

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему **Техпроцесс изготовления вала привода ленточного конвейера**

Студент(ка)

Хижняков Я.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Логинов Н.Ю.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Горина Л.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Зубкова Н.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Виткалов В.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

А.В. Бобровский

(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы (уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»

Студент _____ Хижняков Яков Алексеевич _____ гр. _____ ТМбз-1131 _____

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления вала привода ленточного конвейера _____

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ материалы преддипломной практики, чертеж детали программа выпуска $N_z=5000 \text{ дет./год}$ _____

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления вала привода ленточного конвейера. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. В работе спроектировано усовершенствованное зажимное устройство. Разработана конструкция круглой протяжки для протяжной операции. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Работа состоит из страниц расчетно-пояснительной записки. Графическая часть работы составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Назначение и условия работы детали	8
1.2 Систематизация поверхностей детали	8
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	9
1.4 Формулировка задач работы	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	12
2.1 Определение типа производства	12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	12
2.3 Выбор метода получения заготовки	13
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	16
2.5 Определение припусков	17
2.6 Проектирование заготовки	22
2.7 Разработка технологического маршрута	24
2.8 Выбор средств технологического оснащения	27
2.9 Расчёт режимов обработки	34
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	64
3.1 Анализ конструкции базового приспособления и сущность усовершенствования	64
3.2 Расчёт усилий резания	64
3.3 Расчёт усилия зажима	65
3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона	66
3.5 Расчёт силового привода	67
3.7 Описание конструкции патрона	68
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	70
4.1 Расчет режущей части протяжки	70

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЪЕКТА

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Технология обработки цилиндрических зубчатых колес зависит от большого количества факторов, основными из которых являются следующие. Форма цилиндрического колеса, влияющая на выбор оборудования и построение технологического процесса обработки заготовки, а также на выбор технологических баз. При отсутствии требований к точности и шероховатости поверхности выточек, особенно при крупносерийном производстве из штампованных заготовок, выточки не следует обрабатывать – их рекомендуется делать конусными. При мелкосерийном производстве по условиям эксплуатации передачи выточки обрабатываются – их рекомендуется делать цилиндрическими, сопряженными с диском галтелями одного радиуса R , а с торцами венца и ступицы – фасками.

Форма и расположение зубчатого венца влияют на выбор метода обработки и установление технологических баз на этих операциях. Вследствие значительного удельного веса зубообработки в общей трудоемкости изготовления колес форма зубчатого венца является одним из основных показателей технологичности детали.

Форма зубьев (прямые или косые) не влияет на построение технологии обработки детали, а определяет выбор зубообрабатывающего оборудования, а иногда и типа инструмента. Параметры исходного контура зубьев, включая размеры фланкирования (срез головки зубьев), влияют только на выбор режущего инструмента, они нормируются ГОСТ 3058-95.

Габаритные размеры зубчатых колес влияют на размеры оборудования, на выбор типа зубообрабатывающих станков и инструментов, на достижимую точность обработки венца и способы установки колес на станках.

Масштабы производства влияют на выбор типа оборудования и на содержание отдельных операций и их оснащение, что определяет построение технологии обработки детали, особенно на этапе изготовления заготовки. Характер исходной заготовки (поковка, штамповки, прокат, отливка), зависящий от масштабов производства и размеров колеса, влияет на построение и трудоемкость первых операций изготовления заготовки.

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления детали Вал привода с минимальными затратами, при осуществлении заданного качества обработки и количества деталей в год.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Служебное назначение детали.

Вал привода ленточного конвейера предназначена для восприятия крутящего момента от электродвигателя через переходник боковыми поверхностями внутренних шлицов и передачи движения боковыми поверхностями зубьев наружного зубчатого венца.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Цель систематизации поверхностей детали – выявить, какие из них имеют определяющие значения для качественного выполнения деталью своего служебного назначения.

Исходя из служебного назначения детали, все ее поверхности можно классифицировать на исполнительные, основные конструкторские, вспомогательные конструкторские базы и свободные поверхности.

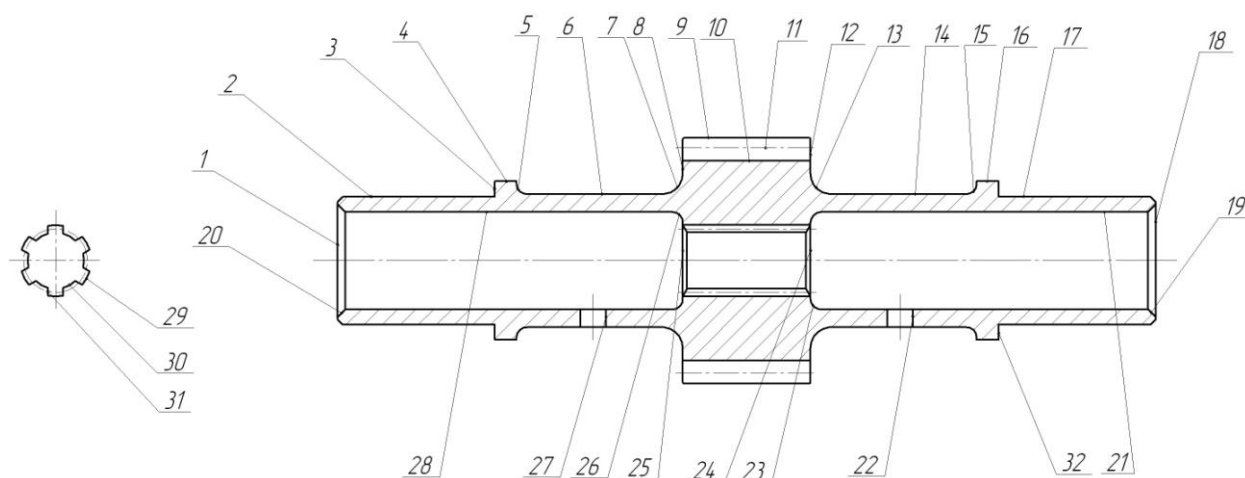


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей

В таблице 1 приведена классификация поверхностей детали по служебному назначению.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей детали

№	Вид поверхности	№ поверхности
1	Исполнительные поверхности	11, 31
2	Основные конструкторские базы	2, 3
3	Вспомогательные конструкторские базы	17, 22, 27, 30, 32
4	Свободные поверхности	остальные

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Опираясь на данные [1] составим табл. 1.2 и 1.3, занеся в нее данные о материале детали.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 19ХГН по ТУ 14-1-2252-90 (в %)

Сталь	С	Cr	не более			Mn	Ni	Si
			P	S	C и			
19ХГН	0,17-023	0,45-0,75	0,035		0,3	0,7-1,1	1,0-1,4	0,17-0,37

Сталь 19ХГН - среднелегированная

Легирующие элементы:

Cr (хром) - повышает твердость и коррозионостойкость;

Mn (марганец) - увеличивает твердость и износостойчивость;

Ni (никель) - повышает прочность и пластичность.

Таблица 1.3 - Механические свойства стали 19ХГН по ТУ 14-1-2252-90.

Сталь	σ_T	σ_B	δ_5	Ψ
19ХГН	590	700	14	50

Эти физико-химические и механические свойства материала обеспечивают нормальную работу вала привода в узле. Материал не является дефицитным.

Заготовку можно получить как прокатом, так и штамповкой на ГКМ. В обоих случаях форма заготовки достаточно проста.

Точность и шероховатость рабочих поверхностей определяются условиями работы детали. Уменьшение точности приведет к снижению точности установки вала привода в поворотном устройстве и надежности его работы. Увеличение шероховатости этих поверхностей приведет к снижению надежности сопряжений и интенсивному изнашиванию поверхностей.

Конструкция детали обеспечивает в целом свободный доступ инструмента в любом виде механической обработки к обрабатываемым поверхностям. Это позволяет в основном стандартный, а реже унифицированный тип инструмента.

Также форма расположения поверхностей детали обеспечивает свободный доступ к обрабатываемым поверхностям измерительных инструментов.

Проанализировав требования к поверхностям детали можно сделать вывод о достаточно высокой степени технологичности детали.

1.4. Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали можно сформулировать следующие задачи выпускной работы, которые необходимо решить для достижения цели, сформулированной во введении – разработать технологический процесс изготовления детали - вал привода с минимальными затратами, при осуществлении заданного качества обработки.

Эти задачи, как правило, сводятся к следующим: [2]

1) Определить тип производства и выбрать стратегию разработки техпроцесса.

2) Выбрать оптимальный метод получения заготовки, рассчитать маршруты на обработку поверхностей.

3) Разработать технологический маршрут, выбрать схемы базирования заготовок и составить план обработки.

4) Выбрать средства технологического оснащения техпроцесса – оборудование, приспособления, режущие и мерительные инструменты.

5) Рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку.

6) Разработать технологические операции – определить их содержание, рассчитать режимы резания и нормы времени.

Решению этих задач посвящены следующие разделы выпускной квалификационной работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Тип производства определяется в зависимости от годового объема выпуска и массы детали по таблице 2.1. [3]

Таблица 2.1 - Тип производства в зависимости от объема выпуска

Масса а детали, кг	Производство				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5-5,0	<10	10-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	>50000
> 10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	>25000

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен $N_r = 5000$ шт/год, а масса детали $m_d = 0,53$ кг, то тип производства определяется как среднесерийное.

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

Характеристика среднесерийного производства и соответственно выбранная стратегия разработки технологического процесса приведена в таблице 2.2. [4]

Таблица 2.2 - Характеристика среднесерийного производства

Показатель ТП	Характеристика
1. Форма организации ТП	переменно-поточная
2. Повторяемость изделий	периодическое повторение партий
3. Унификация ТП	разработка специальных ТП на базе типовых
4. Заготовка	литье , штамповка
5. Припуск на обработку	незначительный
6. Оборудование	универсальное, отчасти специализированное
7. Загрузка оборудования	периодическая смена деталей на станках
8. Коэффициент закрепления операций	св.1 до 40
9. Расстановка оборудования	с учетом характерного направления грузопотоков
10. Квалификация рабочих	различная

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определим в зависимости от свойств обрабатываемого материала, типа детали, сложности, типа производства. Согласно выбранной стратегии, определяем, что для данной детали целесообразно применить в качестве заготовки прокат или штамповку на ГКМ. Эти методы получения заготовок в одинаковой степени позволяют достичь заданной точности, однако себестоимости получения заготовок будут разными. Для окончательного выбора метода получения заготовки выполним сравнительный экономический анализ.

Таблица 2.3 - Исходные данные

Наименование показателей	Вариант 1	Вариант 2
Вид заготовки	Штамповка на ГКМ	Прокат Ø52x164
Класс точности/сложности	4/2	-

Продолжение табл. 2.3

Масса заготовки, кг	1,3	2,1
Стоимость 1 кг заготовок, принятых за базу $C_{\text{заг}}$, руб	0,315	0,115
Стоимость 1 кг стружки $C_{\text{отх}}$, руб	0,0144	0,0144
Масса детали, кг	0,53	0,53

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [5].

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

где E_n – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений;

C_c – текущие затраты на 1 кг стружки, руб/кг;

C_k – капитальные затраты на 1 кг стружки, руб/кг.

Принимаем

$C_c = 0,495$ руб/кг – для машиностроения в целом [6];

$E_n = 0,15$ [6];

$C_k = 1,085$ руб/кг – для машиностроения в целом [6].

Тогда по формуле (2.1) имеем:

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

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [6].

$$\tilde{N}_{\text{шд}} = \tilde{N}_{\text{шд}} \cdot k_{\text{д}} \cdot k_c \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{п}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{шт}}$ – базовая стоимость 1 кг штампованных заготовок, руб;

$k_{\text{т}}$ – коэффициент, зависящий от класса точности;

k_c – коэффициент, зависящий от группы сложности;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_{\text{м}}$ – коэффициент, зависящий от марки материала;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент, зависящий от объема производства.

