];

$t_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин [2, таблица 5.7];

$t_{уп}$ - время на приемы управления станком, мин [2, 5.8];

$t_{из.}$ - время на измерение детали, мин [2, 5.16].

$$t_{\text{в}} = 0,12 + 0,024 + 0,115 + 0,11 = 0,369 \text{ мин}$$

Высчитываем оперативное время:

$$t_{\text{он}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}$$

$$t_{\text{он}} = 0,63 + 0,369 = 0,999 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места [2, таблица 6.1]:

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot t_{\text{он}}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot 0,999 = 0,06 \text{ мин}$$

Время на отдыхи личные надобности [2, таблица 5.22]:

$$t_{\text{отд}} = 0,06 \cdot t_{\text{он}}$$

$$t_{\text{отд}} = 0,06 \cdot 0,999 = 0,06 \text{ мин}$$

$$t_{\text{ум}} = 0,63 + 0,369 + 0,06 + 0,06 = 1,12 \text{ мин}$$

$$t_{\text{ум-к}} = 3,809 + \frac{17}{100} = 1,29 \text{ мин}$$

Операция 095 - Круглошлифовальная.

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{ум-к}} = t_{\text{ум}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n}$$

где $t_{\text{п.з.}}$ - подготовительно-заключительное время, мин [2, таблица 6.3];

n - число деталей в партии.

Рассчитываем основное время по [2, с. 146]:

$$t_{\text{о}} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot i \cdot 10^{-3}$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

d - диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

i - число проходов.

$$t_{\text{о}} = 0,1 \cdot 70 \cdot 67 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1,68 \text{ мин}$$

Высчитываем вспомогательное время:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{ус.}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{уп.}} + t_{\text{из.}}$$

где $t_{\text{ус.}}$ - время на установку и снятие детали, мин [2, таблица 5.1];

$t_{\text{з.о}}$ - время на закрепление и открепление детали, мин [2, таблица 5.7];

$t_{\text{уп}}$ - время на приемы управления станком, мин [2, 5.8];

$t_{\text{из.}}$ - время на измерение детали, мин [2, 5.16].

$$t_{\text{в}} = 0,06 + 0,058 + 0,015 + 0,15 = 0,283 \text{ мин}$$

Высчитываем оперативное время:

$$t_{\text{он}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}$$

$$t_{\text{он}} = 1,68 + 0,283 = 1,963 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места [2, таблица 6.1]:

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot t_{\text{он.}}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot 1,963 = 0,12 \text{ мин}$$

Время на отдыхи личные надобности [2, таблица 5.22]:

$$t_{\text{омд}} = 0,06 \cdot t_{\text{он.}}$$

$$t_{\text{омд}} = 0,06 \cdot 1,963 = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{\text{ум}} = 1,68 + 0,283 + 0,12 + 0,12 = 2,2 \text{ мин}$$

$$t_{\text{ум-к}} = 2,2 + \frac{17}{100} = 2,39 \text{ мин}$$

Аналогично высчитываем нормы времени на все стальные операции и результаты записываем в таблицу 2.5.

Таблица 2.5- Сводная таблица норм времени

	Наименование операции	Основное время t_o , мин	Вспомогательное время t_B , мин	Штучное время $t_{шт}$, мин	Подготовительно-заключ. время $t_{п.з}$, мин	Величин партии, n	Штучно – калькуляцион. время $t_{штк}$, мин
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Агрегатная 1.Зенкеровать отверстие Ø56 2.Зенкеровать отверстие Ø60 3.Зенкеровать отверстие Ø64	2,81	0,37	2,26	17	100	2,43
013	Сверлильная 1.Зенкеровать напроход отверстие Ø53	4,23	0,37	4,92	17	100	5,09
015	Токарная 1.Подрезать торец Ø73 2.Расточить отверстие Ø60	0,6	0,278	1,09	17	100	1,26
020	Токарная 1.Точить канавку	0,21	0,295	0,73	17	100	0,9
025	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø53,47	0,5	0,248	0,82	17	100	0,99
030	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø58,8	0,5	0,248	0,82	17	100	0,99
035	Протяжная 1.Протянуть отв. Ø60,1	0,5	0,248	0,82	17	100	0,99
050	Протяжная 1.Протянуть напроход 22 эвольвентных шлица	0,5	0,248	0,82	17	100	0,99
055	Токарная 1.Точить поверхность Ø52	0,63	0,369	1,12	17	100	1,29
060	Токарная 1.Точить поверхность Ø70,5	0,11	0,273	0,42	17	100	0,59
065	Токарная 1.Точить поверхность Ø71,4 2.Точить фаску	0,18	0,295	0,68	17	100	0,85

