

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 фланца опоры электроискрового станка

Студент(ка)

Валуйский М.И.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Логинков 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 _____ Валуйский Михаил Игоревич _____ гр. _____ ТМбз-1132 _____

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления фланца опоры электроискрового
станка _____

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ материалы преддипломной
практики, чертеж детали программа выпуска $N_z=5000$ 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 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 проектирование технологического процесса изготовления фланца опоры электроискрового станка. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На токарную операцию разработано усовершенствованный трехкулачковый патрон рычажного типа. Спроектирован режущий инструмент – зенкер. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Бакалаврская 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	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Классификация поверхностей	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	8
1.4 Формулировка задач работы	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	11
2.3 Выбор метода получения заготовки	12
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали	16
2.6 Определение припусков	17
2.7 Проектирование заготовки	22
2.8 Выбор средств технологического оснащения	24
2.9 Расчет режимов резания	28
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	56
3.1 Расчет усилия зажима	56
3.2 Расчет силового привода	59
3.3 Описание конструкции приспособления	59
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	61
4.1 Постановка задачи	61
4.2 Проектирование зенкера	61
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, переоснащение машиностроительных предприятий современными металлорежущими станками, типизация и стандартизация технологических процессов, повсеместное внедрение в практику технологического проектирования электронных вычислительных машин позволили качественно изменить продукцию машиностроительных производств в лучшую сторону. Технология производства продукции претерпела внедрение многих новых методов производств материалов, деталей и машин в целом. В настоящее время технологическое проектирование – это комплексная система взаимодействия средств и методов, обуславливающих высококачественной технологической продукции на основе широкого применения стандартных технологических решений.

Внедрение технологических решений изучает такая наука, как «Технология машиностроения», которая своим развитием способствует развитию машиностроительных производств, а значит и росту экономики России в целом.

Целью настоящей выпускной работы является проектирование технологического процесса изготовления фланца опоры электроискрового станка, с заданным качеством при наименьшей себестоимости, с применением современных достижений науки и техники в машиностроении.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Фланец предназначен для опоры на него подшипника шпинделя станка и возможности его регулировки. Подшипник опирается на коническую поверхность фланца, а за счет резьбы выполняется его регулирование.

1.2 Классификация поверхностей.

Проведем классификацию поверхностей детали, для этого пронумеруем их. Эскиз классификации поверхностей представлен на рис. 1.1.