Принимаем

$$C_{\text{шт}} = 0,315 \text{ руб [6];}$$

$k_T = 0,9$ – для четвертого класса точности [6];

$k_c = 0,84$ – для второй группы сложности [6];

$k_B = 1,14$ – для заготовки массой $1 \dots 2,5$ кг [6];

$k_M = 1,0$ – для стали 19ХГН [6];

$k_n = 1,0$ [6].

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Далее определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [6].

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

где $Q_{\text{шт}}$ – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг;

$C_{\text{отх}}$ – цена 1 кг отходов, руб/кг.

Принимаем

$Q_{\text{шт}} = 0,53$ кг – по расчету;

$q = 1,3$ кг – по условию;

$C_{\text{отх}} = 0,0144$ руб/кг – для стальной стружки [6].

Тогда по формуле (2.3) имеем:

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 1,3 + 0,6578 (1,3 - 0,53) - 0,0144 (1,3 - 0,53) = 0,85 \text{ руб.}$$

Определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [6].

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

где $Q_{\text{пр}}$ – масса заготовки из проката, кг.

Принимаем

$Q_{\text{пр}} = 2,1$ кг – по расчету.

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{\text{пр}} = 0,1219 \cdot 2,1 + 0,6578 (2,1 - 0,53) - 0,0144 (2,1 - 0,53) = 1,27 \text{ руб.}$$

Итак, по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\mathcal{E}_z = C_{mn} - C_{mii} \cdot N_z = 27 - 0,85 \cdot 5000 = 2100 \text{ руб.}$$

Для учета ценовой инфляции введен коэффициент $K=10$.

Тогда годовая экономия будет составлять:

$$\mathcal{E}_z = 2100 \cdot 10 = 21000 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от шероховатости поверхности, а также от служебного назначения поверхности определяют последовательность обработки.

Последовательность обработки каждой поверхности детали представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Последовательность обработки поверхностей

№	№ пов-ти	Ra, мк м	I T	Маршрут обработки поверхности
1	1,4,5,6,7,8,12,13,14,15,16,1 8	5	1 4	Токарная черновая, Токарная чистовая
2	2, 17	0,4	5	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифование черновое, Шлифование чистовое, Полирование

3	3, 32	1,6	1 4	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифование черновое
4	19, 20	1,6	1 4	Центровальная, Центрошлифовальная
5	21, 23, 24, 25, 26, 28	5	1 4	Сверлильная, Расточная
6	22, 27	5	1 4	Сверлильная
7	29,31	3,2	1 1	Протяжная
8	30	1,6	7	Протяжная

Продолжение табл. 2.4

9	11	1,6	1 0	Зубофрезерная
---	----	-----	--------	---------------

2.5 Определение припусков.

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки при обработке. Расчет припусков состоит в определении толщины этого слоя. Припуск должен быть минимальным, чтобы уменьшить количество снимаемого материала и расходы на обработку, и в то же время достаточным, чтобы исключить появление на обработанной поверхности дефектов (повышенной шероховатости, черноты, отбеленного слоя и т.п.) черновых операций.

При данном способе получения заготовки – штамповка, на базовый размер наружной поверхности $\varnothing 25k5$, который является основным, определяем припуск на цилиндрическую поверхность расчетно-экономическим способом, а остальные припуски назначаем по таблицам.

Исходные данные:

1. $D = 25^{(+0,011}_{+0,002})$ мм; $L = 30$; $Ra = 0,4$ мкм.

На данную поверхность назначаем переходы:

- 1) токарная черновая обработка;
- 2) токарная чистовая обработка;
- 3) шлифование черновое;
- 4) шлифование чистовое;
- 5) полирование.

Результаты расчетов занесем в таблицу 2.5, начиная с заготовительной операции.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o, \quad [7]$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_o – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.5.

По формуле

$\Delta = 0,25 \cdot Td$ [8] определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,21 = 0,053, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,052 = 0,013, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,084 = 0,021, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,032 = 0,008, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,013 = 0,003, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,009 = 0,002, \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки ε заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае до термообработки заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, так как

присутствуют большие силы резания и обеспечивается достаточная точность.

Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме О и ТО.

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

Здесь i – параметр, который указывает на выполняющийся в настоящее время переход;

($i-1$) – относится к предыдущему переходу.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{a_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,025, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{a_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0} = 0,253, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{a_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{a_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{a_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,015 + \sqrt{0,003^2 + 0} = 0,018, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(d_0 + Td_1) = 1,025 + 0,5(0,5 + 0,21) = 2,38, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(d_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,384, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(d_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,032) = 0,163, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(d_3 + Td_4) = 0,038 + 0,5(0,032 + 0,013) = 0,061, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(d_4 + Td_5) = 0,018 + 0,5(0,013 + 0,009) = 0,029, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графы 8 и 9 таблицы, округляя их в сторону увеличения до того знака после запятой, с каким задан допуск на размер для данного качества точности.

$$d_{5\min} = 25,002 \text{ мм.}$$

$$d_{5\max} = 25,011 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 25,011 + 2 \cdot 0,029 = 25,069, \text{ мм.}$$

$$d_{4\max}=d_{4\min}+Td_5=25,069+0,009=25,078, \text{ мм.}$$

$$d_{3\min}=d_{4\max}+2Z_{4\min}=25,078+2 \cdot 0,038=25,154, \text{ мм.}$$

$$d_{3\max}=d_{3\min}+Td_4=25,154+0,013=25,167, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min}=d_{3\max}+2Z_{3\min}=25,167+2 \cdot 0,121=25,409, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max}=d_{T0\min}+Td_{T0}=25,409+0,084=25,493, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min}=d_{T0\min} \cdot 0,999=25,409 \cdot 0,999=25,384, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max}=d_{2\min}+Td_2=25,384+0,052=25,904, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min}=d_{2\max}+2Z_{2\min}=25,904+2 \cdot 0,253=26,410, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max}=d_{1\min}+Td_1=26,410+0,210=26,620, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min}=d_{1\max}+2Z_{1\min}=26,620+2 \cdot 1,025=28,670, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max}=d_{0\min}+Td_0=28,670+2,5=31,170, \text{ мм.}$$

Округляем значения $d_{\min}$ и $d_{\max}$ в сторону увеличения и заносим в графы 11 и 12 таблицы.

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле

$$d_{cpi} = 0,5 (d_{i\max} + d_{i\min}).$$

$$d_{cp0} = 0,5 (d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5 (31,17 + 28,67) = 29,92, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5 (d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5 (26,620 + 26,410) = 26,515, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5 (d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5 (25,904 + 25,384) = 25,644, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5 (d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5 (25,167 + 25,154) = 25,161, \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5 (d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5 (25,078 + 25,069) = 25,074, \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = 0,5 (d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5 (25,011 + 25,002) = 25,007, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

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

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

$$2Z_{cp} = 0,5 (2Z_{\min} + 2Z_{\max}).$$

$$2Z_{\min} = 28,67 - 25,011 = 3,659, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 3,659 + 2,5 + 0,009 = 6,168 \text{ , мм.}$$

$$2Z_{\text{cp}} = 0,5 \sqrt{3,659 + 6,168} = 4,914 \text{ , мм.}$$

Значения $2Z_{\min}$, $2Z_{\max}$ и $2Z_{\text{cp}}$ заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.5 - Припуски и операционные размеры на пов. $\varnothing 25k5^{(+0,011}_{+0,002})$ мм.

№ по в.	Наименов . перехода	Точность		Составляющие припуска			Припуск, мм			Предельные размеры, мм		
		I T	Td, мм	a	Δ	ε	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$	Z_{cp}	$d_{\min}$	$d_{\max}$	d_{cp}
0	Штампов ка	1 6	2,5	0, 4	0,6 25	-	-	-	-	28,6 7	31,1 7	29,9 2
1	Точение черновое	1 2	0,2 10	0, 2	0,0 53	0,0 25	1,025	2,380	1,703	26,4 10	26,6 20	26,5 15
2	Точение чистовое	9	0,0 52	0, 1	0,0 13	0	0,253	0,384	0,319	25,3 84	25,9 04	25,6 44
3	Термичес кая обработка	1 0	0,0 84	0, 25	0,0 21	-	-	-	-	25,4 09	25,4 93	25,4 51
4	Шлифова ние черновое	8	0,0 32	0, 03	0,0 08	0	0,121	0,163	0,142	25,1 54	25,1 67	25,1 61
5	Шлифова	6	0,0	0,	0,0	0	0,038	0,061	0,050	25,0	25,0	25,0

	ние чистовое		13	02	03					69	78	74
6	Полирова ние	5	0,0 09	0, 01	0,0 02		0,018	0,029	0,024	25,0 02	25,0 11	25,0 07
Суммарный припуск 2Z							$2Z_{\min}=3,$ 659	$2Z_{\max}=6,$ 168	$2Z_{\text{cp}}=4,$ 914			

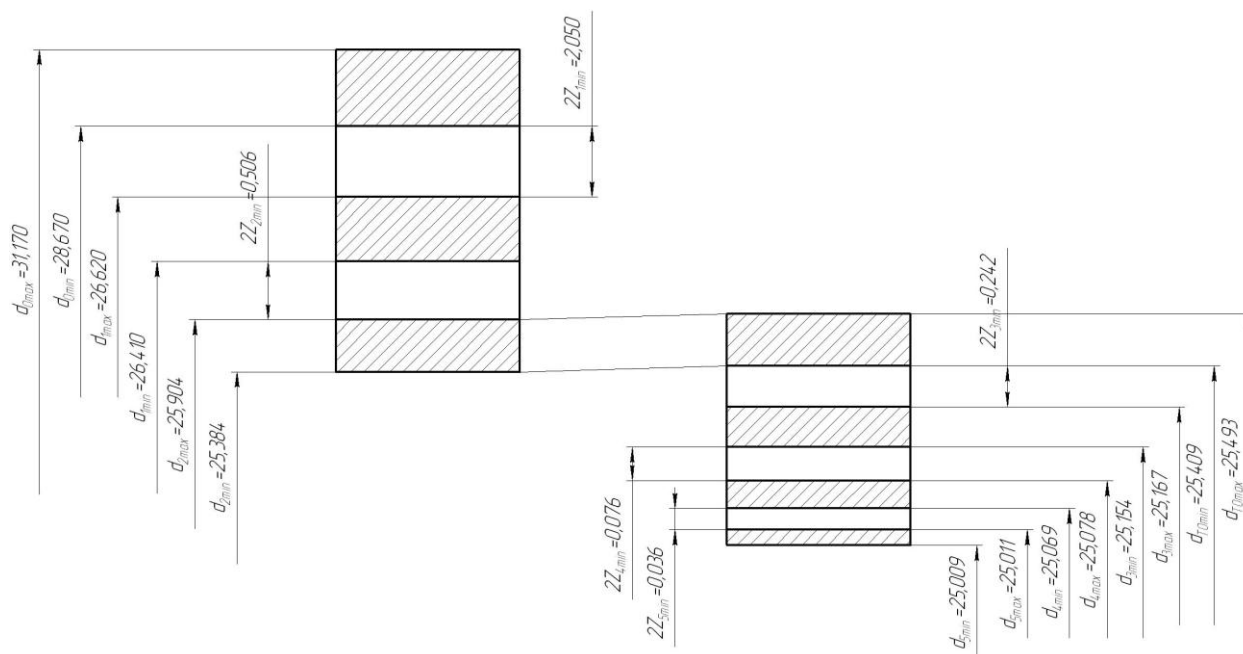


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков
на пов. $\varnothing 25k5^{(+0,011)}_{(+0,002)}$.

2.6 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки необходимо учитывать следующие пункты:

- 1) необходимые припуски под обработку;
- 2) наличие черновых баз (в данном случае на операции 005 «Токарная черновая» в качестве черновых баз берутся наружная цилиндрическая и торцовая поверхности);
- 3) технические требования, предъявляемые к точности штамповки (при проектировании заготовки необходимо учитывать штамповочные уклоны).