Продолжение таблицы 2.5

№	Наименование операции	Основное время t_o , мин	Вспомогательное время t_B , мин	Штучное время $t_{шт}$, мин	Подготовительно-заключ. время $t_{п.з}$, мин	Величин партии, n	Штучно – калькуляцион. время $t_{штк}$, мин
1	2	3	4	5	6	7	8
070	Токарная 1.Расточить отверстие Ø66	0,28	0,295	0,78	17	100	0,95
075	Сверлильная 1.сверлить отверстие Ø4,95	0,35	0,128	0,58	17	100	0,75
080	Резьбонарезная 1.Нарезать резьбу М6х1	0,12	0,124	0,31	17	100	0,48
085	Резьбонарезная 1.Нарезать резьбу М70х1,5	0,75	0,28	1,32	17	100	1,49
090	Фрезерная 1.Фрезеровать 2 паза с перестановкой	3,2	0,399	3,97	17	100	4,14
095	Круглошлифовальная 1.шлифовать пов-ть Ø70,2	1,68	0,2	2,17	17	100	2,34
100	Круглошлифовальная 1.шлифовать пов-ть Ø70,2	1,68	0,283	2,2	17	100	2,39

3 Расчет и проектирование станочного приспособления

Для анализа установочно-зажимных приспособлений составляем таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Установочно-зажимные приспособления

№ операции	Название приспособления	Вид приспособления	Привод приспособления	Кол-во на станке	Время на установку
010	Призма	УБП	Механич.	1	0,1
	Опора	УБП	Механич.	1	0,1
	Прижим	УБП	Механич.	1	0,1
013	Специальное приспособление/деталь устанавливается по наружной поверхности и прижимается зажимами	СНП	Механич.	1	0,2
015	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,2
020	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,2
025	Патрон вспомогательный	УБП	Механич.	1	
	Патрон рабочий	УБП	Механич.	1	0,1
	Планшайба при станке	УБП	Механич.	1	0,1
030	Патрон вспомогательный	УБП	Механич.	1	
	Патрон рабочий	УБП	Механич.	1	0,1
	Планшайба при станке	УБП	Механич.	1	0,1
035	Патрон вспомогательный	УБП	Механич.	1	
	Патрон рабочий	УБП	Механич.	1	0,1
	Планшайба при станке	УБП	Механич.	1	0,1
050	Патрон вспомогательный	УБП	Механич.	1	
	Патрон рабочий	УБП	Механич.	1	0,1
	Планшайба при станке	УБП	Механич.	1	0,1
055	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр	УБП	Механич.	1	0,1
060	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр	УБП	Механич.	1	0,1
065	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр	УБП	Механич.	1	0,1
070	Оправка кулачковая	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр	УБП	Механич.	1	0,1
075	Специальное приспособление	СНП	Механич.	1	0,2
080	Специальное приспособление	СНП	Механич.	1	0,2
085	Специальное приспособление/деталь устанавливается по внутреннему отверстию с упором в торец	СНП	Механич.	1	0,2

Продолжение таблицы 3.1

№ операции	Название приспособления	Вид приспособления	Привод приспособления	Кол-во на станке	Время на установку
090	Специальное приспособление/деталь устанавливается по внутреннему отверстию с упором в торец	СНП	Механич.	1	0,2
095	Оправка	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр передний	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр задний	УБП	Механич.	1	0,1
100	Оправка	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр передний	УБП	Механич.	1	0,1
	Центр задний	УБП	Механич.	1	0,1

Требуемая точность и высокая производительность достигается механическими приводами которые надежно крепят деталь с использованием быстросменных и быстродействующих приспособлений.

Следует отметить, что часть приспособлений специальные, что увеличивает их стоимость и сроки подготовки производства. В целом используемые в техпроцессе установочно-зажимные приспособления удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним.

В данном техпроцессе рассчитаем силу зажима оправки кулачковой для операции 015 – токарная.

Приспособление предназначено для установки детали по внутреннему отверстию операции 015.

Кулачки поз.3 устанавливаются в корпус оправки поз.1 и удерживаются в нем пружиной поз.4. Тяга перемещается по втулке. Ход тяги ограничивается шайбой. Регулировку хода производят путем вворачивания или выворачивания тяги поз.4 в удлинитель и фиксируется гайкой. Компенсация несносности удлинителей, в который вворачивается шток гидроцилиндра, и поз.6 осуществляется за счет сферического торца последнего. Взаимная фиксация их относительно друг друга осуществляется кольцом.

Данное приспособление относится к типу самоцентрирующих клиновых механизмов.

$$Q = 6W \operatorname{tg}(\alpha - \varphi),$$

где W – сила, развиваемая силовым механизмом;

α - угол скоса клона;

φ - угол трения.