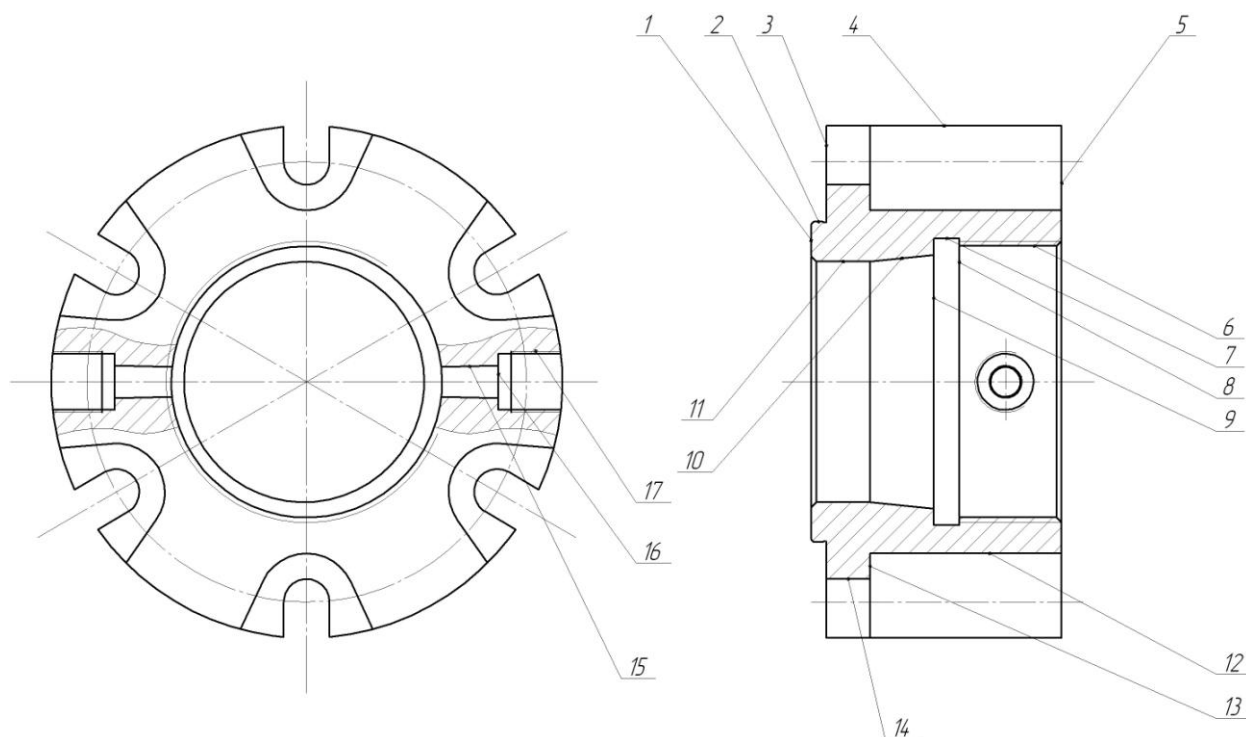


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Целью систематизации является выявление служебного назначения поверхностей детали для качественного составления технологического процесса.

Результаты систематизации занесем в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	10
Основные конструкторские базы	2, 3
Вспомогательные конструкторские базы	6, 11, 15, 17
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными называются те поверхности, которые выполняют служебное назначение детали [1]. В нашем случае это центральная коническая поверхность 10, т.к. она является опорой для подшипника.

Основными конструкторскими базами называются поверхности, при помощи которых осуществляется ориентирование детали в узле [1]. Таковыми являются шейка 2 и торец 3.

Вспомогательными конструкторскими базами называются поверхности, которые осуществляют ориентирование остальных деталей относительно фланца [1]. У нашей детали таковыми являются внутренняя центральная цилиндрическая поверхность 11, резьбовая центральная поверхность 6 и поверхности под фиксацию регулировочной гайки 15 и 17.

Остальные поверхности будут свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Пользуясь источником литературы [2], проанализируем химический состав и физико-механические свойства материала детали. Данные занесём в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2. Химический состав стали 45

Хим. Элемент	Содержание, %
C (углерод)	0,42...0,5
Si (кремний)	0,17...0,37
Mn (марганец)	0,5...0,8
Ni (никель)	до 0,25
S (серы)	до 0,04
P (фосфор)	до 0,035
Cr (хром)	до 0,25
Cu (медь)	до 0,25
As (мышьяк)	до 0,08
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3. Физико-механические свойства стали 45

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
275	530	15	32	29	180

Согласно данным таблиц 1.2 и 1.3 свойства стали 45 ГОСТ 1050-88 по характеристикам соответствуют необходимым требованиям нашей детали.

Заготовку для детали можно получить прокатом или штамповкой на горизонтальном кривошипном прессе. И в том, и в другом случае форма заготовки получится достаточно простая.

Условиями работы детали продиктованы требования по шероховатости и точности поверхностей. Снижение точности поверхностей приведет к снижению позиционирования детали в узле и снижению надёжности узла в целом.

Конструкцией детали предусмотрены технологические канавки для выхода резца и шлифовального круга.

Конструкция детали позволяет свободно обрабатывать механическим способом и измерять любую поверхность. Это позволяет применять универсальный, и реже, специализированный инструмент.

Таким образом, проанализировав требования, предъявляемые к поверхностям детали, можно сделать вывод о достаточной её технологичности.

1.4 Формулировка задач работы.