2.6.1 Назначение припусков.

Определим основные припуски на размеры, исходя из размеров и шероховатости [10]. Также определим дополнительные припуски, учитывающие отклонения смещения разъема штампа. Рассчитав припуски по методике [10], занесем их в табл. 2.6.

Таблица 2.6 - Припуски под обработку

Номинальный размер, мм	Допуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø48	-0,62	Ø51,5x164
Ø31	-0,62	
Ø25	+0,011 +0,002	
160	-1,0	

2) Назначение допусков.

Определим допуски на номинальные размеры детали по данным [10].
Значения допусков сведем в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Допуски на размеры.

Номинальный размер детали, мм	Допуск на заготовку, мм	Размер заготовки, мм
Ø48	2,8	Ø51,5 ^{+1,8} _{-1,0}
Ø31	2,5	Ø34,5 ^{+1,6} _{-0,9}
160	4,3	164 ^{+2,7} _{-1,6}
Ø25	2,5	Ø29 ^{+1,6} _{-0,9}

3) Назначение штамповочных уклонов и радиусы закругления углов.

Определим штамповочные уклоны и радиусы закругления углов [9].

Штамповочные уклоны на наружные поверхности -3...7°.

Радиусы закруглений углов на глубину полости ручья штампа, мм:

до 50 – 3;

свыше 50 – 5.

Допускаемая величина заусенцев [9] – 4 мм.

Допускаемая величина остаточного облоя [9] – 0,8 мм.

Модель заготовки представлена на рис. 2.2.

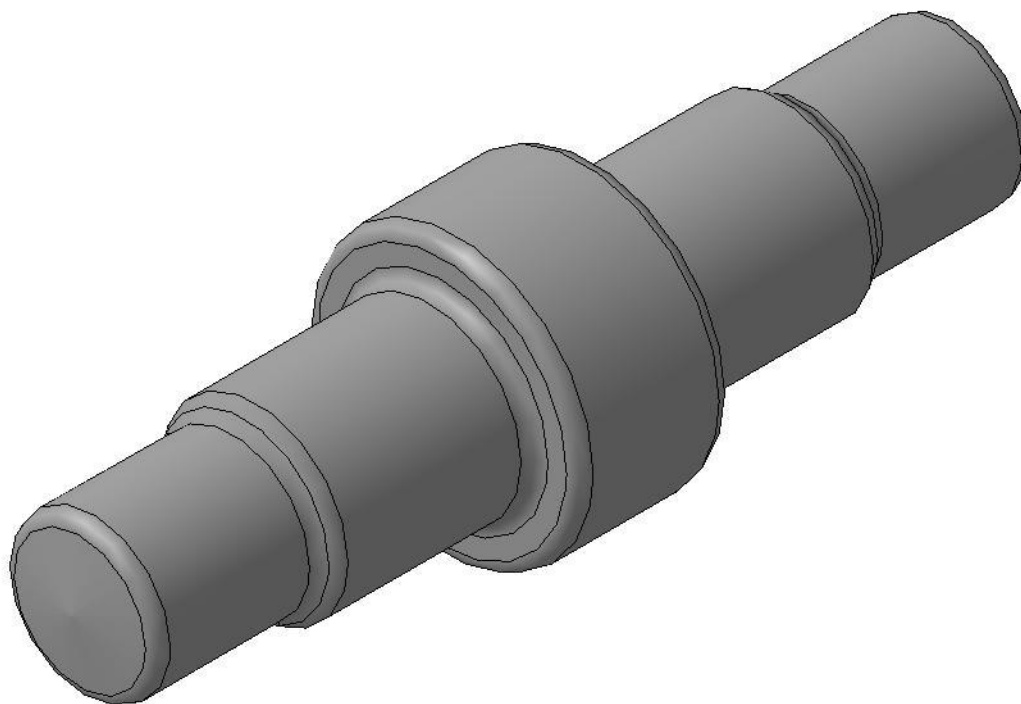


Рис. 2.2. Заготовка

Чертеж штамповки представляем на чертеже заготовки в графической части работы.

2.7 Разработка технологического маршрута.

Используя данные пунктов 4-5, разработаем технологический маршрут обработки детали.

При разработке маршрута будем руководствоваться следующими требованиями:

Технологический маршрут будем разрабатывать в следующей последовательности:

- 1) В графу 1 табл. 2.8 запишем номер операции.
- 2) В графу 2 запишем наименование и содержание операции.
- 3) Точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей занесем соответственно в графы 3 и 4.

Таблица. 2.8 - Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Точность IT	Шероховатость Ra
1	2	3	4
000	Заготовительная (штамповка на ГKM)	15	40
005	Токарная черновая с ЧПУ 1) Точить наружные поверхности 11, 14, 19 2) Сверлить внутреннюю поверхность 21	12	12,5
010	Токарная черновая с ЧПУ Точить наружные поверхности 1, 3, 8, 9, 10	12	12,5
015	Токарная чистовая с ЧПУ 1) Точить окончательно наружные поверхности 11, 12, 13, 14, 19	9	6,3

	2) Расточить окончательно внутренние поверхности 20, 21		
020	Токарная чистовая с ЧПУ Точить окончательно наружные поверхности 13, 6, 7, 8, 9, 10	9	6,3

Продолжение табл. 2.8

1	2	3	4
025	Сверлильная 1) Сверлить, зенкеровать и развертывать 3 отверстия Ø35мм, Ra 0,4, IT 6 2) Сверлить, рассверливать и цековать 3 ступенчатых отверстия Ø15мм, Ø9мм 3) Сверлить, рассверливать и цековать 3 ступенчатых отверстия Ø19мм, Ø11мм	14	6,3

030	Сверлильная с ЧПУ Сверлить и нарезать резьбу 3 отверстия М6 мм.	10	6,3
035	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать поверхности 16, 17, 18 28	14 8	6,3 3,2
037	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать 3 паза поверхности 4, 5	14	6,3
040	Термическая Цементировать поверхности		
045	Шлифовальная черновая Шлифовать поверхности 9, 10, 11	8	1,25

Продолжение табл. 2.8

1	2	3	4
050	Шлифовальная черновая Шлифовать поверхности 1, 3, 8	8	1,25
055	Шлифовальная чистовая Шлифовать	6 14	0,8 0,8

	поверхности 9 10 11	7	0,8
060	Шлифовальная чистовая Шлифовать поверхности 1 3 8	9 6 14	0,8 0,8 0,8
065	Моечная Мыть и сушить все поверхности		
070	Контрольная Контролировать окончательно 50% размеров, согласно чертежа		

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

2.8.1 Выбор оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Выбор технологического оборудования.

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Центровально-подрезная	Центровально-подрезной станок 2А911-1
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
015 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
025 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
030 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5К32А
033 Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1
035 Протяжная	Вертикально-протяжной станок 7Б66
045 Зубошлифовальная	Зубошлифовальный станок 5М841
050 Шлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок 3Т161
055 Шлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок 3Т161
060 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М193
065 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М193
070 Полировальная	Шлифовально-полировальный станок 3В853
075 Полировальная	Шлифовально-полировальный

	станок 3В853
--	--------------

2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в табл. 2.10.

Таблица 2.10 - Выбор приспособлений.

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Центровально-подрезная	Призмы опорные ГОСТ 12194-66
010 Токарная черновая с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
015 Токарная черновая с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
025 Токарная чистовая с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
030 Зубофрезерная	Универсальная делительная головка ГОСТ 8615-89; Центр упорный ГОСТ 13214-79
033 Сверлильная	Призмы опорные ГОСТ 12194-66
035 Протяжная	Патрон зажимной
045 Зубошлифовальная	Универсальная делительная головка ГОСТ 8615-89; Центр упорный ГОСТ 13214-79
050 Шлифовальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571- 71; Центр упорный ГОСТ 13214-79

055 Шлифовальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71; Центр упорный ГОСТ 13214-79
060 Шлифовальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71; Центр упорный ГОСТ 13214-79

Продолжение табл. 2.10

065 Шлифовальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71; Центр упорный ГОСТ 13214-79
070 Полировальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71; Центр упорный ГОСТ 13214-79
075 Полировальная	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71; Центр упорный ГОСТ 13214-79

2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в табл. 2.11.

Таблица 2.11 - Выбор режущего инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Центровально-подрезная	1) Сверло центровочное $\varnothing 5$ P6M5 ГОСТ 14952-75; 2) Четырехгранная пластина BK8 19051-73.
010 Токарная черновая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной

	отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73; 2) Резец сборный проходной отогнутый левый T15K6 ГОСТ 18868-73.
015 Токарная черновая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73; 2) Резец сборный проходной отогнутый левый T15K6 ГОСТ 18868-73.

Продолжение табл. 2.11

020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73; 2) Резец сборный проходной отогнутый левый T15K6 ГОСТ 18868-73; 3) Резец расточной T15K6 ГОСТ 18062-72; 4) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77.
025 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73; 2) Резец сборный проходной отогнутый левый T15K6 ГОСТ 18868-73; 3) Резец расточной T15K6 ГОСТ 18062-72;

	4) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77.
030 Зубофрезерная	Фреза червячная ГОСТ 9324-80.
033 Сверлильная	Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 ГОСТ 4010-77.
035 Протяжная	1) Протяжка круглая; 2) Протяжка шлицевая.
045 Зубошлифовальная	Червячный шлиф круг 1 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Продолжение табл. 2.11

050 Шлифовальная	Шлиф круг 1 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
055 Шлифовальная	Шлиф круг 1 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
060 Шлифовальная	Шлиф круг 1 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
065 Шлифовальная	Шлиф круг 1 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
070 Полировальная	Полировальный лепестковый круг 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
075 Полировальная	Полировальный лепестковый круг 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл.

	ГОСТ Р 52781-2007.
--	--------------------

2.8.4 Выбор средств контроля.

При выборе средств контроля следует руководствоваться следующими правилами:

- 1) Точность измерительных инструментов и приспособлений должна быть существенно выше точности измеряемого размера.
- 2) В среднесерийном производстве следует применять инструменты общего назначения: штангенциркули, микрометры и т.д.
- 3) Следует отдавать предпочтение стандартным и нормализованным средствам контроля, сведя данный выбор в табл. 2.12.

Таблица 2.12 - Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Центровально-подрезная	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80; Калибр-пробка для контроля отверстий Ø3,15мм ГОСТ 3882-77.
010 Токарная черновая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80.
015 Токарная черновая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80; Калибр-пробка ГОСТ 3882-77; Микрометр ГОСТ 6507-90.
025 Токарная чистовая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80; Микрометр ГОСТ 6507-90.
030 Зубофрезерная	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80; Индикатор ГОСТ 5584-75.
033 Сверлильная	Калибр-пробка ГОСТ 3882-77.
035 Протяжная	Приборы комплексного контроля
045 Зубошлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; Шаблон специальный.
050 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80

Продолжение табл. 2.12	
055 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
060 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
065 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
070 Полировальная	Профилограф-профилометр
075 Полировальная	Профилограф-профилометр

2.9 Расчёт режимов обработки.

2.9.1 Выберем режимы резания на операцию 005 Центровально-подрезная.

Переход 1. Подрезать два торца.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

L_d – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\Pi} = L_{\text{ПОДВ}} + L_{\text{ВРЕЗ}} + L_{\text{ПЕР}}.$$

$$L_{\text{ВРЕЗ}} = 3 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{ПОДВ}} = L_{\text{ПЕР}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\Pi} = 3 + 1 + 1 = 5 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0.$$

$$L = \frac{29}{2} + 5 + 0 = 19,5 \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.X}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин.}$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120 \text{ мин.}$$

Назначим подачу S_0 .

Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 :

$$S_0 = S_{0.ТАБЛ} \cdot K \cdot K_1,$$

где $S_{0.ТАБЛ}$ – подача по таблице., мм/об;

K – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_1 – коэффициент, зависящий от соотношения фактической и табличной величин глубины резания [10].