Найдем силу W из уравнения моментов относительно точки O :

$$\sum m_o(F_i) = P_p * b + W * c - F_1 * a = 0$$

$$P_p * b + W * c - W * f * a,$$

$$W = (P_p * b) / (c - f * a); \quad N = P_p * V_p, [Bm]$$

$$P_p = N / V_p = (3,6 * 10^3) / 0,4; \quad P_p = 9000 \text{ Н.}$$

$$f = 0,15$$

$$\varphi = 8^\circ 30'; \quad \alpha = 11^\circ$$

$$Q = 6 * ((9000 * 27) / (37 - 0,15 * 50)) \operatorname{tg} (11^\circ - 8^\circ 30'); \quad Q = 2157,89 \text{ Н}$$

По данной силе зажима подбираем требуемый гидроцилиндр.

Средства технического контроля, применяемые при изготовлении втулки шлицевой анализируем с использованием таблица 3.2.

Таблица 3.2 - Средства технического контроля

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента	Точность инструмента	Время на измерение, мин
010	Штангенциркуль ШЦ I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Набор эталонов шероховатости	Станд. Станд.	0,1	0,12
013	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
015	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Пробка $\varnothing 60^{+0,80}_{+0,34}$	Спец.	0,01	0,11
	Калибр $10 \pm 0,2$	Спец.	0,2	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд.		
020	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Калибр $3,5^{+0,3}$	Спец.	0,1	0,11
	Калибр $8,5_{-0,36}$	Спец.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд.		
050	Пробка $\varnothing 62^{+0,06}$	Спец.	0,01	0,11
	Пробка $\varnothing 54^{+0,06}$	Спец.	0,01	0,11
	Пробка $\varnothing 49,721 \text{ max}$	Спец.	0,01	0,18
	Набор эталонов шероховатости	Станд.		

Продолжение таблицы 3.2

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента	Точность инструмента	Время на измерение, мин
055	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Скоба $\varnothing 70_{-0,032}^{-0,268}$ Набор эталонов шероховатости	Спец. Станд	0,001	0,18
060	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Контрольное приспособление	Спец.	0,01	0,3
	Прибор ТУ2-034-543-81	Станд.	0,01	0,11
	Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68	Станд.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд		
065	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Скоба $\varnothing 71,4_{0,19}$	Спец.	0,01	0,11
	Прибор ТУ2-034-543-81	Станд.	0,01	0,11
	Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68	Станд.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд		
070	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Шаблон на размер $5 \pm 0,15$	Спец.	0,15	0,18
	Пробка $\varnothing 66_{+0,2}$	Спец.	0,1	0,11
075	Пробка $\varnothing 4,95_{+0,17}$	Спец.	0,01	0,11
080	Пробка резьбовая М6х1-6Н	Спец.		0,15
085	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
090	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Пробка на размер $10_{+0,36}$	Спец.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд.		
095	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Скоба $\varnothing 70,2_{0,05}$	Спец.	0,01	0,11
	Прибор ТУ2-034-543-81	Станд.	0,01	0,11
	Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68	Станд.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд		
100	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89	Станд.	0,1	0,12
	Скоба $\varnothing 70 \pm 0,01$	Спец.	0,01	0,11
	Прибор ТУ2-034-543-81	Станд.	0,01	0,11
	Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68	Станд.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд		

Исходя из данных приведенных в таблице 3.2 видно что измерительные приборы стандартные и не очень дорогостоящие, что в свою очередь положительно отражается как на качестве готовой продукции, так и на ее себестоимости.

4 Расчет и проектирование режущего инструмента

Перечень режущего инструмента по операциям представлен в таблице 2.3.

В данном техпроцессе рассчитаем комбинированное сверло для протяжной операции 035. Чертеж круглой протяжки представлен в приложении.

4.1 РАСЧЕТ КРУГЛОЙ ПРОТЯЖКИ

Исходные данные:

Рассчитать и сконструировать протяжку для обработки отверстия.

Материал заготовки - сталь 40Х ; твердость при протягивании 200 НВ.

Обратное отверстие под протягивание.

До протягивания диаметр отверстия $\varnothing 50,2_{-0,3}$ мм.

После протягивания диаметр отверстия $\varnothing 53,47^{+0,05}$ мм.

Шероховатость поверхности Ra 1,6

Протяженность протягивания 170 мм.

Станок: 7Б67 модели протяжной, тяговая сила данного станка $Q=196\ 200$ Н, максимальный ход штока 1600 мм, скоростной рабочий диапазон 1,6 – 11,5 м/мин.

Тип производства – массовый.

