

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Технология машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: разработка технологического процесса изготовления детали “Вилка скользящая”

Студент	В.Л. Карусь	_____
Руководитель	Л.А. Резников	_____
Консультанты	И.В. Краснопевцева	_____
	А.Н. Москалюк	_____
	В.Г. Виткалов	_____

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ исходных данных	5
1.1 Анализ конструкции и назначение детали	5
1.2 Определение типа производства	7
1.2.1 По массе и по годовой программе выпуска	7
1.2.2 По коэффициенту закрепления операций	8
2. Разработка технологии обработки детали.....	21
2.1 Анализ технологических требований на изготовление детали	21
2.2 Выбор и обоснование метода получения заготовки	23
2.3 Разработка проектируемого технологического процесса	25
2.3.1 Выбор технологических баз	25
2.3.2 Выбор оборудования и технологической оснастки	28
2.4 Разработка операционного технологического процесса	31
2.4.1 Определение режимов резания	31
2.4.2 Определение норм времени.....	38
3 Расчет и проектирование станочного приспособления.....	43
4 Расчет и проектирование режущего инструмента.....	50
5 Анализ безопасности и экологичности технического объекта	57
5.1 Производственная санитария, техника безопасности и пожарная профилактика.....	57
5.2. Очистка воздуха от масляного тумана при обработке	59
на металлорежущих станках	59
6 Расчет технико-экономических показателей	62

	3
7 Выводы.....	69
Список используемой литературы	70
Приложения	72

ВВЕДЕНИЕ

В процессе развития машиностроительного производства необходимо повышать производительность труда. Так же необходимо улучшать свойства продукции выпускаемой на производствах. Так как при переходе к рыночным отношениям, ужесточается конкуренция, что в свою очередь подразумевает увеличение видов выпускаемой продукции, сокращение их количеств в серии, на данном производстве. В следствии чего увеличивается количество компаний, которые занимаются среднесерийным и мелкосерийным видом производства.

Технологический процесс необходимо разрабатывать с учетом характера производства. Что бы была возможность оперативно вносить изменения в техпроцесс с учетом изменения производственной ситуации.

Обновления оборудования должно производиться планоно и с развитием рынка нового оборудования. Переоснащение и модернизация оборудования ведет к повышению производительности труда и уменьшению стоимости изделия. Так же необходимо привлекать научных работников для разработки передовых проектов.

Одно из главных направлений в развитии машиностроения это увеличение доли высокоэффективных технологий, которые подразумевают новые виды обработки материалов. В скором времени предполагается развитие высококачественных, новых средств автоматизации, которые уберут человеческий фактор из системы обеспечения, для повышения качества выпускаемой продукции.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ конструкции и назначение детали

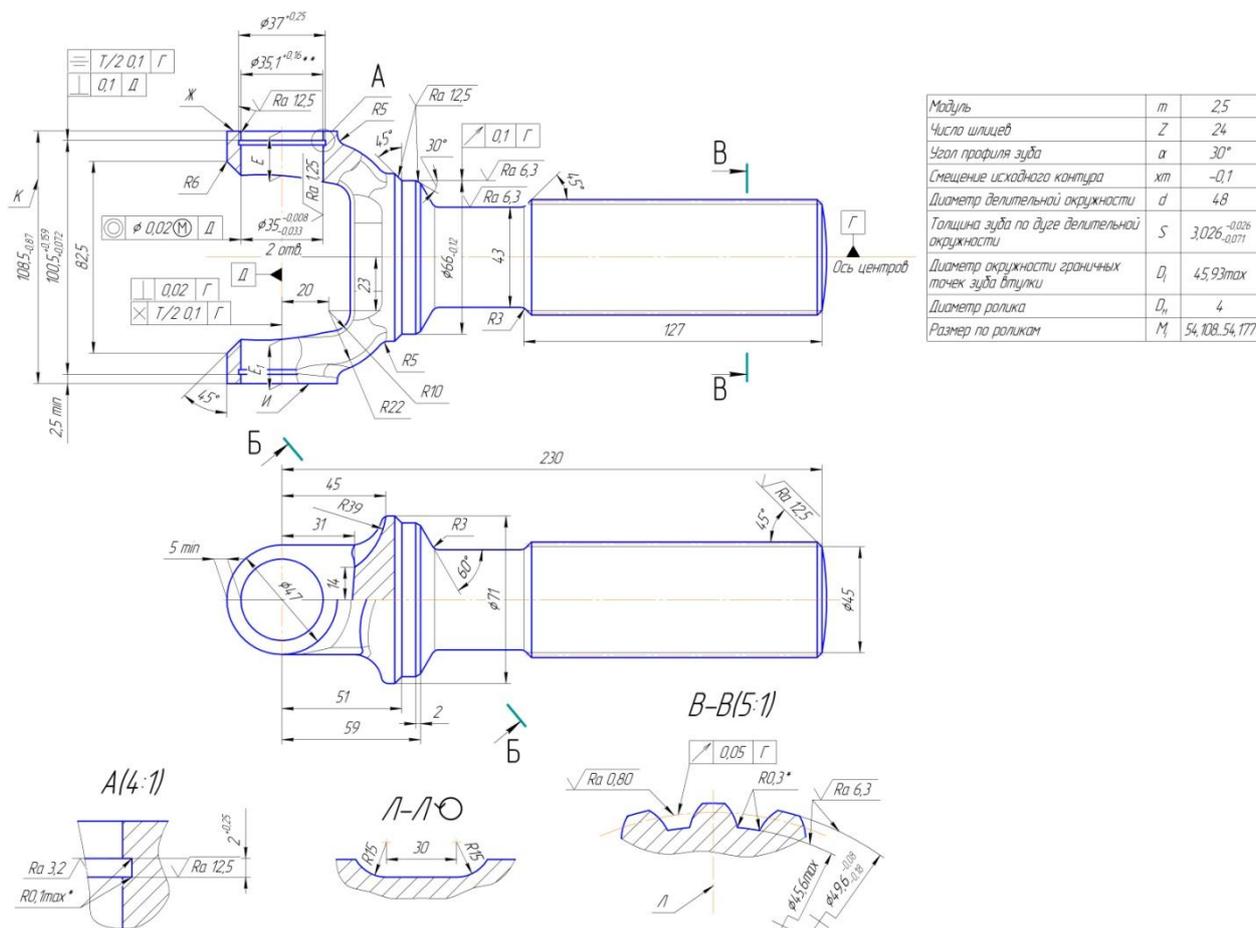


Рисунок 1.1 – Эскиз детали «Вилка скользящая»

Деталь вилка скользящая является достаточно жесткой, собственно что разрешает применить высокопроизводительное оснащение и производить обработку на нормативных режимах резания, не понижая их. Обработка множества плоскостей проводится с установкой в центрах по центровочным отверстиям к нулю ошибку установки детали. Структура детали дает возможность кооперировать конструкторские, технологические и измерительные базы.

Значительных дефектов в конструкции вилки скользящей нет. Для обработки всех поверхностей детали есть вероятность использования высокоэффективного оборудования и высокопроизводительных способов обработки.

В качестве материала для детали беря во внимание обстоятельства эксплуатации, применяется конструкционная сталь 40 ГОСТ 1050-2013.

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

C	Cu	Si	Cr	Ni	Mn	P	S
						не более	
0,37-0,45	до 0,3	0,17-0,37	До 0,25	до 0,3	0,5-0,8	0,035	0,04

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					
335	570	19	45	20	241

Вилка скользящая служит для передачи крутящего момента.

Крутящий момент в соединении передается при помощи 24 эвольвентных шлицев. Шлицы должны выдерживать определенные нагрузки при работе, поэтому к ним предъявляются достаточно жесткие технические требования.

Почти 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

Тип производства находится в зависимости от 2-ух факторов: данной программы и трудоёмкости изготовления детали. На основании данной программы рассчитывается такт выпуска изделия τ , а трудоёмкость ориентируется средним штучным временем $T_{шт}$.

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

Тип производства	Годовая программа выпуска $N_{в,шт}$		
	тяжелые, $m > 100 \text{ кг}$	средние, $m = 10 \dots 100 \text{ кг}$	легкие, $m < 10 \text{ кг}$
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 весе детали $m = 3,58 \text{ кг}$ и годовой программе выпуска $N = 150$ тысяч штук, производство – массовое.

Массовое изготовление характеризуется созданием одинаковой продукции в больших количествах в течение долгого времени. Важной особенностью массового изготовления считается лимитирование номенклатуры выпускаемых изделий. Завод или же цех изготавливают один-два вида изделий. Это делает финансовую целесообразность широкого использования в конструкциях изделий унифицированных и взаимозаменяемых составляющих. Для изделий характерна высокая стандартизация и унификация узлов и деталей. Массовое производство характеризуется высочайшей степенью комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

1.2.2 По КОЭФФИЦИЕНТУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з0}$:

$$K_{з0} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}$$

где:

ΣO – суммарное число операций, выполняемых на участке;

ΣP – число рабочих мест на участке.

$$\Sigma O = \frac{\eta_{зн}}{\eta_{зф}}$$

где:

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

$\eta_{зф}$ – фактический коэффициент загрузки станка.

$$\eta_{зф} = \frac{m_p}{P}$$

где:

m_p – расчетное число станков по операциям.

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

где:

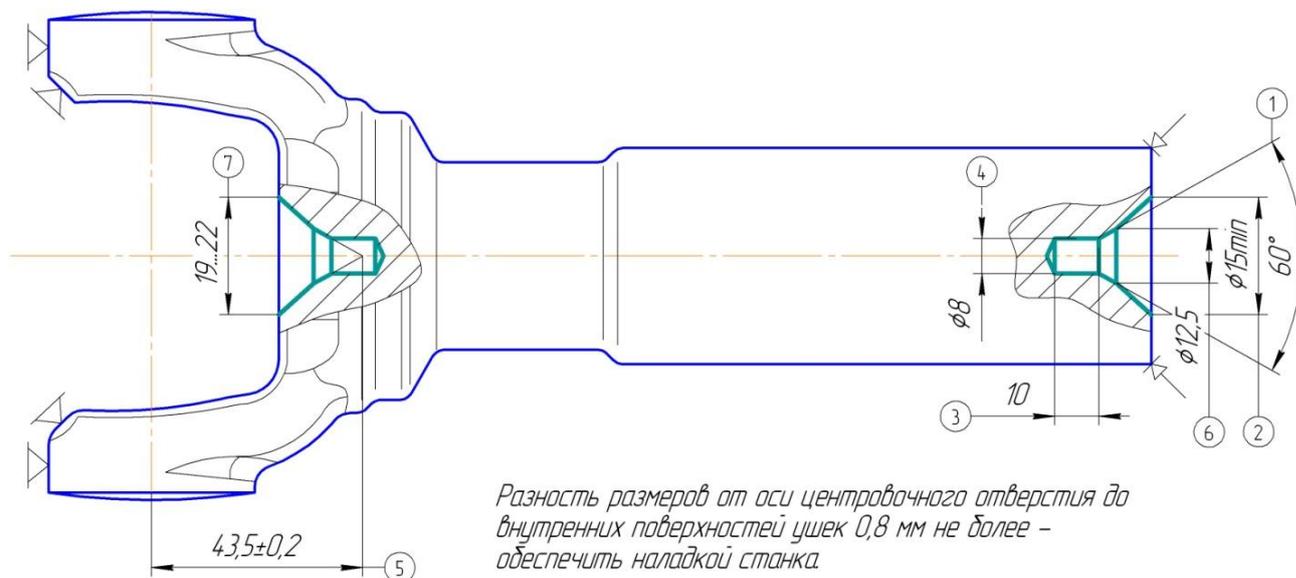
$T_{шт.к}$ - штучно-калькуляционное время, мин;

N – норма выпуска деталей; $N = 150000$ шт.

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

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

Операция 005 Центровая

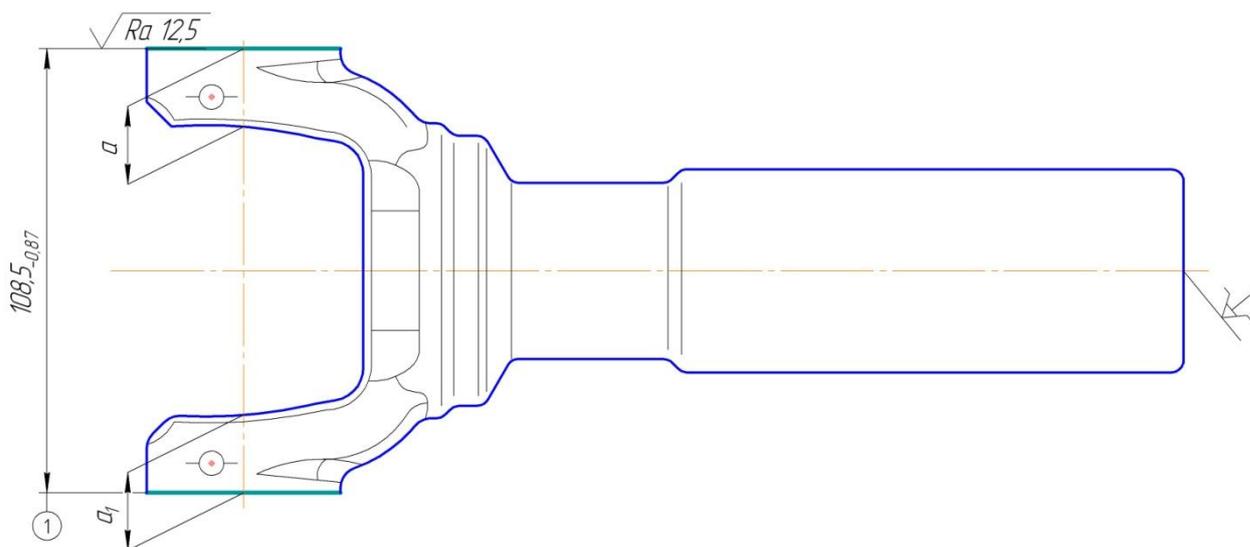


Центровать деталь с двух сторон, выдерживая размеры 1,2,3,4,5,6,7.