Глубина резания $t=2,5$ мм.

$$S_{0.ТАБЛ}=0,35 \text{ мм/об.}$$

Для сталей пониженной обрабатываемости вводится коэффициент $K=0,6$.

$$\frac{t_{ФАКТ}}{t_{ТАБЛ}} = \frac{3}{2,5} = 1,2. \text{ Принимаем } K_1=1.$$

$$S_0 = 0,35 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,21, \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v и частоту вращения шпинделя n .

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

где $v_{ТАБЛ}$ – скорость по таблице, м/мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от марки и твердости обрабатываемого материала, группы твердого сплава и стойкости инструмента T_p .

$$v_{ТАБЛ} = 205 \text{ м/мин.}$$

Для стали 19ХГН $K_1 = 0,8$.

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,8.$$

$$v = 205 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,8 = 131,2 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 131,2}{3,14 \cdot 29} = 1441, \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним значение n по паспорту станка.

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

Рассчитаем фактическое значение скорости резания.

$$v_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29 \cdot 1250}{1000} = 114, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,21 \cdot 1250 = 262,5 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время обработки T_0 .

$$T_0 = \frac{L}{S_0 \cdot n}.$$

$$T_0 = \frac{19,5}{0,21 \cdot 1250} = 0,07, \text{ мин.}$$

Переход 2. Центровать два торца.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

L_d – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\Pi} = 2 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 2 + 0 = 12 \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.X}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

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

где $v_{\text{ТАБЛ}}$ – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [10];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБЛ}} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 10,6} = 321,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

На операции «Центровальная» в качестве инструмента выберем сверла центровочные с покрытием TiN. При этом скорость резания можно увеличить до значения $v=20 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 10,6} = 600,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,6 \cdot 500}{1000} = 16,6 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{12}{100} = 0,12 \text{ мин.}$$

2.9.2 Режимы резания на операцию 010 Токарная черновая с ЧПУ.

Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 48, 5_{-0,25}, 92,5 \pm 0,435, \varnothing 26,5_{-0,52}, 125 \pm 0,5, \varnothing 31,5_{-0,62}, \varnothing 25,65_{-0,52}, 160,5 \pm 0,5$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0 = 0,9$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0 = 135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,35$ – для стали [10];

$K_2 = 0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3 = 0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4 = 1,0$ – для резца с $\varphi = 45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48,5} = 683 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48,5 \cdot 630}{1000} = 96 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 630 = 567 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{110}{567} = 0,19 \text{ мин.}$$

2.9.3 Режимы резания на операцию 015 Токарная черновая с ЧПУ.

Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26,5_{-0,52}$, $125 \pm 0,5$, $\varnothing 31,5_{-0,62}$, $\varnothing 25,65_{-0,52}$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0 = 0,9$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0 = 135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,35$ – для стали [10];

$K_2 = 0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3 = 0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4 = 1,0$ – для резца с $\varphi = 45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 31,5} = 1051 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,5 \cdot 1000}{1000} = 99 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1000 = 900 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{85}{900} = 0,10 \text{ мин.}$$

2.9.4 Режимы резания на операцию 020 Токарная чистовая с ЧПУ.

Переход 1. Точить поверхности, выдерживая размеры $\phi 48_{-0,062}^{+0,035}$, $92 \pm 0,435$, $\phi 26_{-0,052}^{+0,025}$, $125 \pm 0,5$, $\phi 31_{-0,062}^{+0,035}$, $\phi 25_{-0,052}^{+0,025}$, $160 \pm 0,5$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0 = 135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,35$ – для стали [10];

$K_2 = 0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3 = 0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4 = 1,0$ – для резца с $\phi = 45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48} = 690 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 630}{1000} = 95 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{105}{126} = 0,83 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность, выдерживая размер R4.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0=0,2$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0=135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,35$ – для стали [10];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4=1,0$ – для резца с $\phi=45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 31} = 1068 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 1000}{1000} = 97 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{200} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить отверстие $\varnothing 19^{+0,52}$ на длину $L=71,5 \pm 0,2$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

L_d – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\Pi} = 8 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 65 + 8 + 0 = 73 \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.x}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

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

где $v_{ТАБЛ}$ – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [10];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБЛ} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 19} = 179,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 160 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,55 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{73}{32} = 2,28 \text{ мин.}$$

Переход 4. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,52}$ и R2, выполнить фаску $1,5 \times 30^\circ$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

По [10] определим скорость $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,35$ – для стали [10];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 19} = 1741 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 1600}{1000} = 95,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1600 = 1440 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{10}{1440} = 0,01 \text{ мин.}$$

2.9.5 Режимы резания на операцию 025 Токарная чистовая с ЧПУ.

Переход 1. Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26_{-0,52}^{+0,37}$, $\varnothing 31_{-0,62}^{+0,37}$, $98,6 \pm 0,435$, $\varnothing 25,5_{-0,052}^{+0,052}$, выполнить R4, выполнить фаску $1 \times 45^\circ$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0=0,2$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0=135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,35$ – для стали [10];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48} = 690 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 630}{1000} = 95 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{85}{126} = 0,67 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность, выдерживая размер R4.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0=0,9$ мм/об.

По [10] определим скорость $V_0=135$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,35$ – для стали [10];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 31} = 1068 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 1000}{1000} = 97 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1000 = 900 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{4}{1000} = 0,004 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить отверстие $\varnothing 19^{+0,52}$ на длину $L=5 \pm 0,2$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

$L_{\text{д}}$ – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\text{п}} = 8 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{д}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 65 + 8 + 0 = 73 \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.x}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

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

где $v_{\text{ТАБ}}$ – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [10];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБ}} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 19} = 179,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 160 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,55 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{73}{32} = 2,28 \text{ мин.}$$

Переход 4. Сверлить отверстие $\varnothing 8,5^{+0,036}$ на длину $L=25^{+0,2}$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

L_d – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\Pi} = 2 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 25 + 2 + 0 = 27 \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.x}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

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

где $v_{ТАБ}$ – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [10];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБ} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 8,5} = 400,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 400}{1000} = 10,68 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{27}{80} = 0,34 \text{ мин.}$$

Переход 5. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,52}$ и R2, выполнить фаску $1,5 \times 30^\circ$.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [10].

По [10] определим подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

По [10] определим скорость $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,35$ – для стали [10];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [10];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава [10];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [10].

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 19} = 1741 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 1600}{1000} = 95,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1600 = 1440 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{10}{1440} = 0,007 \text{ мин.}$$

2.9.6 Рассчитаем режимы резания на операцию 030 Зубофрезерная.

Фрезеровать прямые зубья $m = 2$ мм, $z = 22$.

Расчет длины рабочего хода

$$L_{p.x.} = L_p + L_{II} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – длина врезания и перебега;

L_d – дополнительная длина хода.

$$L_p = b \cdot q,$$

где b – ширина венца;

q – количество одновременно обрабатываемых деталей.

$$L_p = 25 \cdot 1 = 25, \text{ мм.}$$

$$L_{\Pi} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0.$$

$$L_{p.X.} = 25 + 5 + 0 = 30, \text{ мм.}$$

Назначим осевую подачу [10].

$$S_0 = S_{0.табл} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $S_{0.табл} = 1,9$ мм/об – подача по таблице [10];

$K_1 = 0,9$ – коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, определяемый углом наклона зуба.

$$S_0 = 1,9 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,71, \text{ мм/об.}$$

Назначим скорость резания и определим частоту вращения фрезы.

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

где $v_{табл} = 67$ м/мин – скорость резания по таблице [10];

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, определяемый количеством проходов;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, определяемый материалом режущей части фрезы.

$$v = 67 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 60,3, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60,3}{3,14 \cdot 80} = 240, \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимаем $n=200$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$v_{факт} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 200}{1000} = 50,24, \text{ м/мин.}$$

Определим величину осевой передвижки фрезы В и количество осевых передвижек фрезы W.

По таблице [10] В = 12.

$$W = \frac{l_p - (l_i + l_e)}{B},$$

где $l_p = 100$ мм – длина рабочей части фрезы;

l_n, l_k – величины начальной и конечной установки фрезы.

$$l_n = -\frac{3\pi \cdot m \cdot K}{\cos \beta} + \frac{\pi \cdot m}{4};$$

$$l_k = -\frac{1,1 \cdot \pi \cdot m \cdot K}{\cos \beta} + \frac{\pi \cdot m}{4},$$

где $K = 0,5$ - коэффициент, определяемый числом зубьев колеса.

$$l_n = -\frac{3 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{\cos 0} + \frac{3,14 \cdot 2}{4} = -7,85, \text{ мм.}$$

$$l_k = -\frac{1,1 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{\cos 0} + \frac{3,14 \cdot 2}{4} = -1,884, \text{ мм.}$$

$$W = \frac{100 - (-7,85 - 1,884)}{12} = 7,522.$$

Принимаем $W = 8$.

Определим основное время T_0

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot z}{n \cdot S_0 \cdot z_1 \cdot q}, \quad [10]$$

где $z_1 = 3$ – количество заходов фрезы.

$$T_0 = \frac{30 \cdot 22}{200 \cdot 1,71 \cdot 3 \cdot 1} = 0,64, \text{ мин.}$$

2.9.7 Режимы резания на операцию 033 Сверлильная.

Сверлить 2 отверстия $\varnothing 5,0^{+0,3}$ на длину $L=50 \pm 0,31$ и $L=60 \pm 0,37$.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [10]$$

где L_p – длина резания;

L_{II} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

L_d – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{II} = 2 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 3,5 + 2 + 0 = 5,5 \text{ мм,}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.x}$.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 50 \text{ мин.}$$

$$T_p = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,11 \text{ мм/об [10].}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

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

где v_{TAB} – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [10];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{TAB} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,7.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 1,0.$$

$$v = 15 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 10,5 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,5}{3,14 \cdot 5} = 669 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 630 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 630}{1000} = 9,89 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,11 \cdot 630 = 69,3 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{2 \cdot 5,5}{69,3} = 0,16 \text{ мин.}$$

2.9.8 Режимы резания на операцию 035 Протяжная.

Переход 1. Протянем внутреннее отверстие в размер $\varnothing 11^{+0,018}$ насквозь на длину $L = 25 \text{ мм}$.

Назначаем режимы резания при заданной геометрии протяжки. Подача обеспечивается самой протяжкой (подъёмом на зуб).

Устанавливаем группу обрабатываемости протягиваемого материала. По карте 1 [10] сталь 19ХГН относится к 3-й группе обрабатываемости.

Устанавливаем группу качества протягиваемой поверхности. По карте 2.

Цилиндрическое отверстие с точностью Н7 с параметром шероховатости поверхности $R_a 1,6 \text{ мкм}$ относится ко 2-й группе качества поверхности. [10]

Выбираем вид смазочно–охлаждающей жидкости, по [10] для протягивания стали 3-й группы обрабатываемости и 2-й группы качества поверхности принимаем сульфифрезол (условное обозначение в карте «В»).

Осевая сила резания

$$P = q_0 \cdot \Sigma l_p \cdot k_p ,$$

где q_0 - осевая сила резания (кгс), приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки;

Σl_p – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм;

k_p – общий поправочный коэффициент на осевую силу резания, учитывающий изменённые условия работы.

Определяем q_0 [10] для $S = 0,04$ мм на зуб и переднего угла $\gamma = 20^\circ$,

$$q_0 = 7,2 \text{ кгс/мм} = 72 \text{ Н/мм}.$$

Учитываем поправочные коэффициенты на осевую силу резания [10]:

$k_{pm} = 1$, так как сталь 3-й группы обрабатываемости;

$k_{po} = 1$, так как смазочно-охлаждающая жидкость – сульфорефрезол;

$k_{pp} = 1$, так как стружка разделяется на зубьях выкружками;

$k_{pk} = 1$, так как поверхность имеет 2-ю группу качества протягиваемой поверхности, а сам инструмент перетачивается по передней поверхности.