1. Установим группу обрабатываемости по [12, П1]: сталь 40Х с твердостью 168 НВ относится к II группе обрабатываемости.
2. Установим группу качества по [12, П1] – 1-ая группа качества по шероховатости.
3. Материал рабочей части протяжки принимаем в соответствии с рекомендациями [12, П3] – быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73.
4. Конструкцию протяжки принимаем с приваренным хвостовиком, материал хвостовика – 40Х. Размеры по ГОСТ 4044-70. Диаметр переднего хвостовика $D_{хв}=45$ мм, $F_{оп}=907,9$ мм². Рассчитываем силу, допустимую хвостовиком:

$$P_{хв} = F_{оп} \times \sigma_p = 907,9 \times 300 = 272370 \text{ Н};$$

5. Передние и задние углы выбираем по [12, П5]. Передний угол черновых и переходных зубьев $\gamma = 15^\circ$, а чистовых и калибрующих зубьев $\gamma_1 = 18^\circ$. Задний угол черновых и переходных зубьев $\alpha_0 = 3^\circ$, чистовых $\alpha_ч = 2^\circ$, калибрующих $\alpha_к = 1^\circ$

6. Скорость резания устанавливаем по [12, П6]: $V=8$ м/мин. Это та скорость которая обеспечивается станком.

7. Подъем черновых зубьев S_{zc} высчитываем из условия равной стойкости черновой и чистовой частей по [12, П6] для II группы обрабатываемости. Вначале для скорости резания $v=8$ м/мин и подачи чистовых зубьев $S_{zcч}=0,02$ мм устанавливаем наработку чистовой части: $T = 56$ м. По той же скорости резания и стойкости черновых зубьев $T=59$ м находим подъем черновых зубьев $S_{z0} = 0,18$ мм на зуб на сторону. Для II группы обрабатываемости и 1-й группы качества при скорости резания $v = 8$ м/мин по [12, П17] ограничиваем подъем черновых зубьев до $S_{z0} = 0,1$ мм. Поправочные коэффициенты на наработку принимаем по т[12, П8]: $K_{ТВ} = 0,7$; $K_{Тр} = 1$; $K_{Тз} = 1$; $K_{Тд} = 1$; $K_{Т0} = 1$; $K_{Тм} = 1$ (назначаем СОЖ — сульфозрезол ГОСТ 122—54). Нарботка с поправочными коэффициентами:

$$P_{м.н} = T_m \cdot K_{ТВ} \cdot K_{Тр} \cdot K_{Тз} \cdot K_{Тм} \cdot K_{Т0} = 56 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 39,2$$

8. Глубину стружечной канавки h , необходимой для размещения стружки при подъеме $S_{zc} = 0,1$ мм, высчитываем по формуле (3.2) [12], приняв коэффициент помещаемости $R=3$;

$$h = 1,1283 \cdot \overline{K \cdot l \cdot S_{zc}} = 1,1283 \cdot \overline{3 \cdot 170 \cdot 0,1} = 8,07 \text{ мм}$$

В [12, П19] ближайшая большая глубина стружечной канавки $h = 9$ мм. Ее и принимаем для дальнейшего расчета. Диаметр по дну стружечной канавки равен

$$D = 54 - 2 \cdot 9 = 36 \text{ мм}$$

9. Шаг черновых зубьев принимаем из табл. П19 приложения. Так как глубине $h = 9$ мм соответствуют несколько значений шага, то согласно [12, П19]

принимаям $t_0=26$ мм – профиль № 13У. Остальные элементы стружечной канавки: $b_0=8$ мм; $r=4,5$ мм; $R=14$ мм. Число одновременно участвующих в работе зубьев высчитываем по формуле (3.7) [12], отбрасывая дробную часть:

$$z_p = \frac{l}{t_0} + 1 = \frac{170}{26} + 1 = 8;$$

10. Максимально допустимую силу резания берем минимальной из трех P , $P_{ст}$, $P_{хв}$, $P_{оп}$;

$$P_{ст} = 0,8 \cdot 20000 \cdot 9,81 = 156960 \text{ Н};$$

$$P_{хв} = 272370 \text{ Н};$$

Величину $P_{оп}$ высчитываем по формуле (3.10) [12], а площадь опасного сечения - по формуле (3.11) [12]:

$$F_{оп} = 0,785 \cdot (53,47 - 2 \cdot 9)^2 = 988 \text{ мм}^2;$$

$$P_{оп} = 988 \cdot 400 = 395200 \text{ Н};$$

$$P_{max} = 156960 \text{ Н};$$

11. Число зубьев в группе z_c высчитываем по формуле (3.12) [12], где $q_0=212$ МПа для $S_{z0}=0,1$ мм и $\gamma = 15^\circ$ из [12, П20], $z_p=8$; $K_{рм}=1$; $K_{р0}=1$; $K_{рк}=1$; $K_{рр}=1$ из [12, П20]:

$$z_c = \frac{\pi \cdot D \cdot z_0 \cdot z_p \cdot K_{рм} \cdot K_{р0} \cdot K_{рк} \cdot K_{рр}}{P_{max}} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 212 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{395200} = 1,83;$$

Принимаем $z_c = 2$.