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 23 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 0,263 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 0,263 = 0,38 \text{ мин}$$

Операция 010 Горизонтально-фрезерная

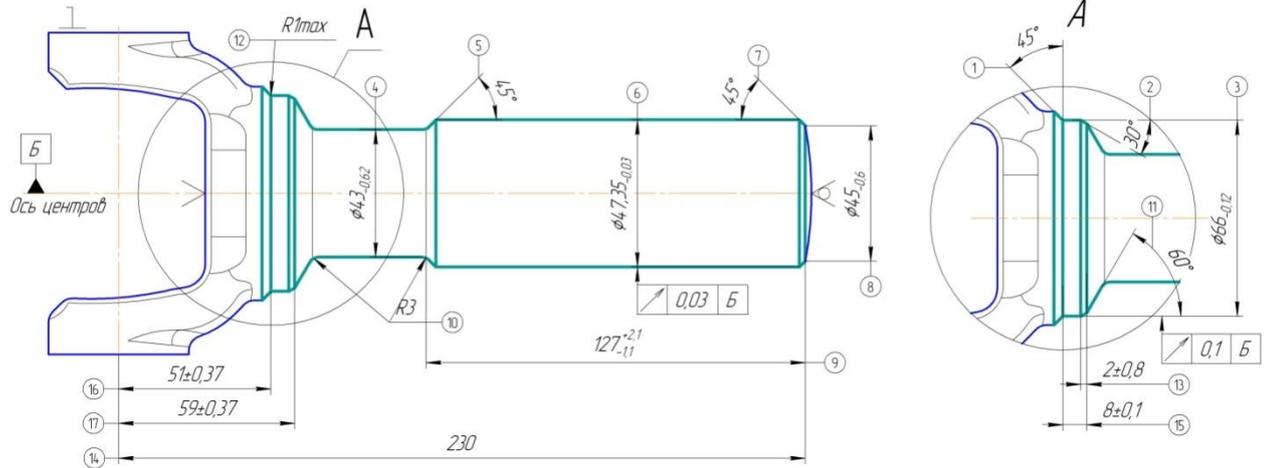


Фрезеровать поверхности ушек, выдерживая размер 1

$$T_0 = 6 \cdot l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 0,72 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,51 \cdot 0,72 = 1,08 \text{ мин}$$

Операция 015-Токарная с ЧПУ



Точить деталь согласно эскиза, выдерживая размеры 1-17

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 48 \cdot 130 \cdot 10^{-3} = 1,06 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 1,06 = 1,45 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 43 \cdot 42 \cdot 10^{-3} = 0,31 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,31 = 0,42 \text{ мин}$$

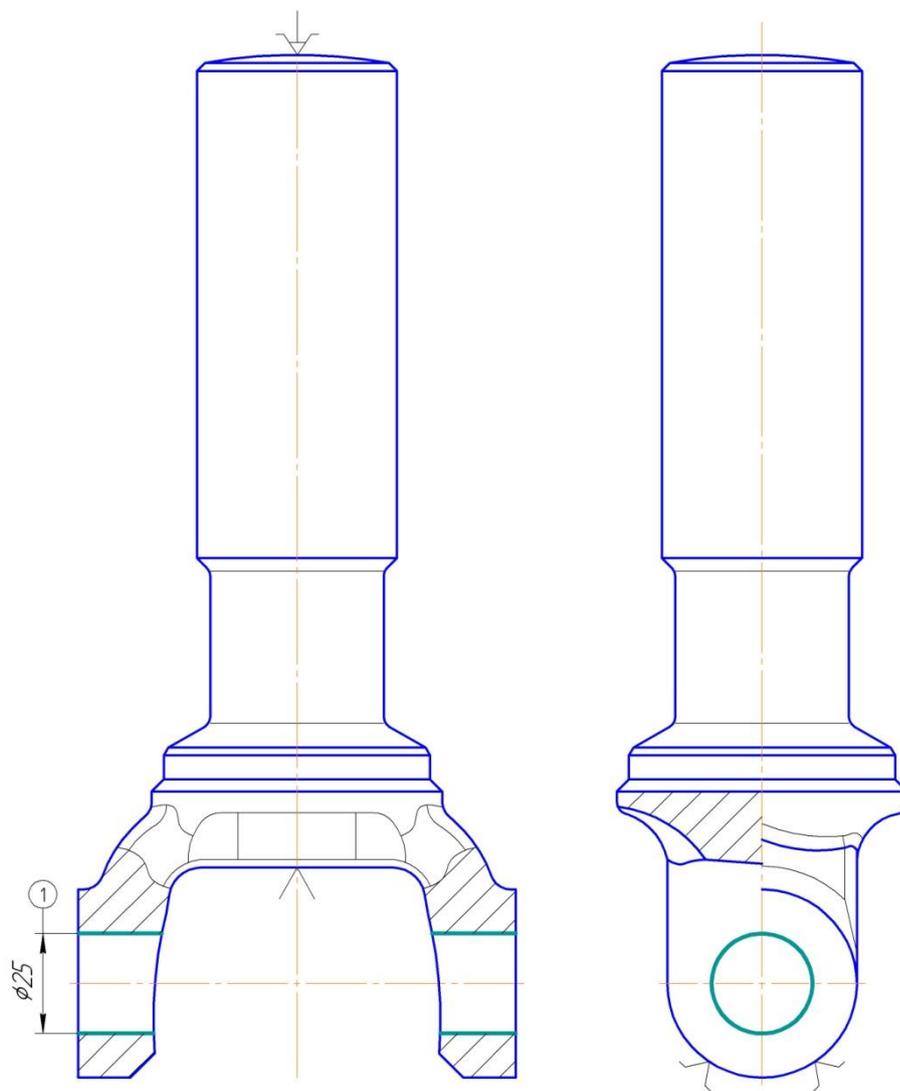
$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 66 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,23 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,23 = 0,31 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,45 + 0,42 + 0,31 = 2,18 \text{ мин}$$

Операция 020-Агрегатная

1-ая позиция

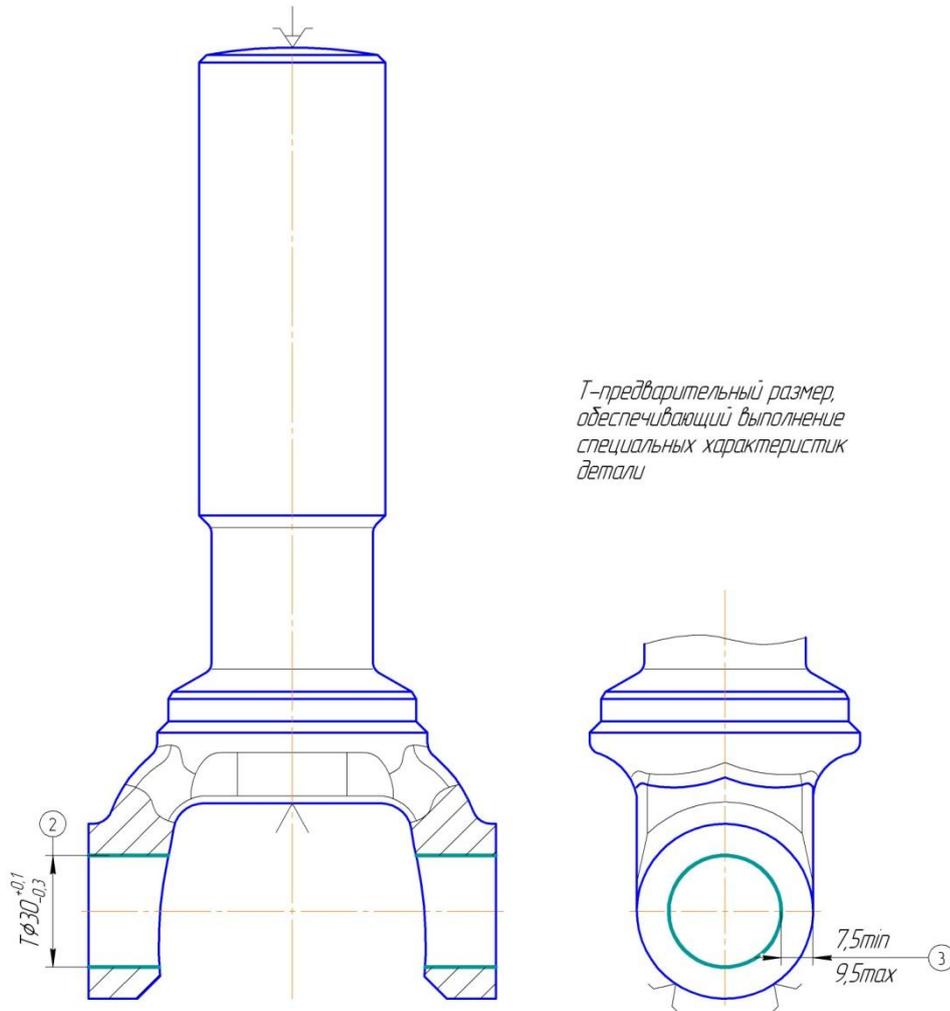


Сверлить отверстие в ушах, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 25 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 0,51 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,51 = 0,663 \text{ мин}$$

2-ая позиция



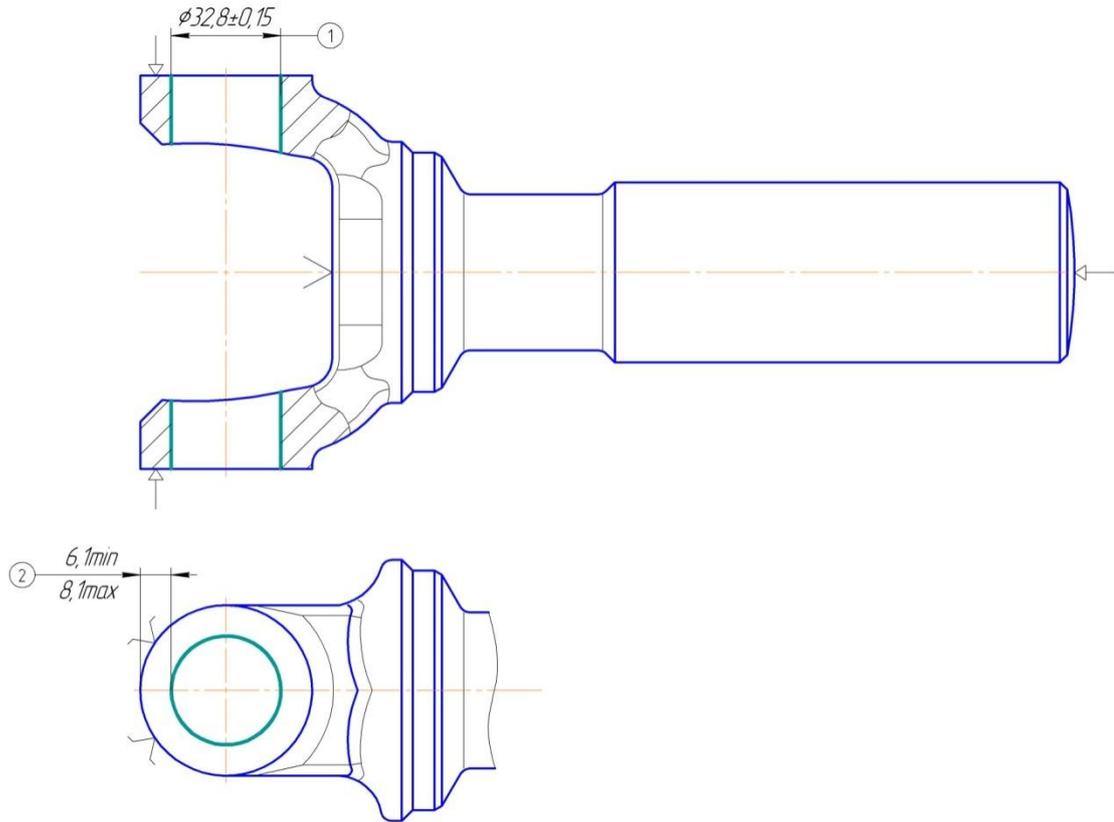
Зенкеровать отверстие в ушах, выдерживая размеры 2,3

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 30 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 0,61 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,61 = 0,793 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,663 + 0,793 = 1,46 \text{ мин}$$

Операция 025-Вертикально-сверлильная



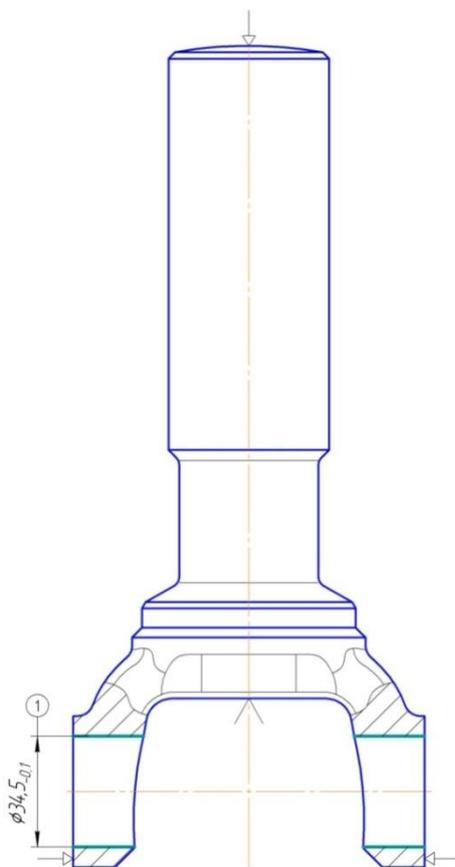
Зенкеровать 2 отверстия в ушах с переустановкой, выдерживая размеры 1,2

$$T_0 = 2 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,52 \cdot 33 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 1,37 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 1,37 = 1,78 \text{ мин}$$