Выполнив анализ технических требований, сформулируем задачи, которые будут решаться для достижения цели: разработка технологического процесса изготовления фланца опоры электроискрового станка заданного качества наименьшей себестоимости, применяя современные достижения машиностроительном производстве:

- 1) определить тип производства и разработать стратегию выполнения технологического процесса;
- 2) выполнить технико-экономический расчёт, выбрать метод получения и спроектировать заготовку;
- 3) разработать технологический маршрут обработки детали, выбрать схемы базирования, выполнить план изготовления детали;
- 4) выбрать средства технологического оснащения на каждую операцию ТП (оборудование, приспособления, режущий и мерительный инструмент);
- 5) рассчитать или выбрать припуски по операциям ТП;
- 6) рассчитать операции ТП, а именно выполнить расчёт режимов резания, времени обработки, определить содержание операций, спроектировать наладки;
- 7) на одну из операций техпроцесса спроектировать режущий инструмент;
- 8) для одной из операций спроектировать станочное приспособление.

Решению поставленных задач посвящены последующие разделы работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Для формирования стратегии разработки техпроцесса выберем тип производства, который зависит на первом этапе от массы детали и годовой программы выпуска. Для нашего случая ($m = 12,3$ кг, $N_r = 5000$ шт/год) выберем тип производства из табл. 2.1. [3]

Таблица 2.1. Определение типа производства

Масса детали, кг	Количество изготавливаемых одинаковых деталей в год, шт				
	Единичное	Мелко-серийное	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
< 1	< 100	100-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1,0 - 2,5	< 100	100-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5 – 5,0	< 100	100-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0 - 10	< 10	10 – 300	300-25000	25000-50000	>50000
10 - 30	< 10	10 – 200	200-10000	10000-25000	>25000
> 30	< 5	5 - 100	100-300	300-1000	>1000

Выпуск деталей с массой 12,3 кг и годовой программой выпуска в 5000 деталей, соответствует среднесерийному типу производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

В зависимости от вышеопределенного типа производства выберем стратегию разработки техпроцесса, способствующую обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Руководствуясь [3], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) форма организации техпроцесса – переменнo-поточная;
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий;
- 3) заготовка – штамповка на ГKM или прокат;

- 4) припуск на обработку – незначительный;
- 5) расчет припусков – подробный по переходам;
- 6) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ;
- 7) загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках;
- 8) коэффициент закрепления операций – $K_{з0}=10-20$;
- 9) настройка станков – по измерительным инструментам и приборам;
- 10) оснастка – универсальная и специальная;
- 11) подробность разработки – операционные и маршрутные карты;
- 12) расчёт режимов резания – по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам;
- 13) нормирование – детальное пооперационное;
- 14) квалификация рабочих – различная;
- 15) использование достижений науки – значительное.

2.3 Выбор метода получения заготовки

Метод получения заготовки определяется типом детали, её материалом, сложностью формы, типом производства и т.д. Для данной детали рациональными методами получения заготовки являются прокат и штамповка. Эти способы в равной степени позволяют достичь необходимой точности заготовки. Задачей раздела является определение себестоимости при производстве заготовки этими методами.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой.

Таблица 2.2 - Исходные данные

Наименование показателей	Способ 1	Способ 2
Вид заготовки	Штамповка	Прокат Ø205x103
Класс точности/группа сложности	3/1	-
Масса заготовки, кг	17,5	26,5

Продолжение табл. 2.2

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	12,3	12,3

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [9].

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

где E_n – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$$E_n = 0,15 [4];$$

C_c – текущие затраты на 1 кг стружки, руб/кг; $C_c = 0,495$ руб/кг – для машиностроения в целом [4];

C_k – капитальные затраты на 1 кг стружки, руб/кг; $C_k = 1,085$ руб/кг – для машиностроения в целом [4].

Тогда по формуле (2.1) имеем:

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

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [9].