12. Высчитываем расчетную силу протягивания по формуле (3.12) [12]

$$P = \frac{\pi \cdot D \cdot z_0 \cdot z_p \cdot K_{рм} \cdot K_{р0} \cdot K_{рк} \cdot K_{рр}}{z_c} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 212 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{2} = 143786 \text{ Н};$$

13. Полный припуск высчитываем по формуле (3.15) [12]:

$$A = D_{max} - D_{0min} = 53,47 - 50,2 = 3,27 \text{ мм};$$

Припуск на черновых зубьях находим по формуле (3.16) [12], где $A_{\Pi} = 0,14$ мм из [12, П23], $A_{\text{ч}}=0,14$ мм из [12, П22];

$$A_0 = A - A_{\Pi} + A_{\text{ч}} = 3,27 - 0,14 + 0,14 = 2,99 \text{ мм};$$

14. Число групп черновых зубьев высчитываем по формуле (3.17) [12]:

$$i_0 = \frac{A_0}{S_{z0} \cdot 2} = \frac{2,99}{0,1 \cdot 2} = 13,95 \text{ мм};$$

15. Число черновых зубьев высчитываем по формуле (3.19) [12]: $z_0=13 \times 2 = 26$, число переходных зубьев $z_{\Pi}=2$ из [12, П23] чистовых зубьев $z_{\text{ч}}=5$ и число калибрующих $z_{\text{к}} = 2$ из [12, П22].

Общее число всех зубьев находим по формуле (3.19) [12]:

$$z = z_0 + z_{\Pi} + z_{\text{ч}} + z_{\text{к}} = 26 + 2 + 5 + 2 = 35;$$

16. Определим длину режущей части протяжки:

$$l_p = z \cdot t_0 = 35 \cdot 26 = 910 \text{ мм};$$

Определим остальные элементы конструкции протяжки:

17. Диаметр калибрующих зубьев $D_{\text{к}}=D_{\text{max}}=53,52$ мм.

18. Число выкружек и их ширину на черновых зубьях высчитываем по [12, П25]: $N=12$, $a_{\Pi}= a_{\text{ч}} =7$ мм.

19. Число выкружек на переходных и чистовых зубьях принимаем по [12, П26]: $N_{\text{ч}}= 12$, $a_{\Pi}= a_{\text{ч}} =5$ мм.

20. Находим диаметр и длину передней направляющей:

$$D_{п.н.} = 50_{-0,05}, l_{п.н.} = 0,75 \times 170 = 124 \text{ мм.}$$

21. Длину переходного конуса выбираем по [12, П28]: $l_{п.к} = 15 \text{ мм.}$

22. Расстояние от переднего торца протяжки до первого зуба составляет 505 мм.

23. Диаметр и длину задней направляющей находим согласно [12, пункт 23]: $D_{з.н.} = 53,35_{-0,03} \text{ мм, } l_{з.н.} = 60 \text{ мм}$ [12, П29]. Протяжку выполняем с задним хвостовиком. Диаметр заднего хвостовика принимаем по ГОСТ 4044—70, меньшим, чем диаметр переднего хвостовика $D_{з.хв} = 36 \text{ мм,}$ длину заднего хвостовика принимаем: $l_{з.хв} = 125 \text{ мм.}$

24. Общую длину протяжки рассчитываем по формуле (3.19) [12]:

$$L = L_1 + L_p + l_{з.н.} + l_{з.хв} = 505 + 910 + 60 + 125 = 1600 \text{ мм;}$$

Принимаем $L = 1600 \text{ мм.}$

Чертеж протяжки представлен в приложении к выпускной квалификационной работе, диаметры зубьев - в таблице 4.1. Материал: рабочей части — сталь Р6М5 (ГОСТ 19265-73); хвостовой части - сталь 40Х (ГОСТ 4543—71); твердость *HRC* 63-66 режущей части и задней направляющей, *HRC* 61-66 - передней направляющей, *HRC* 43,5 - 57 - хвостовика. Выкружки на зубьях 27,28,29,30,31,32,33 располагают в шахматном порядке. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по Н14, остальных $\pm IT14/2$. Остальные технические требования по ГОСТ 28442-90.