Операция 030-Алмвзно-расточная

1-ая позиция

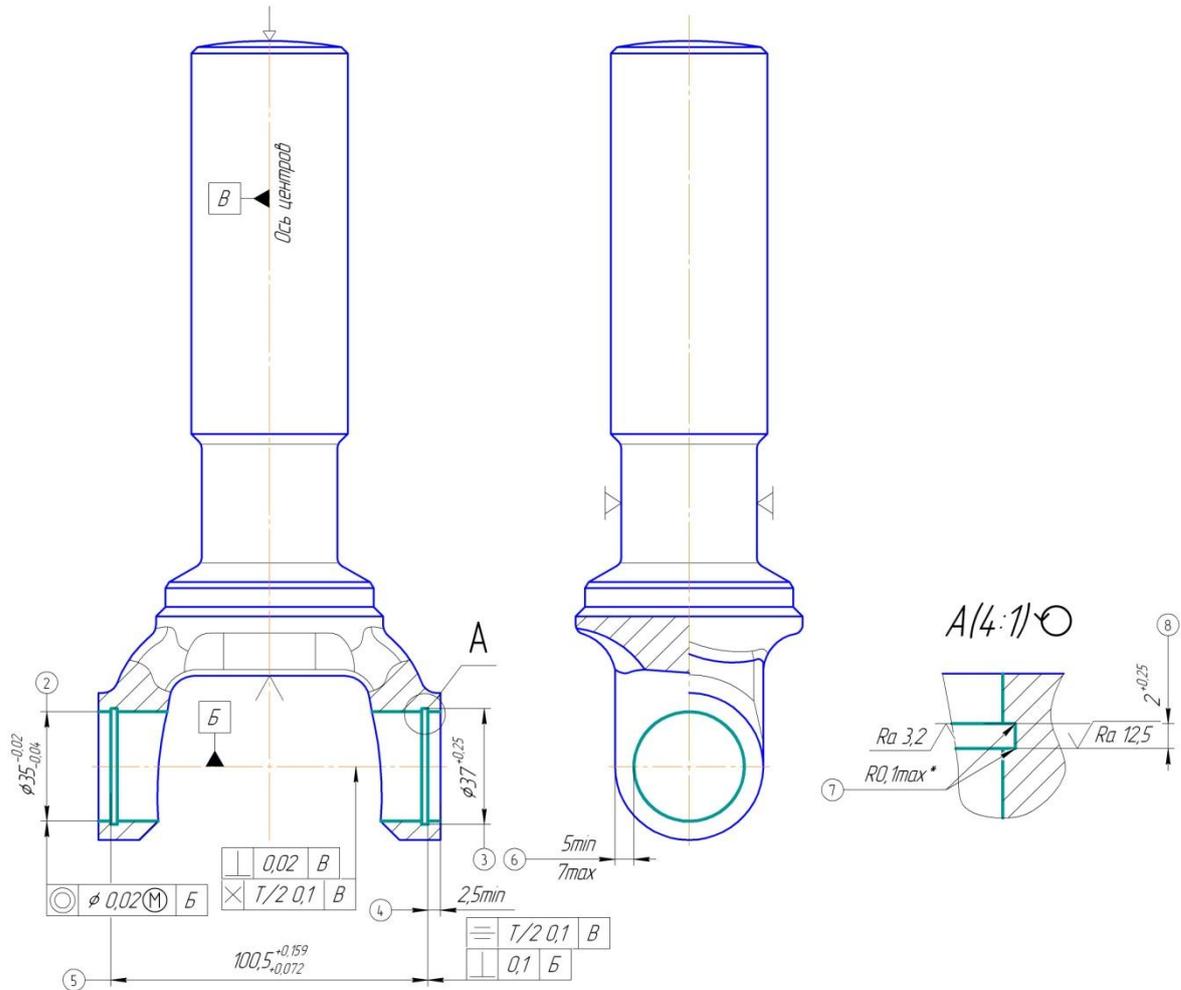


Расточить 2 отверстия напроход предварительно, выдерживая размер 1

$$T_0 = 0,3 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 35 \cdot 108 \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 1,14 = 1,48 \text{ мин}$$

2-ая позиция



Расточить окончательно 2 отверстия напроход, выдерживая размеры 2,6

$$T_0 = 0,3 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 35 \cdot 108 \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 1,14 = 1,48 \text{ мин}$$

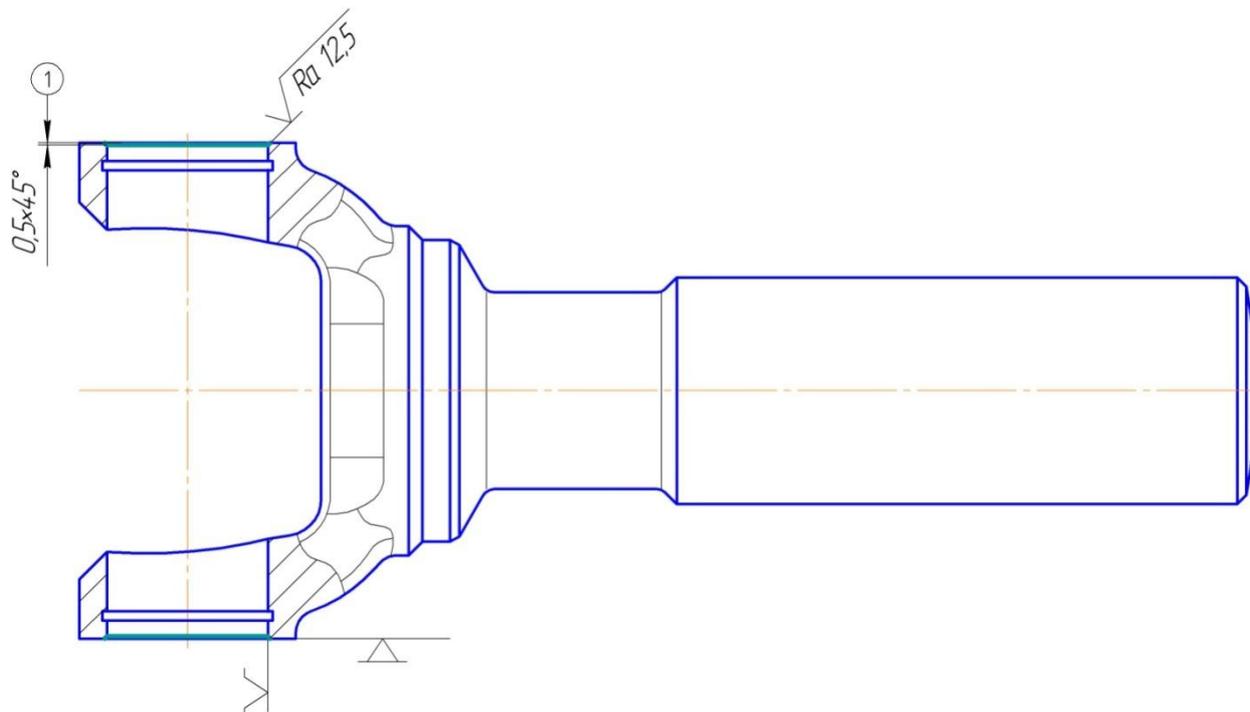
Расточить канавки в двух отверстиях, выдерживая размеры 3,4,5,7

$$T_0 = 2 \cdot 0,037 \cdot D^2 - d^2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,037 \cdot 37^2 - 35^2 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,011 = 0,014 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,48 + 1,48 + 0,014 = 2,98 \text{ мин}$$

Операция 035-Сверлильная

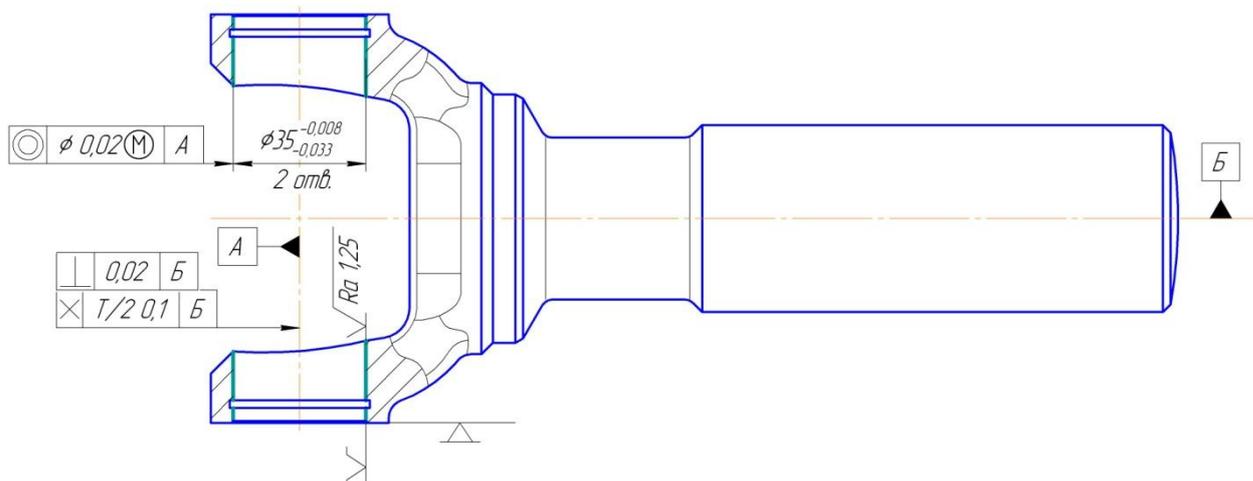


Снять фаски с переустановкой в 2 отверстиях, выдерживая размер 1

$$T_0 = 2 \cdot 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,17 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,36 \cdot 0,03 = 0,041 \text{ мин}$$

Операция 040-Раскатка



Раскатать с переустановкой 2 отверстия, выдерживая размер 1

$$T_0 = 2 \cdot 0,1 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,1 \cdot 35 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 0,63 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,3 \cdot 0,63 = 0,82 \text{ мин}$$

Операция 045-Контроль

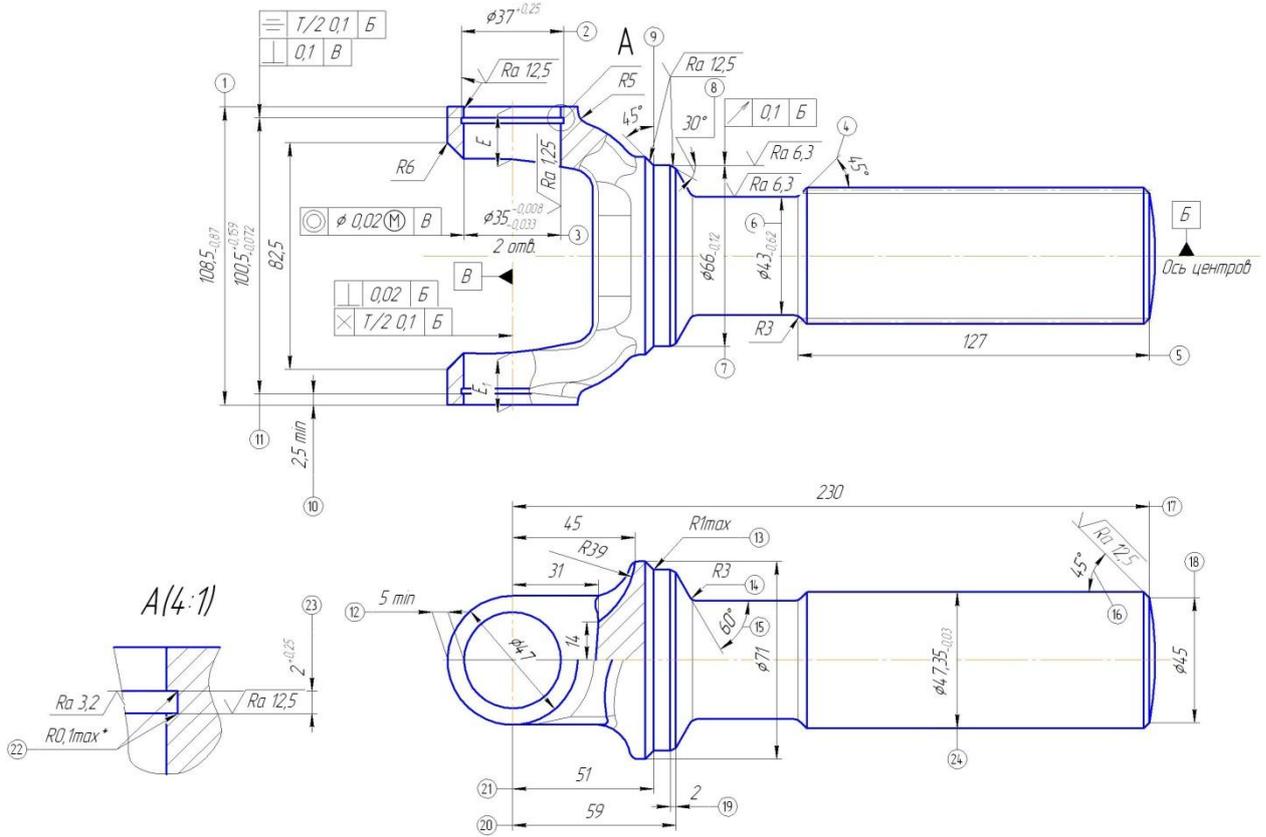
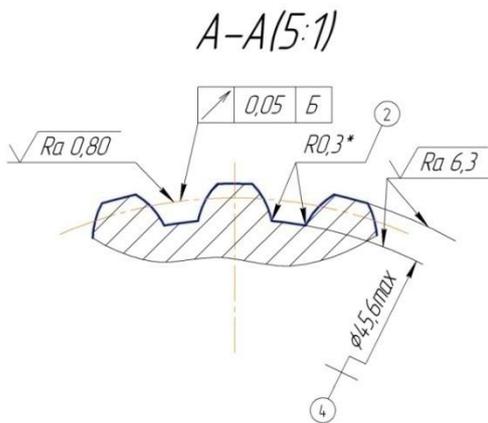
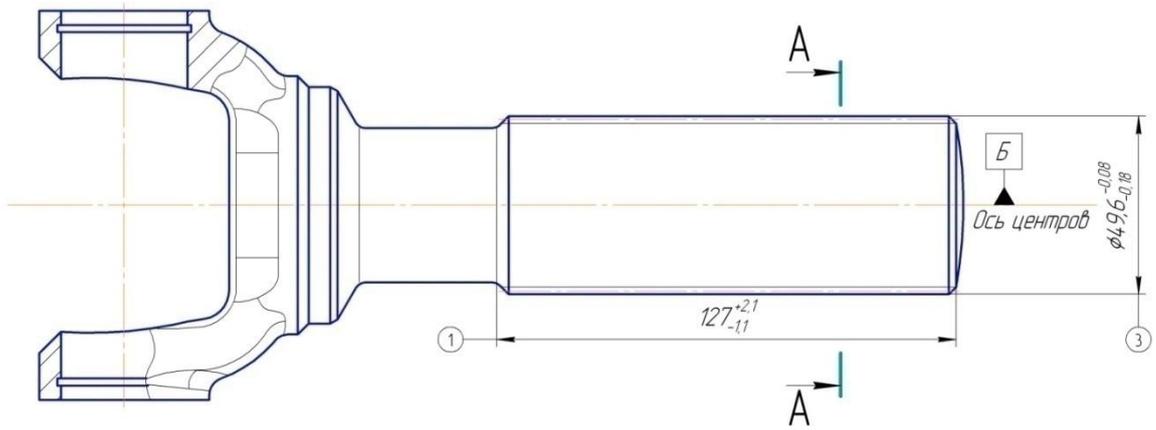