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{шт}}$ – базовая стоимость 1 кг штампованных заготовок, руб; $C_{\text{шт}} = 0,315$ руб [4];

k_t – коэффициент, зависящий от класса точности; $k_t = 0,9$ – для третьего класса точности [4];

k_c – коэффициент, зависящий от группы сложности; $k_c = 0,84$ – для первой группы сложности [4];

k_b – коэффициент, зависящий от массы заготовки; $k_b = 1,14$ – для заготовки массой от 10 до 20 кг [4];

k_m – коэффициент, зависящий от марки материала; $k_m = 1,0$ – для стали 45 [4];

k_n – коэффициент, зависящий от объема производства; $k_n = 1,0$ [4].

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Далее определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [5].

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

где $Q_{шт}$ – масса заготовки, кг; $Q_{шт} = 17,5$ кг – по расчету;

q – масса детали, кг; $q = 12,3$ кг – по условию;

$C_{отх}$ – цена 1 кг отходов, руб/кг; $C_{отх} = 0,0144$ руб/кг – для стальной стружки [5].

Тогда по формуле (2.3) имеем:

$$C_{шт} = 0,2715 \cdot 17,5 + 0,6578 (17,5 - 12,3) - 0,0144 (17,5 - 12,3) = 8,0969 \text{ руб.}$$

Определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [5].

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

где $Q_{пр}$ – масса заготовки из проката, кг; $Q_{пр} = 26,5$ кг – по расчету.

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{пр} = 0,1219 \cdot 26,5 + 0,6578 (26,5 - 12,3) - 0,0144 (26,5 - 12,3) = 12,3665 \text{ руб.}$$

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

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\Delta_z = C_{пр} - C_{шт} N_z = 12,392 - 1,9918 \cdot 5000 = 6237 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Качество обрабатываемой поверхности, а именно точность, определяемая качеством IT, и шероховатость Ra, зависят от метода её обработки. Метод завершающей (финишной) обработки, то есть содержание завершающего перехода, берём из показателей, назначенных рабочим чертежом детали. В зависимости от содержания первого и последнего переходов, установим промежуточные. При определении

маршрутов обработки пытаемся снизить разнообразие применяемого оборудования, приспособлений, и инструментов.

Методы обработки поверхностей сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
2	7	1,6	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
3	14	3,2	Точение черновое, Точение чистовое
4	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
5	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
6	7	3,2	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
7	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
8	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
9	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
10	7	0,8	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование чистовое
11	7	1,6	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
12	14	6,3	Фрезерование
13	14	6,3	Фрезерование
14	14	6,3	Фрезерование
15	7	1,6	Сверление, Зенкерование, Развертывание
16	14	6,3	Сверление, Цекование

Продолжение табл. 2.3

17	10	3,2	Сверление, Резьбонарезание
----	----	-----	-------------------------------

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Токарная черновая	5	14	12,5
		6, 10, 11	12	
010	Токарная черновая	1, 3, 4	14	12,5
		2	12	
015	Токарная чистовая	5, 7, 8, 9	14	6,3
		6, 10, 11	9	3,2
020	Токарная чистовая	1, 3, 4	14	6,3
		2	9	3,2
025	Фрезерная	12, 13, 14	14	6,3
030	Сверлильная	16	14	6,3
		17	9	3,2
		15	7	1,6
035	Термическая			
040	Внутришлифовальная черновая	10, 11	8	1,6
045	Резьбошлифовальная	6	7	1,6
050	Круглошлифовальная	2	7	1,6

Продолжение табл. 2.4

055	Внутришлифовальная	10	7	0,8
	чистовая	11	7	1,6
060	Моечная			
065	Контрольная			

На основе технологического маршрута разработаем план изготовления и представим его в графической части работы.

2.6 Определение припусков

Определяем припуски на обработку самой точной поверхности расчётно-аналитическим методом. Расчёт припусков будем вести по поверхности 2 с размером $\varnothing 125h7(-0,04)$ мм. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из: точения чернового, точения чистового, термообработки и шлифования.