Таблица 4.1 – диаметры зубьев протяжки

№ зуба	Диаметр,мм	№ зуба	Диаметр,мм	№ зуба	Диаметр,мм
1	50,36	13	52,32	25	53,28
2	50,32	14	52,28	26	53,24
3	50,72	15	52,48	27	53,30
4	50,68	16	52,44	28	53,34
5	51,08	17	52,64	29	53,38

Продолжение таблицы 4.1

№ зуба	Диаметр,мм	№ зуба	Диаметр,мм	№ зуба	Диаметр,мм
6	51,04	18	52,60	39	53,42
7	51,44	19	52,80	31	53,46
8	51,40	20	52,76	32	53,50
9	51,80	21	52,96	33	53,52
10	51,76	22	52,92	34	53,52
11	52,10	23	53,12	35	53,52
12	52,06	24	53,08		

5 Анализ безопасности и экологичности технического объекта

5.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА

При производстве данной детали (втулка шлицевая), вредные факторы подвергают опасности здоровье человека. Образование испарений от смазочно-охлаждающих жидкостей при вдыхании, может нанести серьезный ущерб здоровью человека, в виде раздражения в слизистой дыхательных путей. Для устранения этой проблемы предусмотрена приточная и вытяжная вентиляция.

Попадая на открытые участки тела, смазочные материалы могут вызвать кожные раздражения. Для предотвращения этого используются защитные рукавицы для рук, рабочая одежда для защиты тела. Специальная обувь определенного класса стойкости предназначается для работы в данных условиях, для защиты ног от вредных химических и механических воздействий, а так же для гашения вибраций исходящих от оборудования в процессе обработки.

Для защиты органов слуха от шумов издаваемых оборудованием при различных операциях, используют наушники или беруши.

Защита зрительного аппарата происходит посредством использования специальных защитных очков, и защитных экранов оборудования. Так же предусмотрено искусственное освещение при не достаточном естественном освещении.

При нарушении нормальной работы оборудования: разрушения инструмента либо износ или разрушение детали механизма станка, оборудование оснащено дополнительной защитой которая не позволит заклинить или разрушить узлы механизма.

Участок является особоопасным так как присутствуют пары смазывающей жидкости а так же промасленной ветоши, опилок, частей оборудования в составе с электрическими подводами к оборудованию , могут вызвать воспламенение и пожар. Не маловажным является нарушения техники безопасности при курении в не отведенных для этого местах. Для предотвращения данной проблемы проводят

профилактические действия для работников производства, своевременный ремонт оборудования и токоподводящих частей. Оборудуют цеха средствами тушения пожара и выходами для эвакуации.

На ряду с техникой безопасности разрабатываются новые средства для очистки используемого загрязненного воздуха в производственных помещениях. Улучшения систем фильтрации позволяет использовать очищенный воздух повторно в помещениях, что хорошо сказывается на профилактике здоровья человека и на экологию окружающей среды. Так же новейшие системы фильтрации позволяют экономить цеховое пространство и потери смазочных продуктов .

6 Расчет технико-экономических показателей

Каждое инженерное решение должно оцениваться с технической и экономической точек зрения. При разработке новых или совершенствовании существующих технологических процессов одни и те же технологические проблемы могут быть решены по-разному. Возникает необходимость выбора наиболее эффективного варианта технологического процесса, который одновременно отвечает техническим и экономическим требованиям.

Ошибки производства, качество поверхности, долговечность деталей, рентабельность - трудоемкость и стоимость производства деталей и их механическая обработка, стоимость эксплуатации изделий, в частности, относятся к техническим показателям технологических процессов. Экономические показатели позволяют измерять различные технические параметры, например, устанавливать оптимальную точность обработки, параметры шероховатости поверхности препарата с минимальной стоимостью переработки.

В выпускной квалификационной работе расчеты выполняются на этапах выбора заготовки, маршрута обработки и выбора набора инструментов. Заключительная часть проекта дает полную оценку технической и экономической эффективности разработанного процесса, который мы будем делать ниже.

Основную заработную плату производственных рабочих руб., определим по формуле

$$C_{оз} = \frac{N * P_d}{60} * \sum_{i=1}^m \frac{ЧТС_{ip} * t_{шти} * K_d}{n},$$

где $ЧТС_{ip}$ – часовая тарифная ставка соответствующего разряда при выполнении i -ой операции техпроцесса;

$t_{шти}$ – время нормализации 1-й операции;

K_d – коэффициент доплат за многостаночное обслуживание;

P_d – коэффициент, учитывающий премии и доплаты к тарифному фонду;
 N – годовая программа выпуска;
 n – количество станков, обслуживаемых параллельно одним рабочим.