Рисунок 1.2 – Контрольная операция

Операция 050-Накатка



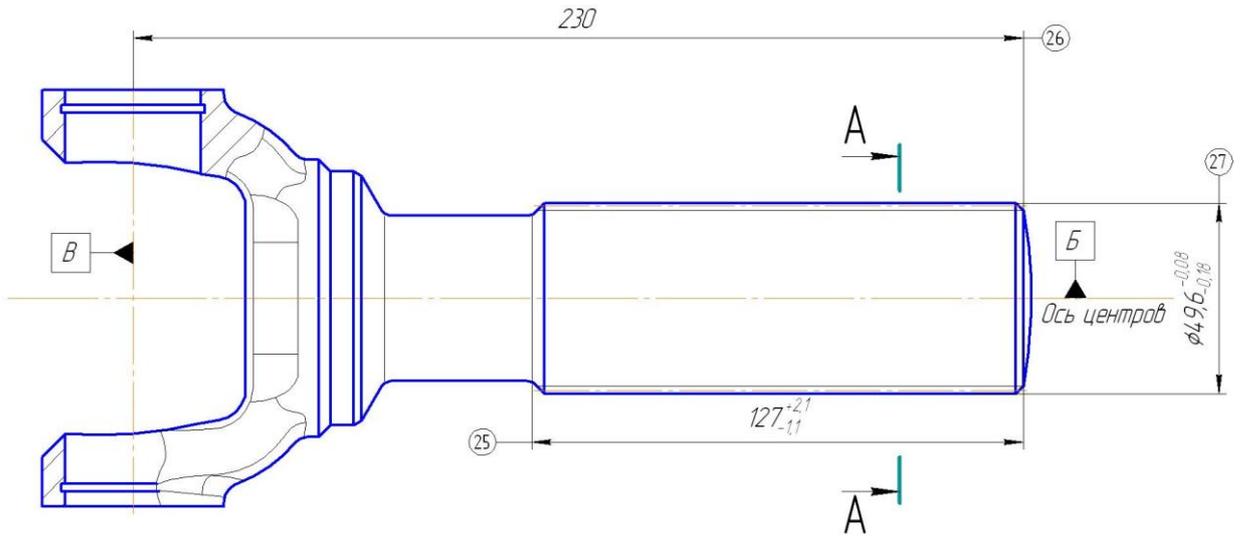
Модуль	m	2,5
Число шлицев	Z	24
Угол профиля зуба	α	30°
Смещение исходного контура	x_m	-0,1
Диаметр делительной окружности	d	48
Толщина зуба по дуге делительной окружности	S	$3,026_{-0,071}^{-0,026}$
Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D_l	$45,93 \text{ max}$
Диаметр ролика	D_r	4
Размер по роликам	M_r	$54,108...54,177$

Накатать 24 эвольвентных шлица, выдерживая размеры 1-5

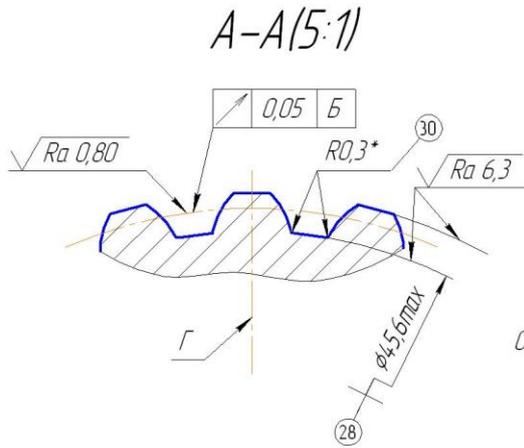
$$T_0 = 0,43 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,43 \cdot 48 \cdot 162 \cdot 10^{-3} = 3,34 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi \cdot T_0 = 1,41 \cdot 3,34 = 4,7 \text{ мин}$$

Операция 055-Контроль



Модуль	<i>m</i>	2,5
Число шлицев	<i>Z</i>	24
Угол профиля зуба	α	30°
Смещение исходного контура	<i>xm</i>	-0,1
Диаметр делительной окружности	<i>d</i>	48
Толщина зуба по дуге делительной окружности	<i>S</i>	3,026 ^{-0,026} _{-0,071}
Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	<i>D_l</i>	45,93max
Диаметр ролика	<i>D_r</i>	4
Размер по роликам	<i>M</i>	54,108..54,177



Ось A и ось Г должны лежать в одной плоскости, отклонение не более 1°

Рисунок 1.3 – 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-Центровальная	0,38	0,34	1	0,34	2
010-Горизонтально-фрезерная	1,08	0,96	1	0,96	1
015-Токарная с ЧПУ	2,18	1,93	2	0,965	1
020-Агрегатная	1,46	1,29	2	0,645	1
025-Вертикально-сверлильная	1,78	1,58	2	0,79	1
030-Алмазно-расточная	2,98	2,64	3	0,88	1
035-Сверлильная	0,041	0,04	1	0,04	5
040-Раскатка	0,82	0,73	1	0,73	1
050-Накатка	4,7	4,16	5	0,832	1
			$\Sigma 18$		$\Sigma 14$

Коэффициент закрепления операций K_{30} :

$$K_{30} = \frac{14}{18} = 0,78$$

При условии $0,78 < 1,0$ - 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 и 1,3).

Таблица 2.1 – Технологические требования

№ пов-ти	Технологические требования	Обоснования
1	108,5; Ra12,5	Достигается фрезерованием
2	Ø37; Ra1,25	Достигается: растачиванием
3	Ø 35; Ra1,25 Соосность 0,02 Перпендикулярность 0,02	Достигается: сверлением, зенковкой, растачиванием черновым, растачиванием чистовым, раскаткой
4	45°; Ra 6,3	Достигается: точением
5	127; Ra 6,3	Достигается: точением
6	Ø 43; Ra6,3	Достигается: точением
7	Ø 66; Ra6,3	Достигается: точением
8	30°; Ra 6,3	Достигается: точением
9	45°; Ra 6,3	Достигается: точением
10	2,5min; Ra 3,3	Достигается: растачиванием
11	100,5; Ra 3,2 Перпендикулярность 0,1	Достигается: растачиванием
12	5 min	Достигается: сверлением, зенковкой, растачиванием черновым, растачиванием чистовым, раскаткой
13	R1max; Ra 6,3	Достигается: точением
14	R3; Ra 6,3	Достигается: точением
15	60°; Ra 6,3	Достигается: точением

Таблица 2.1 – Технологические требования

№ пов-ти	Технологические требования	Обоснования
16	45°; Ra 12,5	Достигается: точением
17	230	Достигается: сверлением, точением
18	Ø 45; Ra6,3	Достигается: точением
19	2; Ra 6,3	Достигается: точением
20	59; Ra 6,3	Достигается: точением
21	51; Ra 6,3	Достигается: точением
22	R0,1max; Ra 3,2	Достигается: растачиванием
23	2; Ra 12,5	Достигается: растачиванием
24	Ø 47,35; Ra6,3	Достигается: точением
25	127	Достигается: накаткой
26	230	Достигается: накаткой
27	Ø 49,6; Ra6,3	Достигается: накаткой
28	Ø 45,6max; Ra6,3	Достигается: накаткой
29	54,108...54,177	Достигается: накаткой
30	R0,3; Ra 6,3	Достигается: накаткой

2.2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Верный подбор заготовки – важная стадия построения технологического процесса изготовления изделия. Характер и трудоемкость технологического процесса зависит от метода и типа получения заготовки. Конструкция и материал детали, ее размер и другие факторы влияют на выбор способа получения заготовки. Нужно использовать передовые методы получения заготовки, исходя из максимально возможных размеров и форм получения ее. Например: литье по выплавленным моделям, литье под давлением, профильный прокат и другие методы. С помощью передовых методов получения заготовки снижаются расходы на обработку ее и улучшаются характеристики выпускаемой продукции.

Выбор метода с помощью которого получают заготовку, берут из следующих рекомендаций:

- Если разница диаметров ступеней на валу менее 10мм то лучше применять прокат. Если более 10мм заготовку лучше изготавливать ковкой;

- Если детали до 60-70мм диаметром то заготовку лучше получать из горячекатаных кругляков или заготовок, отрезанных от горячекатаного прута;

- Если деталь более 60-70мм то заготовку лучше получать ковкой. Горячей объемной штамповкой с прошивкой отверстия диаметром 30 мм и больше. Также берут цельнотянутые трубы.

Кованные и штампованные заготовки изготавливают различными способами. В серийном и массовом производстве изготовление заготовок допускается производить на штамповочных молотах, а так же прессах, в закрытых или открытых штампах.

При выборе способа изготовления заготовки главным требованием является гарантировать свойства изготавливаемых деталей в заданных условиях эксплуатации и обеспечения требуемых качеств заготовки с учетом цены заготовки в определенных производственных условиях.

В данном техпроцессе принимаем в качестве метода получения заготовки штамповку на КГШП. Расчет ведем по ГОСТ 7505-89.

Габаритные размеры детали 110 × 255 мм.

Штамповочное оборудование – КГШП.

Нагрев заготовки индукционный.

Исходные данные по детали:

- Материал – Сталь 40 ГОСТ 1050-2013;
- Масса детали – 3,58 кг.

Принимаем:

1. Масса поковки (расчетная) – 4,8 кг;
2. Класс точности – Т4 (табл.19, стр. 18).
3. сталь группы – М2 (табл. 1, стр. 5).
4. Конфигурация разъема штампа – Плоская (П).
5. Исходный индекс – 14 (табл. 2, стр. 7).

2.3 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.3.1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

При разработке технологических операций нужно особенное внимание уделить подбору баз для обеспечения правильности обработки деталей и выполнения технических требований чертежа.

Технологической базой именуется поверхность, ось, линия или точка, которые принадлежат детали и служат для базирования (определяющие размещение заготовки при её обработке).

Выбор технологических баз проводим с учётом основных требований базирования:

- черновую базу невозможно применять более 1-го раза;
- рекомендуется кооперировать базы, технологическую базу с измерительной и конструкторской (принцип совмещения баз);
- рекомендуется брать за технологическую базу одну и ту же поверхность .

Базы должны обеспечить отсутствие недопустимых деформаций детали.

Заготовка в ходе обработки должна занимать и удерживать свое положение, относительно положения деталей станка или станочного приспособления . Поэтому нужно устранить вероятность 3-х прямолинейных и трех вращательных перемещений заготовки в отношении выбранных координатных осей.

Для того что бы заготовка была жёстко закреплена нужно иметь шесть опорных точек. Для этого нужно три координатные поверхности.

На центровой операции заготовка базируется по торцам и зажимается в специальном приспособлении.

На горизонтально фрезерной операции заготовка базируется в специальном приспособлении.

На токарных операциях, заготовка внутренней поверхностью специальное приспособление и поджимается центром. Наряду с базированием при этом производится и закрепление заготовки.

На агрегатной операции заготовка базируется в центрах.

На сверлильной операции заготовка базируется по торцам в специальном приспособлении.

На алмазно-расточной операции заготовка базируется по цилиндрической поверхности и по торцу и зажимается в специальном приспособлении.

На сверлильной операции 035 заготовка базируется по торцам и по центровочным отверстиям.

На раскатной операции заготовка базируется по внутреннему диаметру и по торцу.

На накатной операции заготовка базируется по центровочным отверстиям.

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

а) центровальная операция:

- в призмах по наружным поверхностям (смотри эскиз для операции 005-центровальная);

б) горизонтально-фрезерная:

- наружная поверхность и торец, зажим осуществляется в специальном приспособлении (смотри эскиз для операции 010-горизонтально-фрезерная);

в) токарная с ЧПУ:

- центровочные отверстия;

г) сверлильная:

- наружная поверхность и торец, зажим осуществляется механических зажимах (смотри эскиз для операции 025-вертикально-сверлильная);

д) алмазно расточная:

- наружная поверхность $\varnothing 43$ и центровочные отверстия, зажим осуществляется в специальном приспособлении (смотри эскиз для операции 030-алмазно-расточная);

е) раскатная:

- внутренняя поверхность $\varnothing 35$ и наружный торец, зажим осуществляется в специальном приспособлении (смотри эскиз для операции 040-раскатка);

ж)накатная:

- центровочные отверстия, зажим осуществляется в специальном приспособлении (смотри эскиз для операции 050-накатка);

2.3.2 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

В результате технологической обработки требуется получить вилку скользящую. Производство массовое. Объем выпуска за год – 150000 шт. Процесс изготовления данной детали имеет восемнадцать операций механической обработки.