Определяем Σl_p для цилиндрических отверстий.

$$\Sigma l_p = \pi \cdot D \cdot Z_p / Z_c,$$

где D – наибольший диаметр зубьев протяжки

Z_p – числа зубьев, одновременно участвующих в работе;

Z_c – число зубьев секции;

$$Z_p = l/t + 1,$$

где l – длина протягиваемой поверхности

t – шаг черновых зубьев.

$$Z_p = 25/8 = 3,25. \text{ Принимаем } Z_p = 4.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\Sigma l_p = 3,14 \cdot 14 \cdot 4/2 = 87,92 \text{ мм}.$$

Осевая сила резания

$$P = 7,2 \cdot 87,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 633 \text{ кгс}.$$

$$\text{В единицах системы СИ} \quad P = 9,81 \cdot 633 = 6210 \text{ Н}.$$

Проверяем достаточная ли тяговая сила станка. Протягивание возможно при $P \leq Q$, где Q – тяговая сила станка. У станка 7Б66 $Q = 50\,000\text{Н}$. Следовательно, протягивание возможно ($6210 < 50\,000$).

Назначаем скорость резания [10]:

Для круглых протяжек, 3-й группы обрабатываемости; 2-й группы качества протягиваемой поверхности и среднесерийного производства принята скорость резания $V = 8\text{ м/мин}$. Поправочный коэффициент на скорость резания $k = 1$, так как рекомендуется протяжка из быстрорежущей стали Р6М5.

Корректировка найденной скорости резания по паспортным данным станка не требуется, т.к. станок имеет бесступенчатое регулирование скорости в пределах $1.5 - 11.5\text{ м/мин}$.

Определяем скорость резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка:

$$V_{\text{доп}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_{\text{д}} \cdot \eta}{P},$$

где $N_{\text{д}}$ – мощность двигателя;

η – КПД станка;

P – осевая сила резания.

По паспортным данным станка мощность его электродвигателя $N_{\text{д}} = 11\text{ кВт}$,

$$\text{КПД} = 0,85;$$

$$V_{\text{доп}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{633} = 90\text{ м / мин}.$$

Таким образом, выполняется условие $V > V_{\text{доп}}$ ($8 < 90$).

Следовательно, принимаем скорость резания $V = 8\text{ м/мин}$ ($\approx 0,13\text{ м/с}$).

$$T_0 = L \cdot V = 0,025 \cdot 8 = 0,2\text{ мин}.$$

Переход 2. Протянем внутренние шлицы d-6x11H7x14H11x3F10 насквозь на длину $L = 25$ мм.

Назначим скорость резания $V = 8$ м/мин ($\approx 0,13$ м/с).

$P = \cdot 633$ кгс = 6210 Н.

$T_0 = L V = 0,025 \cdot 8 = 0,2$ мин.

2.9.9 Выберем режимы обработки на операцию 045
Зубошлифовальная.

Шлифовать зубья $m=2$, $z=22$, класс точности 7-B плоским профильным кругом.

Тип шлифовального круга 3. 4, марка шлифовального материала 24А, размер зерна 12-25, твердость СМ1-СМ3, структура 7, 8.

Рассчитаем длину рабочего хода

$$L_{px} = b + (20...40) \cos \beta + \pi \cdot m \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad [10]$$

где $b =$ - ширина зубчатого венца.

$$L_{px} = 25 + 30 \cdot 1 + 0 = 55, \text{ мм.}$$

Определим припуск на толщину зуба

$$2p = 0,20 \text{ мм} [10].$$

Выберем радиальную подачу: $S_p = 0,02$ мм/дв.х.

Выберем продольную подачу: $S_{пр} = 9$ мм/мин.

Количество проходов – 3.

Выберем скорость шлифования $v=30$ м/с.

Определим частоту вращения круга

$$n = \frac{1000 v}{\pi \cdot d_{кр}} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 60}{3,14 \cdot 350} = 1638, \text{ мин}^{-1}.$$

2.9.10 Выберем режимы резания для операции 050 Шлифовальная.

Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 25,1_{-0,033}$, $129,3 \pm 0,5$.

Станок – торцевкруглошлифовальный 3Т161.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали $n_{\text{дет}} = 55 - 620 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с $D_k = 600$ и $V_k = 63$. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с}.$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 600х16х305 25А F25 k6 V, на керамической связке.

Для обработки по диаметру $\varnothing 25,1$ мм назначаем скорость детали $v = 35$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_o = \frac{1000 \cdot v_o}{\pi \cdot D_o} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 25,1} = 444, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Определим величину поперечной подачи S_p .

$$S_p = S_{p.\text{ТАБЛ}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $S_{p.\text{ТАБЛ}}$ — поперечная подача по таблице;

K_1 — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга;

K_2 — коэффициент, зависящий от точности обработки, шероховатости поверхности и припуска на сторону;

K_3 — коэффициент, зависящий от диаметра шлифовального круга;

K_4 — коэффициент, учитывающий особенности торцекруглошлифовальной операции.

$$S_{p.\text{ТАБЛ}} = 1,75 \text{ мм/мин.} \quad [10]$$

$$K_1 = 0,8.$$

$K_2 = 0,7$ при припуске 0,1 на сторону.

$K_3 = 0,9$.

Для $\frac{D_{\max 1}}{D_1} = 1,36$ $K_4 = 1,2$.

$S_p = 1,75 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 1,06$ мм/мин.

По паспорту станка примем $S_p = 1$ мм/мин.

Назначим ускоренную подачу.

$S_{\acute{o}\acute{N}\acute{E}} = 3 \cdot S_p = 3 \cdot 1 = 3$ мм/мин.

Рассчитаем путь шлифования.

$L_p = p + \Delta L$,

где $p = 0,15$ – максимальный припуск на сторону;

$\Delta L = 0,05$ – гарантированный зазор.

$L_p = 0,15 + 0,05 = 0,2$ мм.

Время выхаживания $T_{\text{ВЫХ}} = 0,05$ мин.

Рассчитаем основное время на операцию T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{\text{п.и}}}{S_{\text{п.и}}} + T_{\text{ВЫХ}}.$$

$$T_0 = \frac{2}{3} + \frac{0,2}{1} + 0,05 = 0,92 \text{ мин.}$$

2.9.11 Выберем режимы резания для операции 055 Шлифовальная чистовая.

Все расчеты приведены в п. 8.1.10.

$v = 35$ м/мин;

$n_d = 444$, мин⁻¹.

$S_p = 1,06$ мм/мин.

$T_0 = 0,92$ мин.

2.9.12 Выберем режимы резания для операции 060 Шлифовальная.

Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,033}^{+0,033}$.

Станок –круглошлифовальный 3М193.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали $n_{дет} = 55 - 620 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с $D_k = 600$ и $V_k = 63$. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м / с }.$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 600х16х305 25А F25 k6 V, на керамической связке.

Для обработки по диаметру $\varnothing 25,1$ мм назначаем скорость детали $v = 35$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 25,05} = 444, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Определим величину поперечной подачи S_p .

$$S_p = S_{p,ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $S_{p,ТАБЛ}$ – поперечная подача по таблице;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга;

K_2 – коэффициент, зависящий от точности обработки, шероховатости поверхности и припуска на сторону;

K_3 - коэффициент, зависящий от диаметра шлифовального круга;

K_4 - коэффициент, учитывающий особенности круглошлифовальной операции.

$$S_{p, \text{ТАБЛ}} = 1,75 \text{ мм/мин.} \quad [10]$$

$$K_1 = 0,8.$$

$$K_2 = 0,7 \text{ при припуске } 0,1 \text{ на сторону.}$$

$$K_3 = 0,9.$$

$$\text{Для } \frac{D_{\max 1}}{D_1} = 1,36 \quad K_4 = 1,2.$$

$$S_p = 1,75 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 1,06 \text{ мм/мин.}$$

По паспорту станка примем $S_p = 1 \text{ мм/мин.}$

Назначим ускоренную подачу.

$$S_{\text{УСК}} = 3 \cdot S_p = 3 \cdot 1 = 3 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем путь шлифования.

$$L_p = p + \Delta L,$$

где $p = 0,15$ – максимальный припуск на сторону;

$\Delta L = 0,05$ – гарантированный зазор.

$$L_p = 0,15 + 0,05 = 0,2 \text{ мм.}$$

Время выхаживания $T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \text{ мин.}$

Рассчитаем основное время на операцию T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{p,i}}{S_{p,i}} + T_{\text{ВЫХ}}.$$

$$T_0 = \frac{2}{3} + \frac{0,2}{1} + 0,05 = 0,92 \text{ мин.}$$

2.9.13 Выберем режимы резания для операции 065 Шлифовальная чистовая.

Все расчеты приведены в п. 8.1.12.

$$v = 35 \text{ м/мин;}$$

$$n_o = 444, \text{ мин}^{-1}.$$

$$S_p = 1,06 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = 0,92 \text{ мин.}$$

2.9.14 Выберем режимы резания для операции 070 Полировальная.

Полировать поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 25k5^{+0,011}_{+0,002}$.

Станок – шлифовально-полировальный 3В853.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали $n_{дет} = 55 - 620 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор полировального круга.

Для полирования выбираем круг с $D_k = 600$ и $V_k = 63$. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с}.$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем лепестковый круг зернистостью 8, углом наклона лепестков 0.

Для обработки по диаметру $\varnothing 25,1$ мм назначаем скорость детали $v = 25$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_o = \frac{1000 \cdot v_o}{\pi \cdot D_o} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 25} = 318, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Назначим продольную подачу по [10] $S_{пр} = 4$ м/мин.

Назначим ускоренную подачу.

$$S_{уск} = 3 \cdot S_{пр} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ мм/мин}.$$

Радиальная деформация лепесткового круга

$$\delta = 1,5 \text{ мм.} \quad [10]$$

Основное время определяется по формуле

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

где F – площадь обрабатываемой поверхности;

T – высота лепесткового круга;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент, зависящий от величин исходной и требуемой шероховатости поверхности;

$K_2 = 0,36$ - коэффициент, зависящий от диаметра лепесткового круга;

$K_3 = 0,82$ - коэффициент, зависящий от деформации лепесткового круга.

$$F = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 25 \cdot 60 = 4710 \text{ , мм}^2.$$

$$T_0 = 10^{-2} \frac{4710}{63} 1 \cdot 0,36 \cdot 0,82 = 0,22 \text{ , мин.}$$

2.9.15 Выберем режимы резания для операции 075 Полировальная.

$$v_K = 35 \text{ м/мин; [10]}$$

$$n_K = 1112 \text{ , мин}^{-1};$$

$$v_D = 25 \text{ м/мин;}$$

$$n_d = 318 \text{ , мин}^{-1};$$

$$S_{ip} = 4 \text{ мм/мин;}$$

$$T_0 = 0,22 \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Анализ конструкции базового приспособления и сущность усовершенствования.

На токарной чистовой операции 025 для базирования и закрепления заготовки применяются самоцентрирующий трёхкулачковый патрон. Зажим изделия осуществляется наружным захватом трёх кулачков по цилиндрической поверхности $\varnothing 25,5$. Недостатком данного приспособления является его громоздкость и дороговизна.

Для устранения данного недостатка предлагаем применить патрон меньшего размера с клиновым зажимом.

3.2 Расчёт усилий резания.

Расчёт сил резания выполняем по методике, изложенной в [11].

При точении заготовки составляющие P_z и P_y рассчитывают по формуле:

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n - постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки.