Дополнительную заработную плату производственных рабочих $C_{з.д.}$, руб., определим по формуле

$$C_{з.д.} = \frac{C_{оз} * d_d}{100},$$

где d_d – процент дополнительной заработной платы – 15%.

Фонд заработной платы производственных рабочих $\Phi ЗП_{пр}$, руб., определим по формуле

$$\Phi ЗП_{пр} = C_{о.з} + C_{з.д.}$$

Отчисления от средств на оплату труда в бюджет и внебюджетные фонды $O_{фзп}$, руб., высчитываем по формуле

$$O_{фзп} = \frac{\Phi ЗП_{пр} * (h_{фсзн} + h_{стр})}{100},$$

где $h_{фсзн}$ – ставка отчислений на государственное страхование в фонд социальной защиты населения;

$h_{стр}$ – ставка отчислений на обязательное страхование от несчастных случаев.

Среднемесячную заработную плату рабочего основного производства $ЗП_{ср}$, руб., определим по формуле

$$ЗП_{ср} = \frac{\Phi ЗП_{пр}}{12 * Ч_{яв}},$$

где $Ч_{яв}$ – явочная численность основных производственных рабочих, чел.

Явочное число рабочих $Ч_{яв}$, чел, определим по формуле

$$Ч_{яв} = \frac{\sum t_{шт} * ФЗП_{пр}}{60 * n * Ф_n}$$

Амортизация оборудования

$$A = \sum_{j=1}^p Ц_{бj} * На_j,$$

где $Ц_{бj}$ – балансовая стоимость оборудования j-го вида, руб.,

$На_j$ – норма амортизационных отчислений j-го вида основных фондов,
%.

Для станков $На=5\%$, для подъемно-транспортного оборудования $На=16\%$, для дорогостоящего инструмента $На=20\%$.

Таблица 6.1 – Определение себестоимости операций механической обработки руб.

Номер операции	Основная и дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Расходы на инструмент и приспособления	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		C _{обр}
				Амортизационные отчисления	Эксплуатационные расходы	
005	760207,5	273674,7	-	3000	2000	1038882
010	1654965	595787,4	-	20000	17000	2287752
013	366648,8	131993,6	-	7000	5000	510642,3
015	245553,8	88399,35	-	15000	12000	360953,1
020	275827,5	99297,9	-	15000	12000	402125,4
025	275827,5	99297,9	-	20000	17000	412125,4
030	275827,5	99297,9	-	20000	17000	412125,4
035	275827,5	99297,9	-	20000	17000	412125,4
050	376740	135626,4	-	20000	17000	549366,4
055	141277,5	50859,9	-	15000	12000	219137,4
060	228735	82344,6	-	15000	12000	338079,6
065	262372,5	94454,1	-	15000	12000	383826,6
070	195097,5	70235,1	-	15000	12000	292332,6
075	104276,3	37539,45	-	7000	5000	153815,7
080	444015	159845,4	-	7000	5000	615860,4
085	1335409	480747,2	-	7000	5000	1828156
090	729933,8	262776,2	-	15000	12000	1019710
095	740025	266409	-	15000	12000	1033434
100	760207,5	273674,7	-	15000	12000	1038882
Итого: $\sum C_{обр}$						12270450

Технологическая себестоимость единицы детали рассчитывается по формуле:

$$C_T = S_{заг} + \sum C_{обр}$$

Стоимость заготовки рассчитывается по формуле

$$S_{з_i} = \left(\epsilon_i \cdot G_{з_i} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) \cdot \left(G_{з_i} - g \right) \cdot S_{отх},$$

где S_i - стоимость 1 килограмма, руб.;

$S_{отх}$ - стоимость 1 килограмма отходов, руб.;

$G_{з_i}$ - масса заготовки, кг.;

g - масса детали, кг.;

K_T - коэффициент, зависящий от класса точности; $K_T = 1,0$;

K_C - коэффициент, зависящий от группы сложности; $K_C = 1,0$;

K_B - коэффициент, зависящий от марки материала; $K_B = 1,0$;

K_M - коэффициент, зависящий от массы; $K_M = 1,12$;

K_{II} - коэффициент, зависящий от объема производства; $K_{II} = 1,0$.

$$S_{3i} = 6 \cdot 3,74 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,12 \cdot 1,0 \cdot 5 = 99,67 \text{ руб.}$$

$$C_T = 99,67 + 102 = 201,67 \text{ руб.}$$

Годовой фонд зарплаты станочников и наладчиков определяется как сумма годовых фондов зарплаты по отдельным операциям:

$$\Phi_z = \sum \Phi_{zi},$$

$$\Phi_{zi} = S_{3i} \cdot T_{шт-ki} \cdot N_T / 60$$

Таблица 6.2 – Определение фонда заработной платы, руб.