Подбор модели станка обуславливается, возможностью произвести на нем деталей нужных размеров и формы, а также качеством поверхности.

Для центровальной операции выбираем станок центровальный модели ХА14158.

Для горизонтально-фрезерной операции выбираем горизонтально-фрезерный станок модели ДФ-831. Он предназначен для обработки параллельных плоскостей двумя торцовыми фрезами

Для токарной операций выбираем токарный станок с ЧПУ модели 16А20Ф3С39. Этот выбор можно обосновать тем, что он позволяет достичь требуемой шероховатости поверхностей (0,63 мкм). Также если сравнить себестоимость этого станка с другими зарубежными станками с ЧПУ она намного ниже, а требуемая точность обработки достигается. Габариты устанавливаемой заготовки находятся в допустимых пределах. Также устройство ЧПУ позволяет снизить количество переходов на операциях, а также обеспечить быструю смену различных инструментов. Частоты вращения шпинделя обеспечивает частоты вращения, заданные оптимальными режимами резания.

Для агрегатной операции выбираем агрегатный станок модели АМ5318.

Для сверлильных операции выбираем вертикально-сверлильный станок модели 2А135 и сверлильный станок модели 2Н135

Для алмазно-расточной операции выбираем алмазно-расточной станок модели ОС2754.

Для резьбонарезных операций выбираем резьбонарезной п/а 5053 и вертикально-сверлильный модели 2А135.

Для операции накатки выбираем специальный шлиценакатной модели ZRM-9. Станок предназначен для накатки зубьев и шлицев модулем до 3мм.

Для обработки данной детали перечень оборудования составляем в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Технологические возможности применяемого оборудования

Операция №	Модель станка	Технологические возможности метода обработки
		Шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм
005	XA14158	1,6
010	ДФ-831	6,3
015	16A20Ф3С39	0,8
020	AM5318	1,6
025	2Н135	1,6
030	OC2754	0,32
035	2A135	1,6
040	2A135	1,6
050	ZRM-9	0,8

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	Сверло комбинированное (проектируемый режущий инструмент)		P6M5
010	Фреза правая Фреза левая	2214-4013 2214-4014	T15K6 T15K6
015	Резец проходной Пластина	DDJNR 2525P15 DNMG 159612	T15K6
020	Сверло Ø25 Зенкер Ø30	ГОСТ 10903 2320-4020	P6M5 P6M5
025	Зенкер Ø32,8	2320-4021-03	P6M5
030	Борштанга Борштанга Резец расточной Резец канавочный	6390-4094 7429-4029-03 2146-4001 2120-4024	T15K6 T15K6 T15K6 T15K6
035	Зенковка	2353-4041	P6M5
040	Раскатка	8Д-9697-01	P6M5
050	Ролик накатной	1990-4119 или 09-R-01-04903-01	

2.4 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

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

Операция № 015 - Токарная с ЧПУ.

Точить поверхность Ø47,35 и L = 127 мм. Станок 16A20Ф3С39. Режущий инструмент: резец проходной DDJNR 2525P15T15K6 ГОСТ 18877-73.

Под черновую обработку:

Величина припуска $t = 3$ мм.

Примем подачу равной: $S = 0,8$ мм/об [3, таблица 11].

По формуле определяется 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 1050-2013 $\sigma_s = 570$ МПа.

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{570}{655} \right)^1 = 0,87$$

$$K_v = 0,87 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87$$

$$V = \frac{340}{50^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,87 = 127,7 \text{ м/мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя:

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

где D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 127,7}{3,14 \cdot 47,35} = 858,9 \text{ мин}^{-1}$$

Определяем силу резания:

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

где C_p - это коэффициент для поправок, $C_p = 300$ [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 качества 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_{rp} - поправочный коэффициент, учитывающий радиус при вершине.

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

где σ_s - предел прочностиматериала, МПа;

n-показатель степени [3, таблица 9].

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

$$K_{MP} = \left(\frac{570}{750} \right)^{0,75} = 0,82$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 127,7^{-0,15} \cdot 0,82 = 2996,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

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

$$N = \frac{2996,5 \cdot 127,7}{1020 \cdot 60} = 6,25 \text{ кВт}$$

Определяем 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, $K_n = 1,1$.

$$N_{дв} = \frac{6,25}{0,85 \cdot 1,1} = 6,68 \text{ кВт}$$

Получившаяся мощность меньше мощности главного привода станка равной 10 кВт.

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n$$

$$S_M = 0,8 \cdot 858,9 = 687,12 \text{ мм/мин}$$

Определяем основное время:

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

где L- длина резания, мм;

i - число проходов.

Определяем длину резания:

$$L = l + y,$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

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

$$L = 127 + 3 = 130 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{130}{687,12} \cdot x_1 = 0,19 \text{ мин}$$

Расчет режимов резания по нормативам

Операция № 015– Токарная с ЧПУ.

точение поверхности $\varnothing 43$ и $L = 41$ мм. Станок 16A20Ф3С39. Режущий инструмент: резец проходной DDJNR 2525P15 T15K6 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.

$$L_{\text{рх}} = 41 + 3 = 44 \text{ мм}$$

Назначаем подачу:

$S_0 = 0,8$ мм/об [3, таблица 11].

Определяем 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];

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

Определяем рекомендуемую частоту вращения шпинделя:

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

где D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 145,8}{3,14 \cdot 43} = 1031,3 \text{ мин}^{-1}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n$$

$$S_M = 0,8 \cdot 1031,3 = 825,5 \text{ мм/мин}$$

Определяем основное время:

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

где L_{px} - длина резания, мм;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{44}{825,5} \cdot 1 = 0,05 \text{ мин}$$

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

Таблица 2.4 - Сводная таблица режимов резания

	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, $лмин^{-1}$	минутная подача S_m , мм/мин	Основное время t_o , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Центровальная 1.Зенкеровать отверстие $\varnothing 56$	4	22	0,16	36	500	80	0,8
010	Горизонтально-фрезерная 1.Фрезеровать поверхности ушек	4,5	230	315	201	400		0,73
015	Токарная с ЧПУ 1.Точить поверхность $\varnothing 47$	3	130	0,8	145	800	640	2,8
	2. Точить поверхность $\varnothing 43$	3	44	0,8	145	800	640	
	3. Точить поверхность $\varnothing 66$	3	13	0,8	145	800	640	
	4. точить фаски	3	10	0,8	145	800	640	
020	Агрегатная 1.Сверлить отверстие $\varnothing 25$	12,5	39	0,23	12	150	34,5	1,34
	2.Зенкеровать отверстие $\varnothing 30$	1,5	39	0,3	10,9	115	34,5	
025	Вертикально-сверлильная 1.Зенкеровать 2 отверстия в ушах с перестановкой $\varnothing 32,8$	1	40	0,28	12,8	125	35	2,28
035	Сверлильная 1.Снять фаски с параустановкой в 2 отверстиях $\varnothing 36$	0,5	2		22	195		0,14

Таблица 2.4 - Сводная таблица режимов резания

	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
040	Раскатка 1.Расточить с переустановкой 2 отверстия Ø35	0,01	90		27	250		0,35
050	Накатка 1.Накатать 24 эвольвентных шлица							2,8

2.4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ

Рассчитаем нормы времени для операций, на которые рассчитаны аналитическим способом режимы резания в разделе 2.4.1.

Операция № 015–Токарная с ЧПУ (точить поверхность Ø43).

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.

$$t_o = 0,17 \cdot 43 \cdot 44 \cdot 10^{-3} = 0,32 \text{ мин}$$

Определяем 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].

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

Определяем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g$$

$$t_{on} = 0,32 + 0,369 = 0,689 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места [2, таблица 6.1]:

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{on}$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot 0,689 = 0,04 \text{ мин}$$

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

$$t_{отд} = 0,06 \cdot t_{on}$$

$$t_{отд} = 0,06 \cdot 0,689 = 0,04 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = 0,32 + 0,369 + 0,04 + 0,04 = 0,769 \text{ мин}$$

$$t_{шт-к} = 0,769 + \frac{17}{100} = 0,939 \text{ мин}$$

Операция 025–Вертикально-сверлильная.

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]:

$$t_o = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot i \cdot 10^{-3}$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

d - диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

i - число проходов.

$$t_o = 0,52 \cdot 32,8 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2,28 \text{ мин}$$

Определяем 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].

$$t_{\text{в}} = 0,06 + 0,058 + 0,015 + 0,15 = 0,282 \text{ мин}$$

Определяем оперативное время:

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

$$t_{\text{он}} = 2,28 + 0,282 = 2,562 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места [2, таблица 6.1]:

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

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot 2,562 = 0,15 \text{ мин}$$

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

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

$$t_{\text{отд}} = 0,06 \cdot 2,562 = 0,15 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт}} = 2,28 + 0,282 + 0,15 + 0,15 = 2,862 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт-к}} = 2,862 + \frac{17}{100} = 3,032 \text{ мин}$$

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

Таблица 2.5 - Сводная таблица норм времени

1	2	Основное время t_o , мин	Вспомогательное время $t_{в, мин}$	Штучное время $t_{шт}$, мин	Подготовительно-заключ. время $t_{п.з}$, мин	Величин партии, n	Штучно – калькуцион. время $t_{штк}$, мин
005	Центровальная 1.Зенкеровать отверстие Ø56	0,8	0,184	1,08	17	100	1,25
010	Горизонтально-фрезерная 1.Фрезеровать поверхности ушек	0,73	0,172	0,99	17	100	1,16
015	Токарная с ЧПУ 1.Точить поверхность Ø47 2. Точить поверхность Ø43 3. Точить поверхность Ø66 4. точить фаски	2,8	0,221	3,32	17	100	3,49
020	Агрегатная 1.Сверлить отверстие Ø25 2.Зенкеровать отверстие Ø30	1,34	0,2	0,84	17	100	1,01
025	Вертикально-сверлильная 1.Зенкеровать 2 отверстия в ушах с перестановкой Ø32,8	2,28	0,282	2,862	17	100	3,032

Таблица 2.5 - Сводная таблица норм времени

	Наименование операции	Основное время t_o , мин	Вспомогательное время t_v , мин	Штучное время $t_{шт}$, мин	Подготовительно-заключ. время $t_{п.з.}$, мин	Величин партии, n	Штучно-калькуляцион. время $t_{штк}$, мин
030	Алмазно-расточная 1.Расточить 2 отверстия $\varnothing 34,5$ на проход предварительно 2. Расточить 2 отверстия $\varnothing 35$ на проход окончательно 3. Расточить канавки в двух отверстиях	3,0	0,36	3,7	17	100	3,87
035	Сверлильная 1.Снять фаски с параустановкой в 2 отверстиях $\varnothing 36$	0,14	0,106	0,27	17	100	0,44
040	Раскатка 1.Расточить с переустановкой 2 отверстия $\varnothing 35$	0,35	0,25	0,65	17	100	0,82
050	Накатка 1.Накатать 24 эвольвентных шлица	2,8	0,321	4,316	17	100	4,486

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
005	Приспособление специальное/заготовка зажимается по торцам наружной поверхности	СНП	Механич.	1	0,3
010	Оправка для фрезерования ушек	СНП	Механич.	1	0,2
	Специальное приспособление/заготовка базируется в цетрах и зажимается по наружной поверхности	СНП	Механич.	1	0,2
015	Приспособление специальное	СНП	Механич.	1	0,2
	Центр задний D215	УБП	Механич.	1	0,1
020	Приспособление Специальное	СНП	Механич.	1	0,2
025	Приспособление специальное/ заготовка зажимается в механических зажимах	СНП	Механич.	1	0,2
030	Приспособление Специальное/	УБП	Механич.	1	0,2
040	Приспособление специальное	СНП	Механич.	1	0,2

Таблица 3.1 - Установочно-зажимные приспособления

№ операции	Название приспособления	Вид приспособления	Привод приспособления	Кол-во на станке	Время на установку
050	Приспособление специальное/заготовка базируется в центрах и по внутреннему отверстию	СНП	Механич.	1	0,3

Быстродействующие и быстросменные приспособления имеют применение на всех операциях. Эти приспособления выдерживают необходимую точность, что ведет к повышению производительности. Механический привод обеспечивает надежное закрепление детали при обработке.

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

Чертеж оправки для фрезерования ушек (операция 010) представлен в приложении к дипломному проекту.

Приспособление состоит из оправки поз. 1. На оправке устанавливается фреза правая поз. 3. Крутящий момент передается при помощи шпонки поз. 4. В оправку ввинчивается втулка поз. 6, на которой устанавливается фреза левая поз. 7. Крутящий момент передается при помощи шпонки поз. 4. Фрезы зажимаются при помощи втулок поз. 2,8,9, которые поджимаются гайкой М36 поз. 11.

Сила зажима гайкой определим по формуле:

$$W = \frac{Q * l}{r_{cr} * tg \alpha + \varphi_{пр} + \frac{\mu}{3} * \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

где D – максимальный диаметр в точке контакта плунжера и конуса, мм ;

d – минимальный диаметр в точке контакта плунжера и конуса, мм ;

μ – коэффициент трения резьбы , мм ;

Q – исходная сила , развиваемая винтовым механизмом , Н ;

l – длина рукоятки ключа , мм ;

r_{cp} – средний радиус резьбы , мм ;

α – угол подъема резьбы ;

P – шаг резьбы , мм ;

$\varphi_{пр}$ – приведенный угол трения ;

Величина исходного усилия Q на рукоятке (ключе) лимитируется условием прочности болта на растяжение и принимается равной 120Н . Длина рукоятки ключа $l = 14d$. Принимаем $l = 280$ мм.

В приспособлении для зажима детали используется гайка М36 :

Максимальный диаметр торца конуса $D = 60,8$ мм. , минимальный диаметр торца конуса $d = 41,1$ мм , шаг резьбы $P = 3$, средний радиус резьбы $r_{cp} = 34,05$ мм. Коэффициент трения резьбы $\mu = 0,1$. Тогда угол подъема резьбы будет равен .

$$\operatorname{tg} \alpha = P / (2 * \pi * r_{cp})$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 3 / (2 * \pi * 34,05)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,015$$

$$\alpha = 52'$$

Приведенный угол трения составляет $\varphi_{пр} = 6^{\circ}40'$. Так как величина угла подъема резьбы меньше приведенного угла трения $\alpha \leq 6^{\circ}40'$, условие самоторможения выполняются .