При обработки стали резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава, равны: для P_z -300; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$;

Для P_y - $C_p=243$; $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$ [12]

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{\pi p}, \quad (3.2)$$

где K_{mp} - коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовую зависимость.

$$\text{Для стали } K_{\text{мр}} = \left(\frac{\delta_6}{750} \right)^{0,75},$$

(3.3)

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898,$$

где $K_{\text{ур}}$; $K_{\text{жр}}$; $K_{\text{пр}}$ – коэффициенты учитывающие влияние геометрии режущей части инструмента на силы резания

При

$$\varphi = 60^0; K_{\text{ур}_z} = 0,94; K_{\text{ур}_y} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{\text{пр}_z} = 1,05; K_{\text{пр}_y} = 1,5; \lambda = +0,5^0; K_{\text{нр}_z} = 1,03; K_{\text{нр}_y} = 1,15$$

$$K_{p_z} = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{ур}_z} \cdot K_{\text{пр}_z} \cdot K_{\text{нр}_z} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9129$$

$$K_{p_y} = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{ур}_y} \cdot K_{\text{пр}_y} \cdot K_{\text{нр}_y} = 0,898 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,279$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 0,9129 = 103,42 \text{ Ѕ}$$

$$P_o = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 95^{-0,3} \cdot 1,279 = 86,68 \text{ Ѕ}$$

3.3 Расчёт усилия зажима.

Выведем формулы для расчёта усилия зажима W . Суммарный крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится повернуть изделие на кулачках и равен для данной схемы установки.

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{103,42 \cdot 25,5}{2} = 1319 \text{ Н}$$

(3.4)

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, который определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2},$$

(3.5)

где W – суммарное усилие зажима приходящее на три кулачка, Н

f – коэффициент трения на рабочие поверхности сменного кулачка,

Из равенства моментов M_p и M_3 .определим необходимое усилие зажима, препятствующее повороту изделие в кулачках:

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2},$$

(3.6)

Значение коэффициента запаса K в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

(3.7)

$$K_{p_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8 \quad K_{py} = 2,52.$$

$f=0,3$ отсюда

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 103,42 \cdot 48}{0,3 \cdot 25,5} = 1168 \text{ Н}.$$

Сила P_y стремится вывернуть изделие из кулачков относительно OO_1 создавая момент от силы зажима

$$M_p^{11} = P_y \ell.$$

(3.8)

Этому моменту препятствует момент от силы, зажима

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

(3.9)

Необходимая сила зажима равна

Величина усилия W_1 , прикладываемая к кулачкам несколько увеличивается по сравнению с усилием W и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{1168}{1 - \left(\frac{3 \cdot 29,7}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1815, \text{ Н}.$$

(3.10)

3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона.

При расчёте зажимного механизма клинового патрона по определённому усилию W_1 определяется усилие Q , создаваемое силовым

приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передаётся каждому кулачку.

$Q = \frac{W_1}{i_c}$, где i - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

Данное соотношение для клинового механизма находим по формуле:

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

(3.11)

где α - угол наклона клина (рекомендуемый $\alpha=15...30^\circ$; [12]).

Принимаем $\alpha=20^\circ$; φ и φ^1 – углы трения на поверхностях кулачка и штока и изделия. Углы φ и φ^1 определим по формуле:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \cdot f_1 = \operatorname{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 43', \text{ отсюда:}$$

$$\text{принимаем } \varphi = \varphi^1 = 6^\circ$$

Следовательно, передаточное отношение:

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg} 6^\circ} = 1,9,$$

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{1815}{1,9} = 955 \text{ Н}.$$

3.5 Расчёт силового привода.

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод устанавливаемый на задний конец шпинделя. В его конструкции можно выделить силовую часть, вращающуюся совместно со шпинделем и муфту для подвода рабочей среды (см. рис. 3.1). В качестве приводов наибольшее применение получили пневматический и гидравлический вращающиеся цилиндры.

В сравнительном расчёте попытаемся применить пневматический привод, так как в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха. Диаметр поршня пневмоцилиндра определим по формуле:

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} ;$$

(3.15)

где P – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчётах равным 0,4 МПа.

В конструкцию токарного станка можно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм. Если при расчёте по формуле (3.15) диаметр поршня получится более 120 мм, то следует применять гидравлический привод, где за счёт регулирования давления масла.

Можно получить большие исходные усилия. При заданном усилии Q подбираем давление масла ($P_r=1.0; 2,5; 5,0; 7,5$ МПа)

Чтобы диаметр поршня не превышал 120 мм, отсюда

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{955}{0,4}} = 78,8, \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня $D=80$ мм.

Ход поршня рассчитываем по формуле:

$$S_a = \frac{S_w}{i_n} ; \quad (3.16)$$

где S_w – свободный ход кулачков $S_w = 0,4$ мм с точностью базирования 0,01 мм на диаметр, отсюда:

$i_n = \frac{1}{i_c}$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению;

$$i_n = \frac{1}{1,9} = 0,52, \text{ следовательно}$$

$$S_a = \frac{0,4}{0,52} = 7,6 \text{ мм.}$$

Значение S_a следует принимать с запасом 10...15 мм, а значит $S_a=20$ мм

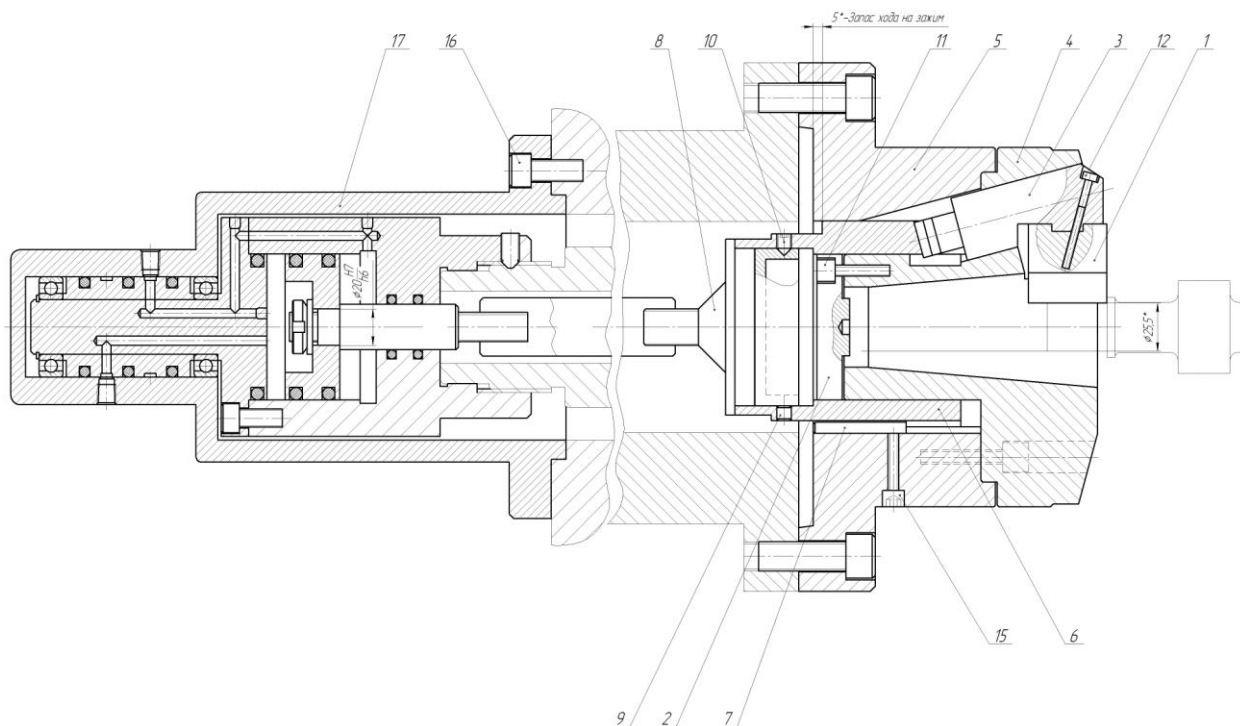


Рис. 3.1. Схема установки заготовки

3.7 Описание конструкции патрона.

Клиновой патрон предназначен для базирования и закрепления корпуса при черновом точении ряда поверхностей на токарном станке.

Клиновой патрон состоит из кулачков 1 в количестве 3 штук, штока 2, рычагов 3, скользящих по конической поверхности головки 4, корпуса 5, втулки 6, тяги 8, при помощи которой пневмоцилиндр 17 осуществляет автоматический зажим заготовки.

Клиновой патрон работает следующим образом. В левую полость пневмоцилиндра 17 подается под давлением воздух, который толкает поршень со штоком вправо. Через тягу 8 и втулку 6 движение передается рычагу 3, который, скользя по наклонной поверхности головки 4 вверх, тянет за собой кулачки вверх и деталь разжимается.

При подачи воздуха в правую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга патрона двигаются влево, втулка тянет за собой рычаг 3 вниз по наклонной поверхности и кулачки зажимают заготовку.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции Протяжная производят обработку посадочного отверстия вала привода круглой протяжкой. Необходимо спроектировать протяжку на операцию. Начальный диаметр отверстия (до обработки) $D=8,5$ мм, после обработки отверстие должно быть $\varnothing 11H7(^{+0,018})$.

4.1 Расчет режущей части протяжки [13].

4.1.1 Исходные данные.

Таблица 4.1 - Исходные данные о заготовке

Наименование параметра		Обозначение	Единица измерения	Значение параметра
Диаметр отверстия	Под протягивание	D ₀	мм	8,5 ^{+0,036}
	После протягивания	D		11H7(^{+0,018})
Предельное отклонение диаметра D	Верхнее	ES		+0,018
	Нижнее	EI		0
Длина протягивания		L ₀		25
Обрабатываемый материал	Марка	СЧ25 ГОСТ 1412-85		
	Предел прочности	σ _B	МПа	280

4.1.2 Расчет геометрических параметров режущей части протяжки.

4.1.2.1 Назначаем передний и задний угол протяжки.

Задний угол режущих зубьев принимаем $\alpha_{r0}=3^\circ$.

Передний угол для чугуна с $\sigma_B \leq 600$ МПа $\gamma_{r0} = 18^\circ$.

4.1.2.2 Определяем припуск под протягивание.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2} IT = 11 + \frac{1}{2} 0,018 = 11,009 \text{ , мм.}$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{11,009 - 8,5}{2} = 1,255 \text{ , мм.}$$

4.1.2.3 Рассчитываем шаг режущих зубьев по эмпирической формуле

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

$$t = 1,3 \sqrt{25} = 6,5 \text{ , мм.}$$

Принимаем шаг режущих зубьев $t = 8$ мм.

4.1.2.4 По величине t назначаем размеры стружечных канавок:

$$h = 3;$$

$$c = 3;$$

$$r = 1,5;$$

$$R = 7;$$

$$F_K = 7,07.$$

4.1.2.5 Рассчитываем толщину среза, приходящегося на один зуб
протяжки

$$a_z = \frac{F_K}{K L_0} = \frac{7,07}{4 \cdot 25} = 0,071 \text{ ,}$$

где $K = 4$.

4.1.2.6 Определяем число одновременно работающих зубьев

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{25}{8} + 1 = 5.$$

4.1.2.7 Рассчитываем силу, приходящуюся на 1 мм длины
обрабатываемого контура

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

где $C_p = 4,3$ для легированных сталей,

$$K_\gamma = \frac{90 - \gamma}{75} = \frac{90 - 18}{75} = 0,96.$$

$$P_Z = 4,3 \cdot 280 \cdot 0,071^{0,85} \cdot 0,96 = 122,030 \text{ , Н.}$$

4.1.2.8 Рассчитываем усилие протягивания

$$P_T = \pi \cdot P_Z \cdot D \cdot q = 3,14 \cdot 122,03 \cdot 11 \cdot 5 = 21074,58, \text{ Н},$$

а также напряжения в канавке перед первым зубом

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 21074,58}{3,14(8,5 - 2 \cdot 4)^2} = 5,81, \text{ МПа}.$$

Условие, где $\sigma_1 \leq [\sigma_n]$, при $[\sigma_n] = 400 \dots 450 \text{ МПа}$ выполняется.