Номер операции	S_{3i} , р/ч	$T_{шт}$, мин	Φ_{zi} , р
005	204	2,26	922080
010	204	4,92	2007360
013	204	1,09	444720
015	204	0,73	297840
020	204	0,82	371460
025	226,5	0,82	371460
030	226,5	0,82	371460
035	226,5	0,82	371460
050	226,5	1,12	456960
055	204	0,42	171360
060	204	0,68	277440
065	204	0,78	318240
070	204	0,58	236640
075	204	0,31	103230
080	166,5	1,32	538560
085	204	3,97	1619760
090	204	2,17	885360
095	204	2,2	897600
100	204	2,26	922080
Итого: $\sum \Phi_{zi}$			10662990

Годовой выпуск продукции по технологической себестоимости рассчитывается по формуле:

$$B = C_T * N_r$$

$$B = 201,67 * 120000 = 24\ 200\ 400 \text{ руб.}$$

Таблица 6.3 – Основные технико-экономические показатели разработанного техпроцесса

Наименование показателя	Значение показателя
<i>Исходные данные</i>	
Объем детали выпускаемой в год N_r , шт	120000
Число рабочих смен	2
Вес готовой детали q , кг	3,74
<i>Результаты расчета</i>	
Коэффициент использования материала заготовки	0,53
Стоимость заготовки $S_{заг}$, руб	99,67
Технологическая себестоимость детали, руб	201,67
Годовой выпуск продукции по технологической себестоимости, руб.	24 200 400
Количество единиц производственного оборудования	31
Средний коэффициент загрузки станков	0,51
Коэффициент использования оборудования по мощности	0,54
Число рабочих на производстве, чел	18
Годовой фонд заработной платы рабочих на производстве, руб.	10 662 990
Средняя заработная плата за месяц рабочих на производстве, руб.	49 365

Вывод. Анализируя показатели из таблицы 6.3 делаем вывод, что спроектированный техпроцесс является экономически эффективным.

7 Выводы

В данной выпускной квалификационной работе спроектирован технологический процесс обработки детали «Втулка шлицевая». Для этого изучены процессы механической обработки детали «Втулка шлицевая» и затронуты вопросы выбора заготовок и методы их изготовления, определен тип производства с учетом габаритов, массы и годового объема выпуска изделий. При выборе метода изготовления заготовки руководствовались требованиями по эксплуатации изготавливаемой детали.

Для разработанного технологического процесса рассчитаны режимы резания и нормы времени.

В проектируемом технологическом процессе изготовления детали «Втулка шлицевая» установлены наиболее рациональные и экономные способы ее обработки.

Для токарной операции спроектирована кулачковая оправка для зажима заготовки. Чертеж оправки представлен в приложении.

Для протяжных операций 025 и 050 спроектированы круглая протяжка и протяжка с эвольвентным профилем зубьев. Выполнен расчет круглой протяжки. Чертежи протяжек представлены в приложении.

Основные технико-экономические показатели разработанного техпроцесса свидетельствуют о том, что техпроцесс является экономически эффективным.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 1050-2013 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали».
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения».- Мн.: «Высшая школа», 1983
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова/ М.: Машиностроение, 1985, -496 с.
4. Справочник нормировщика–машиностроителя в 4 томах; Том 2, техническое нормирование станочных работ; Под редакцией Е.И. Стружестраха. – М., 1961.– 892 с.,ил.
5. Безъязычный, В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В. Безъязычный. - М.: Машиностроение, 2013. - 568 с.
6. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. Пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Грцова, 2010.-400 с. : ил.
7. Технологические процессы в машиностроении: Учебное пособие / И.П. Солнышкин, А.Б. Чижевский, С.И. Дмитриев СПбГТУ -2001г
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.: ил.
9. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски».
- 10.ГОСТ 2590-88 «Прокат стальной горячекатаный круглый».
- 11.ГОСТ 1050-2013 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали».
- 12.ГОСТ 14034-74 «Отверстия центровые».
13. Папенова, К.В. Основы технологии машиностроения (для бакалавров) / К.В. Папенова. - М.: КноРус, 2013. - 288 с.

14. ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении».
15. Режимы резания металлов: Справочник; Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: «Машиностроение», 1972г.
16. Протяжки для обработки отверстий/ Д.К. Маргулис, П83 М.М. Тверской, В.Н. Ашихмин и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 232с.
17. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1, изд. 2.; М.: Машиностроение, 1974, -406 с.
18. Технология машиностроения. В 2 т. Т.2. Производство машин В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского 2001.
19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова «Машиностроение» 1985г.
20. Основы технологии машиностроения Под ред. В.С. Корсакова «Машиностроение», 1977г.