Запас самоторможения определяется по формуле :

$$K = (2 * \pi * r_{cp} * f_{пр}) / P$$

где: $f_{пр}$ – приведенный коэффициент трения ($f_{пр} = 0,1$)

$$K = (2 * \pi * 34,05 * 0,1) / 3$$

$$K = 7,128$$

Определяем силу зажима гайкой :

$$W = \frac{120 * 280}{34,05 * \operatorname{tg} 52' + 6^{\circ}40' + \frac{0,1}{3} * \frac{60,8^3 - 41,1^3}{60,8^2 - 41,1^2}} = 4752 \text{ Н}$$

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
005				
010	Штангенциркуль			
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Скоба разм. 108,5 _{-0,87}	Спец.	0,01	0,11
	Набор эталонов шероховатости	Станд.		
015	Штангенциркуль			
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Скоба Ø66 _{-0,12}	Спец.	0,01	0,11
	Скоба Ø43 _{-0,62}	Спец.	0,01	0,11
	Скоба Ø47 _{-0,03}	Спец.	0,01	0,11
	Приспособление для контроля (Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68)	Спец.	0,1	0,15
	Прибор ПБ500 ТУ2.034-543-81	Станд.	0,1	0,12
Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696	Станд	0,01	0,12	
	Набор эталонов шероховатости			
020	Штангенциркуль			
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Пробка Ø30 _{-0,3} ^{+0,1}	Спец.	0,01	0,11

Таблица 3.2 - Средства технического контроля

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента	Точность инструмента	Время на измерение, мин
025	Штангенциркуль	Станд	0,05	0,12
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Пробка $\varnothing 32,8 \pm 0,15$	Спец.	0,01	0,11
030	Штангенциркуль	Станд	0,05	0,12
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89			
	Нутромер 18-50 ГОСТ 9244	Станд	0,01	0,12
	Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696	Станд	0,01	0,12
	Штангенциркуль	Станд	0,01	0,12
	МАUaRw 20-170			
	Калибр на p-p $2^{+0,25}$	Спец.	0,01	0,11
	Приспособление для контроля допуска перпендикулярности и симметричности канавок (Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68)	Спец.	0,01	0,15
Приспособление для контроля допуска соосности (Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696)	Спец.	0,01	0,15	
Приспособление для контроля допуска пересечения и перпендикулярности (Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68)	Спец	0,1	0,15	

Таблица 3.2 - Средства технического контроля

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента	Точность инструмента	Время на измерение, мин
040	Нутромер 18-50 ГОСТ 9244	Станд.	0,01	0,12
	Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696	Станд.	0,01	0,12
	Приспособление для контроля допуска соосности (Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696)	Спец.	0,01	0,15
	Приспособление для контроля допуска пересечения и перпендикулярности (Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68)	Спец.	0,01	0,15
	Набор эталонов шероховатости			
050	Штангенциркуль			
	ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89	Станд.	0,05	0,12
	Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507	Станд.	0,01	0,15
	Ролик Ø4	Спец.	0,01	0,2
	Калибр-кольцо шлицевый комплексный	Спец	0,01	0,2
	Контрольное приспособление (Индикатор 1 МИГ ГОСТ 9696)	Спец.	0,01	0,15
	Контрольное приспособление (Индикатор ИЧ 10кл1 ГОСТ 577-68)	Спец.	0,01	0,15

Анализируя таблицу 3.3 при изготовлении детали применяются стандартные и специальные измерительные инструменты. Измерения проводятся с высокой точностью, ошибка измерения этих инструментов не превышает 30 % допуска на измеряемый размер. Это все способствует не большим годовым затратам на измерительный инструмент. Применение специального измерительного инструмента увеличивает сроки подготовки

производства. Оснащенность измерительным инструментом хорошая.
Дополнительного оснащения измерительным инструментом не требуется.

4 Расчет и проектирование режущего инструмента

Перечень режущего инструмента по операциям представлен в таблице 3.2.

В данном техпроцессе рассчитаем комбинированное сверло для центровой операции 005. Чертеж комбинированного сверла представлен в приложении.

4.1 РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО СВЕРЛА

Исходные данные :

диаметр наименьшего отверстия $D_1=8^{+0.36 \text{ мм}}$;

диаметр наибольшего отверстия $D_2=18^{+0.43 \text{ мм}}$;

$l_1=10 \text{ мм}$;

$l_2=12 \text{ мм}$;

полученная шероховатость после обработки поверхностей $Ra=2,5$;

полученный квалитет после обработки отверстий H14;

заготовка сделана из материала – Сталь 40 ГОСТ 1050-2013.

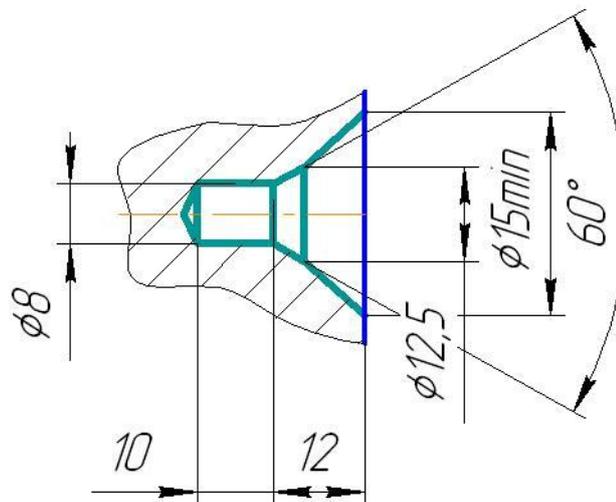


Рисунок 4.1 – Эскиз поверхности которую обработали

4.1.1 ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ДИАМЕТРОВ ОТВЕРСТИЯ

$$D_{max} = D + ES$$

$$D_{min} = D + EI$$

$$D_{1max} = 8 + 0,36 = 8,36 \text{ мм}$$

$$D_{2max} = 18 + 0,43 = 18,43 \text{ мм}$$

$$D_{1min} = 8 + 0 = 8 \text{ мм}$$

$$D_{2min} = 18 + 0 = 18 \text{ мм}$$

Допуски на диаметр отверстия равны:

$$\sigma_{l1} = 0,36 \text{ мм}, \sigma_{l2} = 0,43 \text{ мм.}$$

4.1.2 КОЭФФИЦИЕНТ ГЛУБИНЫ СВЕРЛЕНИЯ И РАСЧЕТНЫЕ ДИАМЕТРЫ

$$K_{ГС} = \frac{l}{D};$$

$$K_{ГС1} = \frac{10}{8} = 1,25;$$

$$K_{ГС2} = \frac{12}{18} = 0,67.$$

При

$$K_{ГС} \leq 3, d_p = D_{max} - 0.667\sigma_0;$$

$$d_{p1} = 8,36 - 0.667 \times 0,36 = 8,12 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 15,43 - 0.667 \times 0,43 = 15,14 \text{ мм.}$$

$$d_1 = 8_{-0,1} \text{ мм}$$

$$d_1 = 18_{-0,1} \text{ мм}$$

4.1.3 Размеры ленточки сверла

шириной:

$$f = 0,5^3 \bar{d};$$

$$f_1 = 0,5^3 \bar{8} = 0,8 \text{ мм};$$

$$f_2 = 0,5^3 \bar{15} = 1,2 \text{ мм.}$$

высотой:

$$q = 0.025d;$$

$$q_1 = 0.025 \times 8 = 0,2 \text{ мм};$$

$$q_2 = 0.025 \times 15 = 0,4 \text{ мм.}$$

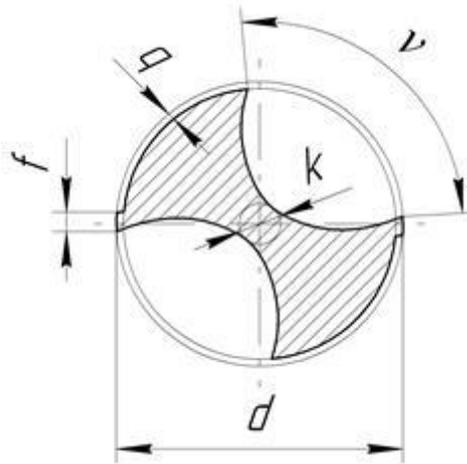


Рисунок 4.2 - Параметры ленточки сверла

4.1.4 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ СВЕРЛА

Главный угол в плане

$$2\varphi = 120^\circ \pm 3^\circ; \varphi_T = 60^\circ; \alpha_T = 10^\circ$$

Задний угол

$$\alpha = \alpha_T \frac{3,33}{d + 2,35} + 0,79 ;$$

$$\alpha_1 = 10 \times \frac{3,33}{8 + 2,35} + 0,79 = 11^\circ 16'' \pm 3^\circ;$$

$$\alpha_2 = 10 \times \frac{3,33}{15 + 2,35} + 0,79 = 9^\circ 50'' \pm 3^\circ;$$

Ψ - это произвольная величина угол наклона перемычки, которая получается при заточке.

4.1.5 ПАРАМЕТРЫ СТРУЖЕЧНОЙ КАНАВКИ

Стружечная канавка и угол ее наклона:

$$\omega = \omega_T \left(1,1 - \frac{1,624}{d + 3,5} \right) ;$$

$$\omega_1 = 60 \times \left(1,1 - \frac{1,624}{8 + 3,5} \right) = 57^\circ 31'';$$

Шаг канавки:

$$H = \frac{\pi d}{\operatorname{tg} \omega};$$

$$H_1 = \frac{3,14 \times 8}{\operatorname{tg} 57,53} = 15,98 \text{ мм};$$

$$H_1 = \frac{3,14 \times 15}{\operatorname{tg} 60,76} = 26,36 \text{ мм};$$

Ширина пера:

$$B = dx \sin \frac{\pi - \vartheta}{2} x \cos \omega;$$

$$B_1 = 8x \sin \frac{3,14 - 1,61}{2} x \cos 57,53 = 4,42;$$

$$B_2 = 22x \sin \frac{3,14 - 1,61}{2} x \cos 60,76 = 11,4$$

4.1.6 ОСЕВАЯ СИЛА И КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ

находят по формуле:

$$P_{O1} = 10C_p d_1^q S^y K_p;$$

.

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7; S = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; K_p = 1$$

$$P_{O1} = 10 \times 68 \times 8 \times 0,16^{0,7} \times 1 = 1508 \text{ Н}$$

Осевые силы действующие при рассверливании:

$$P_{O2} = 10C_p d_2^q t^x S^y K_p;$$

$$C_p = 37,8; t = 3,5 \text{ мм}; x = 1,3; y = 0,7; S = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; K_p = 1; q = 0$$

$$P_{O2} = 10 \times 37,8 \times 15^0 \times 3,5^{1,3} \times 0,16^{0,7} \times 1 = 8048 \text{ Н}$$

Суммарное осевое усилие, которое действует на сверло, суммируется из усилий на всех его ступенях.

$$P_o = P_{O1} + P_{O2};$$

$$P_o = 1508 + 8048 = 9556 \text{ Н}$$

По формуле находим крутящий момент:

$$M_{\text{кр1}} = 10C_M d_1^q S^y K_p;$$

По [13, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

$$C_M = 0,0345; y = 0,8; S = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; K_p = 1; q = 2,0$$

$$M_{\text{кр}1} = 10 \times 0,0345 \times 8^2 \times 0,16^{0,8} \times 1 = 2,86 \text{ Нм}$$

Крутящий момент при рассверливании:

$$M_{\text{кр}2} = 10 C_M d_2^q t^x S^y K_p;$$

По [4, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

$$C_M = 0,09; t = 3,5 \text{ мм}; x = 0,9; y = 0,8; S = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; K_p = 1; q = 1,0$$

$$M_{\text{кр}2} = 10 \times 0,09 \times 22 \times 3,5^{0,9} \times 0,16^{0,8} \times 1 = 14,06 \text{ Нм}$$

Общий крутящий момент, который действующий на данное сверло, суммируется из всех моментов на каждой его ступени.

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{кр}1} + M_{\text{кр}2};$$

$$M_{\text{кр}} = 2,86 + 14,06 = 16,9 \text{ Нм}$$

4.1.7 ПЛОЩАДЬ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СВЕРЛА

находят по формулам:

$$F_{\text{опт.}} = 0,4 \cdot d^{1,9}$$

$$F_{\text{доп.}} = 0,5 \cdot d^{1,9}$$

Для первой ступени:

$$F_{\text{опт.1}} = 0,4 \cdot 8^{1,9} = 20,79 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{доп.1}} = 0,5 \cdot 8^{1,9} = 25,99 \text{ мм}^2$$

Для второй ступени:

$$F_{\text{опт.2}} = 0,4 \cdot 15^{1,9} = 68,65 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{доп.2}} = 0,5 \cdot 15^{1,9} = 85,81 \text{ мм}^2$$

4.1.8 ДИАМЕТР СЕРДЦЕВИНЫ

диаметр его сердцевин.

$$K = (0,145 \dots 0,125) D$$

$$K_1 = 0,135 \times 8 = 1,08 \text{ мм};$$

$$K_2 = 0,135 \times 15 = 2,025 \text{ мм}$$

4.1.9 ДЛИНА СВЕРЛА

Длина первой ступени:

$$l_{c1} = l_K + l_{\Pi} + l_{\Phi} + l_1;$$

Где l_K – длина заборного конуса;

l_{Π} – длина перебега;

l_{Φ} – глубина фаски

$$l_K = \frac{d_1 - K}{2 \times t \times g \varphi};$$

$$l_K = \frac{8 - 1,08}{2 \times t \times g 60} = 2,01 \text{ мм};$$

$$l_{\Pi} = 1,5 \text{ мм};$$

$$l_{\Phi} = \frac{d_2 - d_1}{2 \times t \times g \varphi};$$

$$l_{\Phi} = \frac{15 - 8}{2 \times t \times g 60} = 2,02 \text{ мм};$$

$$l_{c1} = 2,01 + 1,5 + 2,02 + 6 = 12,5 \text{ мм}$$

Длина конечной ступени:

$$l_{c2} = l_2 + l_{\Gamma} + l_{\text{ЗАТ}};$$

где l_{Γ} – длина канавки для выхода фрезы

$$l_{\Gamma} = 0,5d_2;$$

$$l_{\Gamma} = 0,5 \times 15 = 7,5 \text{ мм};$$

$$l_{\text{ЗАТ}} = 1,7 \times 15 = 25,5 \text{ мм};$$

$$l_{c2} = 12 + 7,5 + 25,5 = 45 \text{ мм}$$

Принимаем длину последней ступени $l_{c2} = 150 \text{ мм}$.