4.1.2.9 По таблице выбираем наибольший диаметр хвостовика

$$d_1 = 8 \text{ мм}.$$

4.1.2.10 Рассчитываем напряжение в опасном сечении хвостовика,

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{21074,58}{35,4} = 595,3, \text{ МПа},$$

где площадь опасного сечения $F_x = 35,4 \text{ мм}^2$.

4.1.2.11 Рассчитываем число черновых зубьев протяжки

$$z = \frac{A \cdot a'_z \cdot z'}{a_z} + 1.$$

Число чистовых зубьев $z' = 1 \dots 3$, толщина среза $a'_z < a_z$.

Величину a_z принимаем равным 0,01 мм.

$$z = \frac{1,255 - 0,024 \cdot 2}{0,071} + 1 = 18.$$

4.1.2.12 Рассчитываем номинальные диаметры черновых режущих зубьев:

$$D_i = D_0 + 2a_z(i - 1).$$

$$D_1 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (1-1) = 8,5, \text{ мм}.$$

$$D_2 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (2-1) = 8,642, \text{ мм}.$$

$$D_3 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (3-1) = 8,784, \text{ мм}.$$

$$D_4 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (4-1) = 8,926, \text{ мм}.$$

$$D_5 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (5-1) = 9,068, \text{ мм}.$$

$$D_6 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (6-1) = 9,210, \text{ мм}.$$

$$D_7 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (7-1) = 9,352, \text{ мм}.$$

$$D_8 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (8-1) = 9,494, \text{ мм}.$$

$$D_9 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (9-1) = 9,636, \text{ мм}.$$

$$D_{10} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (10-1) = 9,778, \text{ мм.}$$

$$D_{11} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (11-1) = 9,920, \text{ мм.}$$

$$D_{12} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (12-1) = 10,062, \text{ мм.}$$

$$D_{13} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (13-1) = 10,204, \text{ мм.}$$

$$D_{14} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (14-1) = 10,346, \text{ мм.}$$

$$D_{15} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (15-1) = 10,488, \text{ мм.}$$

$$D_{16} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (16-1) = 10,630, \text{ мм.}$$

$$D_{17} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (17-1) = 10,772, \text{ мм.}$$

$$D_{18} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 (18-1) = 10,914, \text{ мм.}$$

Рассчитываем номинальные диаметры чистовых режущих зубьев:

$$D_{q1} = D_Z + 2a'_z j.$$

$$D_{q1} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 1 = 10,962, \text{ мм.}$$

$$D_{q2} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 2 = 11,009, \text{ мм.}$$

4.1.2.13 Рассчитываем длину режущей части протяжки

$$l_p = t(z + z') = 8(18 + 2) = 160, \text{ мм.}$$

4.1.3 Расчет параметров калибрующей части протяжки.

4.1.3.1 Выбираем задний угол $\alpha_{\text{TK}} = 1^\circ$, передний угол $\gamma_{\text{TK}} = 1^\circ$.

4.1.3.2 Выбираем число калибрующих зубьев по таблице, в зависимости от качества точности изготавливаемого отверстия – для Н7 $z_K = 7$.

4.1.3.3 Рассчитываем шаг калибрующих зубьев

$$t_K \approx (2/3) t \approx 5,5 \text{ мм.}$$

4.1.3.4 Номинальный диаметр всех калибрующих зубьев

$$D_K = D_{\text{max}} = 11,009 \text{ мм.}$$

На зубьях предусматривают ленточку шириной $f = 0,2 \dots 0,3 \text{ мм.}$

Принимаем $f = 0,3 \text{ мм}$ в целях удобства переточки.

4.1.3.5 Рассчитываем длину калибрующей части

$$l_K = t_K z_K = 5,5 \cdot 7 = 38,5 \text{ мм.}$$

4.2 Конструктивные элементы протяжки.

4.2.1 Геометрию и размеры хвостовика назначаем в соответствии с [14].

4.2.2 Выбираем длину передней направляющей

$$l_{\text{пн}} = (0,8 \dots 1,0) L_0 = 1 \cdot 25 = 25 \text{ мм.}$$

Длину задней направляющей

$$l_{\text{зн}} = (0,6 \dots 0,8) L_0 = 0,8 \cdot 25 = 20 \text{ мм.}$$

Расстояние до первого зуба

$$L_1 = 125 + l_{\text{пн}} = 125 + 25 = 150 \text{ мм.}$$

4.2.3 Рассчитываем общую длину протяжки

$$L = L_1 + l_p + l_k + l_{\text{зн}} = 150 + 160 + 38,5 + 20 = 368,5 \text{ мм.}$$

4.2.4 Выбираем конфигурацию стружкоразделительных канавок

$$\varepsilon = 60^\circ; m = 0,7; R_c = 0,4 \text{ мм.}$$

Рассчитываем количество канавок по формуле

$$n_c = 1,85\sqrt{D} = 1,85\sqrt{11} = 6.$$

Канавки расположены в шахматном порядке со смещением на угол

$$\frac{180}{n_c} = \frac{180}{6} = 30^\circ.$$

4.2.5 Для изготовления, контроля и заточки протяжек их выполняют с центровыми отверстиями формы В по ГОСТ 14034-74.

4.2.6 Протяжки изготавливают сварными, соединяя с помощью контактной стыковой электросварки сплавлением режущую часть из быстрорежущей стали ГОСТ 19265-73 [15] с хвостовой частью из углеродистой стали ГОСТ 1050-74 [16] или легированной конструкционной стали ГОСТ 4543-71 [17].

Твердость после термообработки: режущей части HRC 62...66, хвостовой части HRC 44...50.

4.2.7 Допуски на размеры хвостовика:

- на диаметр d_1 – по e8;
- на диаметр d_2 – по c11;

- на диаметр d_3 – с верхним отклонением 0,5 мм, нижним – 1,0 мм;
- на размер b – по е8.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Техпроцесс изготовления вала привода ленточного конвейера».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были изменены и отличаются от базового техпроцесса. Нами в работе модернизирована 020 Токарная чистовая операция, где произведена замена зажимного приспособления на автоматизированное с пневмоприводом.

Проведем анализ безопасности и экологичности технического объекта, используя источник [19].

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта.

№ п / п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Чистовое точение	Операция 020 Токарная чистовая	Оператор станка с числовым программным управлением	Токарный станок с числовым программным управлением 16Б16Т1С1; патрон трехкулачковый с пневмоприводом	Сталь 19ХГН; твю сплав Т15К6, б.-р. сталь Р6М5; СОЖ: эмульсия ЭТ-2

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

В данном разделе приводится наименование модернизированных технологических операций технического объекта из таблицы 5.1, наименование опасных и вредных производственных факторов [19], согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, материалов, веществ, которые являются источником опасного и вредного производственного фактора, нормативная техническая документация.

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно- технологическая и/или эксплуатационно- технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	Операция 020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Повышенный уровень вибрации на рабочем месте. 2) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3) Опасность поражения электрическим током. 4) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с числовым программным управлением 16Б16Т1С1

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

В данном разделе подобраны используемые организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и вредного производственного фактора. [19]

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках выпускной квалификационной работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации на рабочем месте	Станок установлен на демпфирующих опорах, которые значительно снижают уровень вибрации	Костюм хлопчато-бумажный или вискозно-лавсановый
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оператор выполняет работу, одев при этом наушники защитные. Наличие вытяжки на рабочем месте снижает уровень шума.	Наушники защитные. Костюм хлопчато-бумажный или вискозно-лавсановый
3	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчато-бумажные или вискозно-лавсановый;

			ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
4	В связи с использованием СОЖ возникает повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор должен быть одет в респиратор фильтрующий.	Респиратор фильтрующий

5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и организационных методов по обеспечению и улучшению пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов с указанием реализующиеся пожаробезопасных характеристик произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации. [19]

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п / п	Участок, подразделение	Оборудование	К л а с с п о ж а р а	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механи	Токарный станок	Е	1) тепловой поток;	1) замыкание высокого

	ческой обработке	числовым программным управлением 16Б16Т1С1		2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах; 5) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического	электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственного и инженерно-
--	---------------------	---	--	---	--

Продолжение табл. 5.4

				разложения; 6) снижение видимости в дыму.	технического оборудования; 3) образующиеся токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок; 4) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей;
--	--	--	--	--	--

					5) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара.
--	--	--	--	--	--

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Технические средства обеспечения пожарной безопасности сведем в таблицу 5.5, где перечислим первичные, мобильные средства пожаротушения, стационарные установки системы пожаротушения средства пожарной автоматики пожарное оборудование, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарный инструмент и пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установкисистемы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Пожарные гидранты	Автоматизированные средства пожароповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	Респираторы, противогазы	Лопаты, ломы, ведра	Автоматическое датчики и извещатели

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование	Наименование	Предъявляемые
--------------	--------------	---------------

технологического процесса, оборудования технического объекта	видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарный станок с числовым программным управлением 16Б16Т1С1	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе. Расклейка запрещающих знаков на участке.

Продолжение табл. 5.6

	Контроль правильной эксплуатации оборудования.	
--	--	--

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции,	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель,
--	--	---	---	--

	оборудование) , энергетическа я установка транспортное средство и т.п.	ю среду)	водоснаб жения)	нарушение и загрязнение растительно го покрова и т.д.)
Черновое точение	Токарный станок с числовым программным управлением 16Б16Т1С1	Газ от испаре ния СОЖ	Используй ванная СОЖ	Попадание использован ной СОЖ в почву. Попадание стружки в почву.

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Чистовое точение
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Для уменьшения попадания газов смазочно-охлаждающей жидкости в атмосферу увеличена мощность работы вентиляции на рабочем месте
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства новых заготовок.

5.6 Заключение.

В результате выполненной работы нами выявлены опасные и вредные производственные факторы разработанного технического объекта. Спроектирован перечень необходимых мероприятий и средств для осуществления бесперебойной безопасной работы на участке механической обработки. Разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Вал привода». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между сравниваемыми вариантами процесса изготовления этой детали.

Базовый вариант.

Операция 020 предполагает обработку заготовки на токарном станке с числовым программным управлением 16Б16Т1С1. Заготовка закрепляется в трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80. Обработка ведется двумя резцами из твердого сплава Т15К6, затем сверлится центральное отверстие спиральным сверлом из быстрорежущей стали Р6М5, а потом эта внутренняя поверхность растачивается расточным резцом из Р6М5.

Проектный вариант.

Отличительной особенностью выполнения операции 020 в проектном варианте является применяемое приспособление – патрон трехкулачковый с пневоприводом, что позволяет сократить вспомогательное время операции 1,08 мин до 0,71 мин. Благодаря этим изменениям достигли снижения и общей трудоемкости выполнения всей операции с 1,98 мин до 1,30 мин.

Учитывая описанные изменения, осуществим экономические расчеты, которые позволят сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения данного предложения.

Краткое описание предлагаемых изменений позволяют рассчитать необходимые капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса. Используя методику расчета капитальных вложений [21] определяем данную величину, которая составляет $K_{ВВ.ПР} = 12657,47$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение нового приспособления и затраты, связанные с проектированием технологического процесса.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам остался неизменным, поэтому расчет значений технологической себестоимости будем проводить без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не оказывают.

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [21] мы рассчитываем её значения для выполнения операции токарной чистовой. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость составила 36,21 руб.; а по проектному варианту – 34,07 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [21].

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot \Pi_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Delta_{УГ} = (36,21 - 34,07) \cdot 5000 = 10700 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 10700 \cdot 0,2 = 2140 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = \Pi_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = 10700 - 2140 = 8560 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{\Pi_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{12657,47}{8560} + 1 = 2,48 = 3 \text{ года}$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T P_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 8560 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 19544,41 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 19544,41 - 12657,47 = 6866,94 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{19544,41}{12657,47} = 1,54 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 020 Токарной чистовой техпроцесса изготовления детали «Вал привода», можно считать экономически целесообразными. Данное заключение можно сделать основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 13,4%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 6866,94 руб., что также свидетельствует эффективности принятых решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы нами разработан технологический процесс изготовления вала привода ленточного конвейера. Техпроцесс оснащен современным оборудованием и технологическими средствами. На две операции техпроцесса разработаны технологические наладки.