Длина и параметры хвостовика сверла:

Форма хвостовика выбирается исходя из формы посадочного отверстия в станке, так и его диаметром.

Усредненный конический хвостовик находят по формуле:

$$d_{CP} = \frac{4 \times M \times \sin \alpha_k}{\mu \times P_0 \times 1 - 0,04 \times \Delta \alpha_k}$$

где: $\mu = 0,1$ - коэффициент трения стали о сталь;

$\alpha_k = 1^\circ 26'$ - половина угла конуса Морзе;

$\Delta \alpha_k = 5'$ - отклонение угла конуса.

Тогда:

$$d_{CP} = \frac{4 \times 16,9 \times \sin 1^\circ 26'}{0,1 \times 9556 \times 1 - 0,04 \times 5} = 0,0077 \text{ м} = 7,7 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр конуса Морзе:

$$d_{max} = \frac{d_{CP}}{0,78} = \frac{7,7}{0,78} = 9,88 \text{ мм}$$

Выбираем стандартное значение:

$d_{max} = 17,780$ мм для конуса Морзе №2

Длина сверла состоит из суммы длин всех ступеней, шейки и длины хвостовика:

$$L = l_{C1} + l_{C2} + l_{XB} + l_{Ш};$$

где: $l_{XB} = 80$ мм – длина хвостовика сверла.

$l_{Ш} = 10$ мм – длина шейки сверла.

Тогда общая длина сверла:

$$L = 80 + 150 + 12,5 + 5 = 245 \text{ мм}$$

5 Анализ безопасности и экологичности технического объекта

5.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА

При изготовлении детали “вилка скользящая” на рабочих местах присутствуют вредные и опасные производственные факторы.

Химические факторы оказывают в большей степени аллергенное воздействие.

К психофизиологическим факторам относятся факторы связанные с физическими напряжениями различных органов человека, повторяемость операций.

К физическим относят:

- малая освещенность рабочей зоны
- низкие или высокие температуры воздуха на рабочем месте
- уровень шума который может нарушать слух работника
- высокие температуры оборудования
- различные заострения и шероховатости о которые можно порезаться
- работа с оборудованием под напряжением, в котором может произойти короткое замыкание.

Если на рабочем месте присутствует хорошая освещенность, это способствует уменьшению напряжения на глаза работника. Что влечет росту производительности труда.

К биологическим факторам относят различные бактерии и вирусы,

К вредным производственным факторам относят: повышенный уровень вибрации, СОЖ, повышенный уровень шума, запыленность.

При обработке вилки скользящей присутствуют вредные вещества такие как: абразивная и металлическая пыль, испарения СОЖ и туман образовавшийся от испарения масла.

Когда происходит механическая обработка материала, в цехах образуется пыль, которая неблагоприятно влияет на органы дыхания, глаза. Помимо этого пыль оседает на осветительные плафоны и остекления цехов, тем самым

снижается освещенность рабочего места, которая ведет к профессиональным заболеваниям.

В ходе изготовления детали применяется СОЖ возникает масляной туман. Он состоит из очень малых капель размером 4 мкм. Эти капли хорошо проникают в легкие человека. Аэрозоли нефтяных масел, которые входят в состав СОЖ, вызывают раздражение, а в некоторых случаях аллергическую реакцию слизистых оболочек верхних дыхательных путей. Все это может вызвать профзаболевание.

В процессе обработке резанием в производственных помещениях образуется пыль. Которая попадает в дыхательные пути, глаза, загрязняет кожу, тем самым вызывая у работника заболевания дыхательных путей, глаз, кожного покрова. Так же пыль оседает на осветительных приборах тем самым снижает освещенность рабочего места. Пыль относится к веществам умеренно опасным и относят к 3-ему классу опасности.

На проектируемом участке применяют средства индивидуальной защиты следующего характера: специальная рабочая одежда и обувь, защита органов дыхания, защита рук, головы и глаз, органов слуха, различные защитные крема для защиты коже.

Одежда специального назначения, которая несет защиту для тела человека от различного рода загрязнений. Так же она поддерживает нормальную температуру тела.

Обувь специального назначения ,должна защищать ноги работника от различных агрессивных сред, которые используются на данном участке. Так же она должна быть комфортной и устойчивой подошве.

Для обеспечения чистоты воздуха в производственном помещении применяют различные местные отсасывающие устройства, так же предусмотрена приточная вентиляция, которая обеспечивает приток свежего незагрязненного воздуха.

Так же имеется вытяжная вентиляция, которая служит для удаления вредных веществ из зоны обработки. Ее применяют на шлифовальных станках.

При проектировании участка использовали естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение используют когда недостаточно естественного(дневного) света, в вечернее время, и оно является рабочим. Естественное освещение используется днем, осуществляется через окна.

На производстве присутствует вибрация, которая появляется в результате вращающихся неуравновешенных масс. Также от работы стационарных машин.

Что б убрать нежелательную вибрацию применяют следующие мероприятия : фундамент станков выполняют с акустическим разрывом, заполненным пористым материалом

Источником шума на рабочем месте служит рабочее оборудование (привода электродвигателей) и режущий инструмент.

Уровень шума не должен превышать за 8 часов рабочего времени 80 дБа. Снижение шума достигается за счет балансировки роторов электродвигателей, применение звукоизоляции. Ожидаемый уровень шума на рабочем участке 80дБа.

Проектируемое производственное помещение по степени поражением электрическим током относится к классу особо опасных, так как присутствуют токопроводящие полы.

На рабочих местах предусмотрены меры защиты от поражения электрическим током: изолирование токоведущих частей, зануление корпуса оборудования, защитное отключение.

Здание относится к категории Д по взрывопожарной опасности.(помещения в которых находятся материалы в холодном состоянии и негорючие вещества) .

5.2. ОЧИСТКА ВОЗДУХА ОТ МАСЛЯНОГО ТУМАНА ПРИ ОБРАБОТКЕ

НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

В процессе механической обработке происходит нагрев инструмента и заготовки. СОЖ в зону резания подают для того что бы уменьшить износ инструмента и сохранить структуру материала который обрабатывается. Так как в процессе резания происходит нагрев детали в рабочей зоне до 400-500°С . В следствии чего образуется загрязняющие вещества воздух, к ним относится

масляный туман. В качестве жидкостей СОЖ применяют нефтяные минеральные масла и их эмульсии и эмульсолы, мыльно-щелочные растворы .

Когда используют эмульсию, ее состав изменяется так как увеличиваются количества масла в составе, так же в процессе обработки в эмульсию попадают различные загрязняющие вещества , металлические примеси.

Если рабочее место не оборудовано вытяжной вентиляцией то происходит загрязнение рабочего места, концентрация загрязняющих веществ существенно превышает допустимое ПДК. При накапливании эти вещества очень сильно ухудшают условия труда, приводя к профессиональным заболеваниям. А осадки в виде масляной пленки на поверхностях увеличивают риск производственного травматизма. При накапливании масла на различных поверхностях воздуховодах увеличивает пожароопасность.

Также если удалять загрязняющие вещества из производственного помещения просто на улицу, за пределы производственного помещения, есть большая вероятность загрязнения окружающей среды, вокруг производственного участка.

Удаление масляного тумана на сегодняшний день - одна из главных задач промышленной санитарии. При решении этой проблемы повышается производительность труда, снижается пожароопасность, позволяет экономить масло.

На данный момент получено много опыта для решения этой задачи. Исходя из полученного опыта для снижения концентрации масляного тумана, нужно выполнять сразу несколько мероприятий:

-для уменьшения концентрации в воздухе масляного нужно следить СОЖ хорошо охлаждалась и улучшать эту систему, так же пользоваться именно тем составом который имеет большую температуру кипения ;

-устройство точечных и эффективных отсосов;

-установка оборудования для очистки воздуха.

Есть менее дорогой вариант, но хорошо зарекомендовавший себя, использование одновременного удаления загрязняющих веществ от целой группы

станков, с выходом в атмосферу, но перед этим загрязненный воздух должен пройти очистку.

Лучшим способом считаются точечные установки для отсоса и очистки воздуха, они малогабаритны и мобильны, их можно установить вблизи станков или на их укрытиях. Эти установки очищают воздух, позволяя его вернуть обратно в помещение. Это экономически выгодно особенно в зимний период.

6 Расчет технико-экономических показателей

Любому инженерному заключению должна быть дана оценка с технической, и финансовой стороны. Когда разрабатываются новые или совершенствуются действующие технологические процессы, одни и те же технологические задачи могут выполняться разными путями. Появляется неизбежность выбора более лучшего варианта технологического процесса, который проходит по техническим и экономическим требованиям.

В выпускной квалификационной работе экономические расчеты производятся на начальном этапе, где происходит выбор заготовки, разрабатывается маршрут обработки, а также выбора различной технологической оснастки. В заключительной части делается общая оценка технико-экономической эффективности спроектированного технологического процесса, что и сделаем ниже.

Основную заработную плату производственных рабочих руб., определим по формуле

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

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

$t_{штi}$ – норма времени выполнения i -ой операции;

K_d – коэффициент доплат который вводится 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., определяем 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

$$C_{\text{яв}} = \frac{\sum t_{\text{шт}} * \Phi_{3\Pi_{\text{пр}}}}{60 * n * \Phi_{\text{н}}}$$

Амортизация оборудования

$$A = \sum_{j=1}^p C_{\text{б}j} * N_{\text{а}j},$$

где $C_{\text{б}j}$ – балансовая стоимость оборудования j -го вида, руб.,

$N_{\text{а}j}$ – норма амортизационных отчислений j -го вида основных фондов, %.

Для станков $N_{\text{а}}=5\%$, для подъемно-транспортного оборудования $N_{\text{а}}=16\%$, для дорогостоящего инструмента $N_{\text{а}}=20\%$.

Таблица 6.1 – Определение себестоимости операций механической обработки руб.

Номер операции	Основная и дополнительная заработная плата	Отчислен ия на социальные нужды	Расходы на инструмент и приспособления	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		C _{обр}
				Амортизационные отчисления	Эксплуатационные расходы	
005	454106,3	163478,3	-	12000	10000	639584,5
010	416264,1	149855,1	-	20000	17000	603119,1
015	1395956	502544,3	-	25000	20000	1943501
020	353193,8	127149,8	-	15000	12000	507343,5
025	1203382	433217,4	-	8000	5000	1649599
030	1555734	560064,4	-	20000	17000	2152799
035	113526,6	40869,56	-	8000	5000	167396,1
040	273304,7	98389,69	-	13000	11000	395694,4
050	1814743	653307,5	-	25000	20000	2513051
Итого: $\sum C_{обр}$						10572086

Технологическая себестоимость единицы детали рассчитывается по формуле:

$$C_T = S_{заг} + \sum C_{обр}$$

Стоимость заготовки рассчитывается по формуле

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

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, который зависит от класса точности; $K_T = 1,0$;

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

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

K_M - коэффициент, который зависит от массы; $K_M = 1,12$;

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

$$S_{zi} = 5 \cdot 4,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,12 \cdot 1,0 \cdot (4,8 - 3,58) \cdot 5 = 182,6 \text{ руб.}$$

$$C_T = 182,6 + 70,5 = 253,1 \text{ руб.}$$

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

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

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

Таблица 6.2 – Определение фонда заработной платы, руб.

Номер операции	S_{zi} , р/ч	$T_{шт}$, мин	Φ_{zi} , р
005	204	1,08	440640
010	204	0,99	403920
015	253	3,32	1679920
020	226,5	0,84	380520
025	226,5	2,862	1296486
030	253	3,7	1872200
035	204	0,27	110160
040	226,5	0,65	294450
050	302	4,316	2606864
Итого: $\sum \Phi_{zi}$			9085160

Годовой выпуск продукции по технологической себестоимости рассчитывается по формуле:

$$B = C_T * N_r$$

$$B = 253,1 * 150000 = 37\,965\,000 \text{ руб.}$$

Таблица 6.3 – Основные технико-экономические показатели разработанного техпроцесса

Наименование показателя	Значение показателя
<i>Исходные данные</i>	
Годовой объем выпуска детали N_r , шт	150000
Число смен работы i	2
Масса готовой детали q , кг	4,8
<i>Результаты расчета</i>	
Коэффициент использования материала заготовки	0,74
Стоимость заготовки $S_{\text{заг}}$, руб	182,6
Технологическая себестоимость детали, руб	253,1
Годовой выпуск продукции по технологической себестоимости, руб.	37 965 000
Количество единиц производственного оборудования	12
Средний коэффициент загрузки станков	0,68
Коэффициент использования оборудования по мощности	0,7
Численность производственных рабочих, чел	14
Годовой фонд заработной платы производственных рабочих, руб.	9085160

Таблица 6.3 – Основные технико-экономические показатели разработанного техпроцесса

Наименование показателя	Значение показателя
Среднемесячная заработная плата производственных рабочих, руб.	54 078

Вывод. Анализируя рассчитанные показатели делаем вывод, что спроектированный техпроцесс является экономически эффективным.

7 Выводы

Согласно заданию на выпускную квалификационную работу, спроектирован технологический процесс изготовления вилки скользящей. Технологический процесс содержит 9 операций, на каждую из которых указаны режимы резания, нормы времени, оборудование, режущий инструмент и оснастка.

Для горизонтально-фрезерной операции спроектировано специальное станочное приспособление для фрезерования ушек вилки, которое позволяет обеспечить необходимую точность изготовления детали.

При выполнении работы была составлена расчетно-пояснительная записка, в которой подробно описываются все необходимые расчеты.

Также расчетно-пояснительная записка содержит приложения, в которые входят чертежи детали, режущего инструмента (комбинированное сверло) и станочного приспособления. В выпускной квалификационной работе выполнен расчет инструмента (комбинированное сверло) и расчет силы зажима гайкой приспособления для фрезерования ушек.

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. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения».- Мн.: «Высшая школа», 1983.
3. Справочник нормировщика–машиностроителя в 4 томах; Том 2, техническое нормирование станочных работ; Под редакцией Е.И. Стружестраха. – М., 1961.– 892 с.,ил.
4. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. Пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Грещова, 2010.-400 с. : ил.
5. 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.
6. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски».
7. ГОСТ 2590-88 «Прокат стальной горячекатаный круглый».
8. ГОСТ 1050-2013 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали».
9. ГОСТ 14034-74 «Отверстия центровые».
10. ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении».
11. Режимы резания металлов: Справочник; Под ред. Ю.В. Барановского.- М.: «Машиностроение», 1972г.
12. Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу «Проектирование и производство металлорежущих инструментов»/ Сост.: И.А. Малышко, С.Л. Толстов. -Донецк: ДПИ,1991.-39с.
13. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Изд. 3,

переработанное. Том 2. Под ред. Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР д-ра техн. наук проф. А. Н. Малова. М., «Машиностроение», 1972, стр. 568.ццц

14. Р. И. Гжиров, П. П. Серебrenицкий. Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник – Л. : Машиностроение, 1990. – 588 с.

15. И. Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие; – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 192 с.

16. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении; – М. : Машиностроение, 1971. – 288 с.

17. Программирование для автоматизированного оборудования: учебник для средн. проф. учебных заведений / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе; под ред. Ю. М. Соломенцева ; – М. : Высш. шк., 2003. – 592 с.

18. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безьязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. –185 с.

19. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения. Учеб. для машиностроит. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2001. – 591 с.

20. Дальский А. М., Суслов А. Г., Косилова А. Г. и др. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001.

Приложение

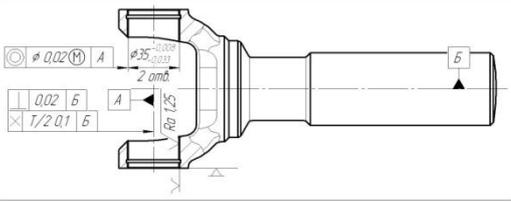
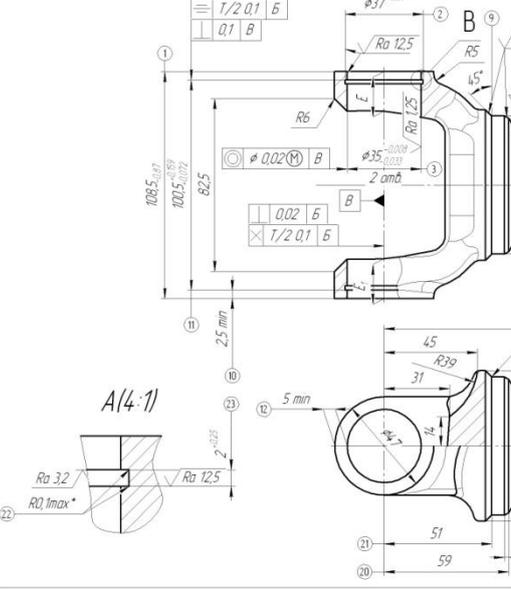
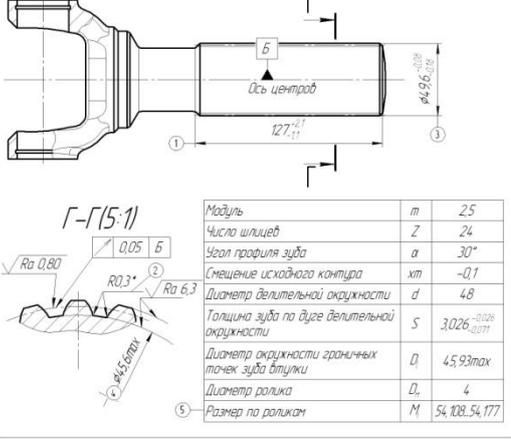
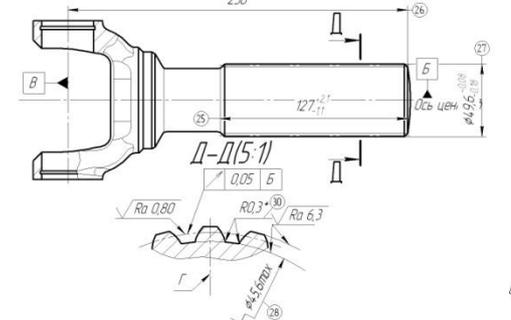
Технологический маршрут изготовления втулки шлицевой

№ операции	Название операции и переходов	Эскиз операции	Оборудование, приспособление	Режущий, измерительный и вспомогательный инструмент
005	Центровальная центровка детали с двух сторон, выдерживая размеры 1,2,3,4,5,6,7		Центровальный модели ХА14/158, Приспособление специальное	Сверло комбинированное;
010	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать поверхности ушек, выдерживая размер 1		Горизонтально-фрезерный модели ДФ700, Оправа для фрезерования ушек, специальное приспособление	Фреза правая, фреза левая Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Скода разн. 108,5 _{±0,07} Набор эталонов шероховатости
015	Токарная с ЧПУ Точить деталь согласно эскиза, выдерживая размеры 1-17		Токарный станок с ЧПУ 16420ФХ39 Приспособление специальное, центр задний 0,215	Резец проходной 00,1NR 2525P15, Пластина DNMG 15°x612, Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Скода 466 _{±0,12} Скода 44,3 _{±0,03} Скода 47,35 _{±0,03} Приспособление для контроля Индикатор ИИ Южн1 ГОСТ 577-881 Плунжер ПБ500 Т42.034-54.3-81 Индикатор 2 МИИ ГОСТ 9696 Набор эталонов шероховатости
020	Агрегатная Позиция 1 Сверлить отверстие, выдерживая размер 1 Агрегатная Позиция 2 Сверлить отверстие, выдерживая размеры 2,3		Агрегатный модели АМС318, Приспособление специальное	Сверло 4,25 ГОСТ 10903, Зенкер 7,50 2320-4.020 Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Пробка 4,25 _{±0,03}

Исполн.	Провер.	М.Звон	Нико	Миро	Технологический маршрут обработки	Лист 1	Листов 7
Исполн.	Провер.	М.Звон	Нико	Миро	Технологический маршрут обработки	Лист 1	Листов 7

№ операции	Название операции и переходов	Эскиз операции	Оборудование, приспособление	Режущий, измерительный инструмент
025	Вертикально-сверлильная Зенкеровать 2 отверстия в цапх с перестановкой, выдерживая размеры 1,2		Вертикально-сверлильный станок модели 2Н135 Приспособление специальное	Зенкер $\phi 32,8$ 2320-4.021-03, Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Грабка $\phi 32,8 \pm 0,15$
030	Алмазно-расточная Позиция 1 Расточить 2 отверстия напрямой предварительно, выдерживая размер 1		Алмазно-расточной модели ОС2754, Приспособление специальное	Бариланга 6390-4094, Бариланга 7429-4029-03 Резец расточный 2146-4.001 Резец канавочный 2120-4.024, Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Нутромер 18-50 ГОСТ 9244 Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696 Штангенциркуль МАУ6rw 20-170 Калибр на р-р 2 Приспособление для контроля допуска перпендикулярности и симметричности канавок Индикатор ИЧ Южм1 ГОСТ 577-68) Приспособление для контроля допуска саосности Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696)
030	Алмазно-расточная Позиция 2 Расточить 2 отверстия напрямой окончательно, выдерживая размеры 2-8			Приспособление для контроля допуска пересечения и перпендикулярности Индикатор ИЧ Южм1 ГОСТ 577-68)
035	Сверлильная Снять фаски с перестановкой, выдерживая размер 1		Вертикально-сверлильный станок модели 2Н135	Зенковка 2353-4.041

И.С. Шуров, А.В. Шуров, И.С. Шуров, И.С. Шуров

№ операции	Название операции и переходов	Оборудование, приспособление	Режущий, измерительный и вспомогательный инструмент																											
040	Раскатка Раскатать с перестановкой 2 отверстия, выдерживая размер 1		Вертикально-сверлильный станок модели 2A135 Приспособление специальное Раскатка ВД-9697-01 Нутромер 18-50 ГОСТ 9244 Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696 Приспособление для контроля допусков саосности (Индикатор 2 МИГ ГОСТ 9696) Приспособление для контроля допуску пересечения и перпендикулярности (Индикатор ИЧ Южн1 ГОСТ 577-68) Набор эталонной шероховатости																											
045	Контрольная Контролировать размеры 1-23																													
050	Накатка Накатать 24 зубчатых шлица, выдерживая размеры 1-5	 <table border="1" data-bbox="702 1288 1013 1512"> <thead> <tr> <th>Модуль</th> <th>m</th> <th>2,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число шлицев</td> <td>Z</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Угол профиля зуба</td> <td>α</td> <td>30°</td> </tr> <tr> <td>Смещение исходного контура</td> <td>xт</td> <td>-0,1</td> </tr> <tr> <td>Диаметр делительной окружности</td> <td>d</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>Толщина зуба по дуге делительной окружности</td> <td>s</td> <td>3,026^{+0,026}/_{-0,011}</td> </tr> <tr> <td>Диаметр окружности граничных точек зуба втулки</td> <td>D</td> <td>4,593_{max}</td> </tr> <tr> <td>Диаметр роллика</td> <td>D_L</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Размер по ролликам</td> <td>M</td> <td>54,108-54,177</td> </tr> </tbody> </table>	Модуль	m	2,5	Число шлицев	Z	24	Угол профиля зуба	α	30°	Смещение исходного контура	xт	-0,1	Диаметр делительной окружности	d	4,8	Толщина зуба по дуге делительной окружности	s	3,026 ^{+0,026} / _{-0,011}	Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D	4,593 _{max}	Диаметр роллика	D _L	4	Размер по ролликам	M	54,108-54,177	Специальный шлицеватный станок модели ZRM-9, Приспособление специальное Роллик накатной 1990-4119 или 09-R-01-04-903-01 Штангенциркуль ШЦ I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507 Роллик #4 Калибр-калюша шлицевый комплексный Контрольное приспособление (Индикатор 1 МИГ ГОСТ 9696) Контрольное приспособление (Индикатор ИЧ Южн1 ГОСТ 577-68)
Модуль	m	2,5																												
Число шлицев	Z	24																												
Угол профиля зуба	α	30°																												
Смещение исходного контура	xт	-0,1																												
Диаметр делительной окружности	d	4,8																												
Толщина зуба по дуге делительной окружности	s	3,026 ^{+0,026} / _{-0,011}																												
Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D	4,593 _{max}																												
Диаметр роллика	D _L	4																												
Размер по ролликам	M	54,108-54,177																												
055	Контрольная Контролировать размеры 26-30		<table border="1" data-bbox="1045 1579 1356 1803"> <thead> <tr> <th>Модуль</th> <th>m</th> <th>2,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число шлицев</td> <td>Z</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Угол профиля зуба</td> <td>α</td> <td>30°</td> </tr> <tr> <td>Смещение исходного контура</td> <td>xт</td> <td>-0,1</td> </tr> <tr> <td>Диаметр делительной окружности</td> <td>d</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>Толщина зуба по дуге делительной окружности</td> <td>s</td> <td>3,026^{+0,026}/_{-0,011}</td> </tr> <tr> <td>Диаметр окружности граничных точек зуба втулки</td> <td>D</td> <td>4,593_{max}</td> </tr> <tr> <td>Диаметр роллика</td> <td>D_L</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Размер по ролликам</td> <td>M</td> <td>54,108-54,177</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1013 1814 1444 1854">Ось А и ось Г должны лежать в одной плоскости, отклонение не более 1°</p>	Модуль	m	2,5	Число шлицев	Z	24	Угол профиля зуба	α	30°	Смещение исходного контура	xт	-0,1	Диаметр делительной окружности	d	4,8	Толщина зуба по дуге делительной окружности	s	3,026 ^{+0,026} / _{-0,011}	Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D	4,593 _{max}	Диаметр роллика	D _L	4	Размер по ролликам	M	54,108-54,177
Модуль	m	2,5																												
Число шлицев	Z	24																												
Угол профиля зуба	α	30°																												
Смещение исходного контура	xт	-0,1																												
Диаметр делительной окружности	d	4,8																												
Толщина зуба по дуге делительной окружности	s	3,026 ^{+0,026} / _{-0,011}																												
Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D	4,593 _{max}																												
Диаметр роллика	D _L	4																												
Размер по ролликам	M	54,108-54,177																												

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание		
Справ. №						Документация				
							Сборочный чертеж		*) А3х3	
		Подп. и дата						Детали		
						1		Оправка	1	Сталь 40Х
						2		Втулка	2	Сталь 45
						3		Фреза правая	1	
						4		Шпонка 12x8x70	2	Сталь 45
						5		Втулка муфты	1	Сталь 45
						6		Втулка муфты	1	Сталь 45
						7		Фреза левая	1	
						8		Втулка	1	Сталь 45
				9		Втулка	1	Сталь 20Х		
		10		Шпонка 10x8x90	1	Сталь 45				
		11		Гайка М36	1	Сталь 35				
Подп. и дата										
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разрад.						Лист	Лист	Листов
Инв. № подл.		Проб.						2	2	
		Нконтр.								
Инв. № подл.		Утв.								
		Оправка в сборе								

Копировал

Формат А4