Для базирования заготовки на 020 Токарной чистовой операции спроектирован автоматизированный патрон.

Для обработки отверстия на 040 Протяжной операции разработана конструкция круглой протяжки.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность выполненной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
2. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
3. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
5. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
6. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

9. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
10. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
11. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.
12. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.
13. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.
14. Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.
15. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. – 22 с.
16. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. – 85 с.
17. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. – 68 с.
18. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

19. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
20. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.
21. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005. – 39 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Лист 2

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КМД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт
Т 19	396110 XXXX Патрон самоцентр.; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX упор откидной;														
Т 20	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
21															
А 22	XX XX XX 015 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.7001-93.														
Б 23	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1		1	1		100	1	8 0,36
О 24	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26,5^{+0,52}$; $125 \pm 0,5$; $\varnothing 31,5^{+0,62}$; $\varnothing 25,65^{+0,52}$.														
Т 25	396110 XXXX Патрон самоцентр.; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX упор откидной;														
Т 26	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
27															
А 28	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.														
Б 29	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1		1	1		100	1	8 5,52
О 30	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 48^{+0,62}$; $92 \pm 0,435$; $\varnothing 26^{+0,62}$; $125 \pm 0,5$; $\varnothing 31^{+0,62}$;														
О 31	$\varnothing 25,2^{+0,052}$; $160 \pm 0,5$, выполнить R4, сверлить отв. $\varnothing 19^{+0,32}$ на длину $71,5 \pm 0,2$, точить поверхности,														
О 32	выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,32}$ и R2, выполнить фаску $1,5 \times 30^\circ$.														
Т 33	396110 XXXX Патрон самоцентрир.; 39284.1XXXX Центр упорный; XXXXXX.XXXX упор откидной;														
Т 34	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
35															
А 36	XX XX XX 025 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.														
Б 37	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1		1	1		100	1	8 5,16
О 38	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26^{+0,52}$; $92,3 \pm 0,37$; $\varnothing 31^{+0,62}$; $98,6 \pm 0,435$; $\varnothing 25,5^{+0,052}$; $+0,2$														
О 39	выполнить R4, выполнить фаску $1 \times 45^\circ$, сверлить отв. $\varnothing 19^{+0,32}$ на длину $5 \pm 0,2$, отв. $\varnothing 8,5^{+0,30}$ на длину 25,														
О 40	точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,32}$; R2; выполнить фаску $1,5 \times 30^\circ$.														
Т 41	396110 XXXX Патрон самоцентр.; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX упор откидной;														
МК															

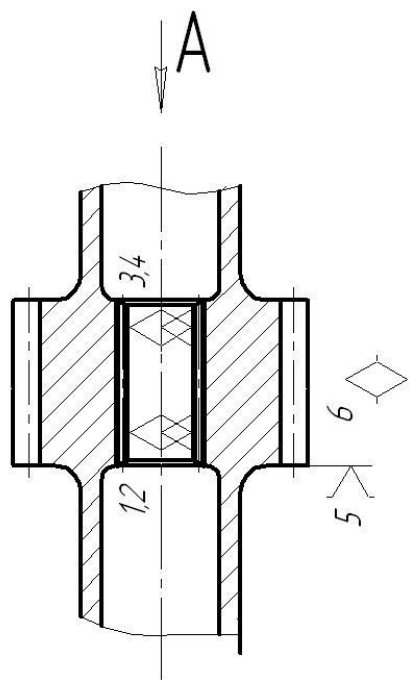
Лист 3													
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 42	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.												
43													
A 44	XX XX XX 030 4272 Зубофрезерная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX												
Б 45	381.631 XXXX 5K32A Зубофрезерн.				2	18632	322	1P	1	1	1	100	1
О 46	Фрезеровать прямые зубья $m = 2$ мм, $z = 22$.												
Т 47	396181.XXXX приспособление самоцентр.; XXXXXX.XX(4) патрон ценговый; 391822.XXXX Фреза												
Т 48	червячная Р6М5 $m=2$; 393111.XXXX ШЦ-II-100-0,05; 393120.XXXX Калибр.												
49													
A 50	XX XX XX 033 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.												
Б 51	381213 XXXX 2P135Ф2-1 Верт.-сверл. 2				322	1P1	1	1	1	1	100	1	5
О 52	Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 5^{+0,3}$; $50 \pm 0,31$; $60 \pm 0,37$.												
Т 53	396181.XXXX Приспособление самоцентр.; XXXXXX.XXXX(4) Сменные призмы; 391267.XXXX Сверло												
Т 54	Р6М5; 393111 ШЦ-II-100-0,05.												
55													
A 56	XX XX XX 035 4271 Протяжная ИОТ ИЗ7.101.7026-02.												
Б 57	381623 XXXX 7Б66 Вертик.-протяжной. 2				17001	422	1P	1	1	1	100	1	16
О 58	Протянуть отв. $\varnothing 11^{+0,010}$ насквозь, протянуть шлицевое отверстие $d-6 \times 11 \times 7 \times 14 \times 11 \times 3 \times F10$ насквозь.												
Т 59	XXXXXX.XXXX Патрон; XXXXXX.XXXX Протяжка круглая Р6М5, XXXXXX.XXXX Протяжка шлицев.												
Т 60	Р6М5; 393111 Калибр-пробка.												
61													
A 62	XX XX XX 040 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.7071.5-07.												
Б 63	ТВЧ												
64													
МК													

Лист 4													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
А 69	XX XX XX	043	Центрошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.										
Б 70	381623	XXXX	МФ104	Центрошлиф.	2	17001	422	1Р	1	1	1	100	1 10 0,5
О 71	Шлифовать центр. отверстия, выдерживая размеры $60^{+0}_{-0,15}$; $\phi 10,6^{+0,16}_{-0}$.												
Т 72	393550 Специальный шаблон.												
73													
А 74	XX XX XX	045	Зубошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.										
Б 75	38131X	XXXX	5М841	Зубошлиф.	2	17003	422	1Р	1	1	1	100	1 120 2,79
О 76	Шлифовать зубья вала-шестерни $m = 2$ мм, $z = 22$, класс точности 7-В.												
Т 77	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр жесткий; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.												
Т 78	398110.XXXXX Круг шлифовальный профильный 1 25AF16k5L 7 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007.												
Т 79	3943XX.XXXXX Шагомер резьбовой; 3944XX.XXXXX Биениемер.												
80													
А 81	XX XX XX	050	Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.										
Б 82	38131X	XXXX	3Т161	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1 10 2,23
О 83	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}^{+0}$; $129,3 \pm 0,5$.												
Т 84	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.												
Т 85	398110.XXXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.												
Т 86	393120.XXXXX(2) скоба индикаторная; 393410.XXXXX Микрометр.												
87													
А 88	XX XX XX	055	Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.										
Б 89	38131X	XXXX	3Т161	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1 10 2,23
О 90	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}^{+0}$; $129,3 \pm 0,5$.												
Т 91	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.												
МК													

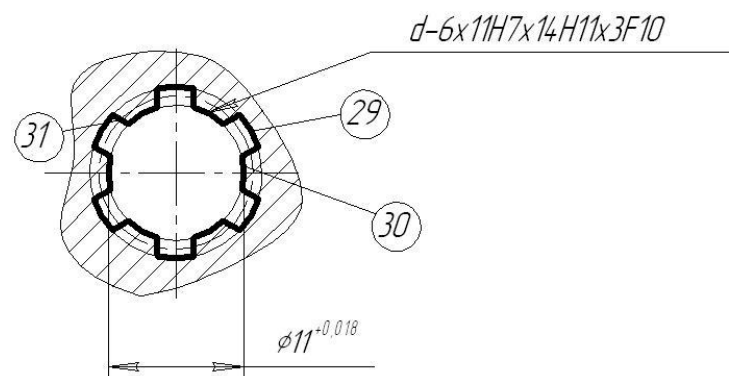
Лист 5													
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 94	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 95	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.												
96													
A 97	XX XX XX 060 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.												
Б 98	38131X XXXX ЗМ193 Круглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35												
О 99	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,017}^{+0,017}$.												
Т 100	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.												
Т 101	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 102	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.												
103													
A 104	XX XX XX 065 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.												
Б 105	38131X XXXX ЗМ193 Круглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35												
О 106	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,017}^{+0,017}$.												
Т 107	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.												
Т 108	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 109	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.												
110													
A 111	XX XX XX 070 Полировальная ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.												
Б 112	38131X XXXX ЗВ853 олировальный 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35												
О 113	Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25_{-0,002}^{+0,011}$.												
Т 114	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.												
Т 115	398110.XXXX Круг полировальный лепестковый ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 116	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр; XXXXXX.XXXX Профилометр.												
МК													

[illegible]

ГОСТ 3.118-82										Форма 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
										Листов	Лист 2
Разработчик	Хижняков			Кафедра ОТМП							
Проверил	Лозинков										
Вал привода										Цех	Уч. Р.М. Опер.
Н.контр.										20	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная чистовая с ЧПУ		19ХГН ГОСТ 4543-71			166	Q53	φ515x164		13	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ			
Токарный с ЧПУ 16К20Ф3		—		3,14	2,38	10	5,52	5% Укринал			
P		ПИ	О или В	L	f	i	S	n	v		
01					мм		мм/об	об/мин	м/мин		
02	1. Установить и снять заготовку										
T 03	396110.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной.										
04	2. Точить поверхности 12, 13, 14, 16, 17, 32 выдерживая размеры 61,8±0,37; R4; φ26 _{-0,52} ; φ31 _{-0,62} ;										
05	98,6±0,435; φ25,5 _{-0,052} , точить фаску 1x45°										
T 06	392104.XXXX Резец контурный правый с пластиной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1;										
T 07	393120.XXXX(2) Калибр-скоба. 1 30 100 0,28 1 0,33 1250 121										
08	3. Точить поверхность 15, выдерживая размер 92,3±0,435; R2.										
09	392104.XXXX Резец контурный левый с пластиной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; Калибр-скоба.										
10	4. Сверлить поверхность 21, выдерживая размер 61,8±0,37; φ19 ^{+0,052} .										
11	XXXX Сверло спиральное Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; Калибр-пробка.										
12											
КЭ											

[illegible]

A(увелич.)



KЭ

ГОСТ 3.118-82										Форма 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
										Листов	Лист 2
Разработчик	Хижняков			Кафедра ОТМП							
Проверил	Лозинков										
Вал привода										Цех	Уч. Р.М. Опер.
Н.контр.										20	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная чистовая с ЧПУ		19ХГН ГОСТ 4543-71				166	Q53	Ø515x164		1,3	1
Оборудование: устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀	Т _В	Т _{пз}	Т _{шт}	СОЖ			
Токарный с ЧПУ 16К20Ф3		—		3,14	2,38	10	5,52	5% Укринал			
P		ПИ	О или В	L	f	i	S	n	v		
01					мм		мм/зуб	об/мин	м/мин		
02	1. Установить и снять заготовку										
T ₀₁	396110.XXXX Патрон, XXXXXX.XXXX Приспособление специальное с плавающей головкой.										
04											
05	2. Протянуть поверхность 30, выдерживая размер Ø11H7(+0,018).										
T ₀₆	XXXXXX.XXXX Протяжка круглая Р6М5; XXXXXX.XXXX Калибр-продка.										
T ₀₇		1	30	100	0,28	1	0,04		8		
08	3. Протянуть поверхности 29, 31, выдерживая размеры Ø14H11(+0,010), 3F10(+0,046).										
09	XXXXXX.XXXX Протяжка шлицевая Р6М5; XXXXXX.XXXX Калибр-продка.										
10											
11											
12											
OK											