Исходные данные:

$$D = \varnothing 125h7(-0,04) \text{ мм; } L = 3,7 \text{ мм; } Ra = 1,6 \text{ мкм.}$$

На данную поверхность назначаем переходы:

- 1) токарная черновая обработка;
- 2) токарная чистовая обработка;
- 3) шлифование черновое.

Результаты расчетов занесем в таблицу 2.4, начиная с заготовительной операции.

Для каждого перехода определяем суммарную величину [6]

$$a = R_z + h_d,$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_d – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.4.

По формуле

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 4,0 = 1,000, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,400 = 0,100, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,160 = 0,040, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,040 = 0,010, \text{ мм.}$$

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

Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

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

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{1,000^2 + 0,025^2} = 1,412, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,100^2 + 0} = 0,300, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,040^2 + 0^2} = 0,140, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(\Delta_0 + Td_1) = 1,412 + 0,5(1,000 + 0,400) = 3,612, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(\Delta_1 + Td_2) = 0,300 + 0,5(0,100 + 0,100) = 0,550, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(\Delta_2 + Td_3) = 0,140 + 0,5(0,010 + 0,040) = 0,210, \text{ мм.}$$

Значения заносим в таблицу 2.4, округляя их в сторону увеличения до того знака после запятой, с каким задан допуск на размер для данного качества точности.

$$d_{3\min} = 119,960 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max}=120,000 \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min}=d_{3\max}+2Z_{3\min}=120,000+2 \cdot 0,140=120,280, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max}=d_{T0\min}+Td_{T0}=120,280+0,160=120,440, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min}=d_{T0\min} - 0,999=120,440 - 0,999=120,320, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max}=d_{2\min}+Td_2=120,320+0,100=120,420, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min}=d_{2\max}+2Z_{2\min}=120,420+2 \cdot 0,300=121,020, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max}=d_{1\min}+Td_1=121,020+0,400=121,420, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min}=d_{1\max}+2Z_{1\min}=121,420+2 \cdot 1,412=124,244, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max}=d_{0\min}+Td_0=124,244+4,0=128,244, \text{ мм.}$$

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

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(124,244+128,244) = 126,244, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(121,020+121,420) = 121,220, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(120,320+120,420) = 120,370, \text{ мм.}$$

$$d_{cpT0} = 0,5(d_{T0\max} + d_{T0\min}) = 0,5(120,280+120,440) = 120,360, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(119,960+120,000) = 119,980, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{3\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_3.$$

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

$$2Z_{\min} = 124,244 - 120,000 = 4,244, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 4,244 + 4,0 + 0,040 = 8,284, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(8,284 + 4,244) = 6,264, \text{ мм.}$$

Значения $2Z_{\min}$, $2Z_{\max}$ и $2Z_{\text{ср}}$ заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы 2.4.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.4 - Припуски и операционные размеры на поверхность $\varnothing 125h7_{(-0,04)}$ мм.

№ пов.	Наименов. перехода	Точность		Составляющие припуска			Припуск, мм			Предельные размеры, мм		
		IT	Td, мм	a	Δ	ε	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$	Z_{cp}	$d_{\min}$	$d_{\max}$	d_{cp}
0	Штамповка	16	4,000	0,4	1,000	-	-	-	-	124,244	128,244	126,244
1	Точение черновое	12	0,400	0,2	0,100	0,025	1,412	3,612	2,512	121,020	121,420	121,220
2	Точение чистовое	9	0,100	0,1	0,025	0	0,300	0,550	0,425	120,320	120,420	120,370
3	Термическая обработка	10	0,160	0,25	0,040	-	-	-	-	120,280	120,440	120,360
4	Шлифование	7	0,040	0,05	0,010	0	0,140	0,210	0,175	119,960	120,000	119,980
Суммарный припуск 2Z							$2Z_{\min}=4,244$	$2Z_{\max}=8,284$	$2Z_{\text{cp}}=6,264$			

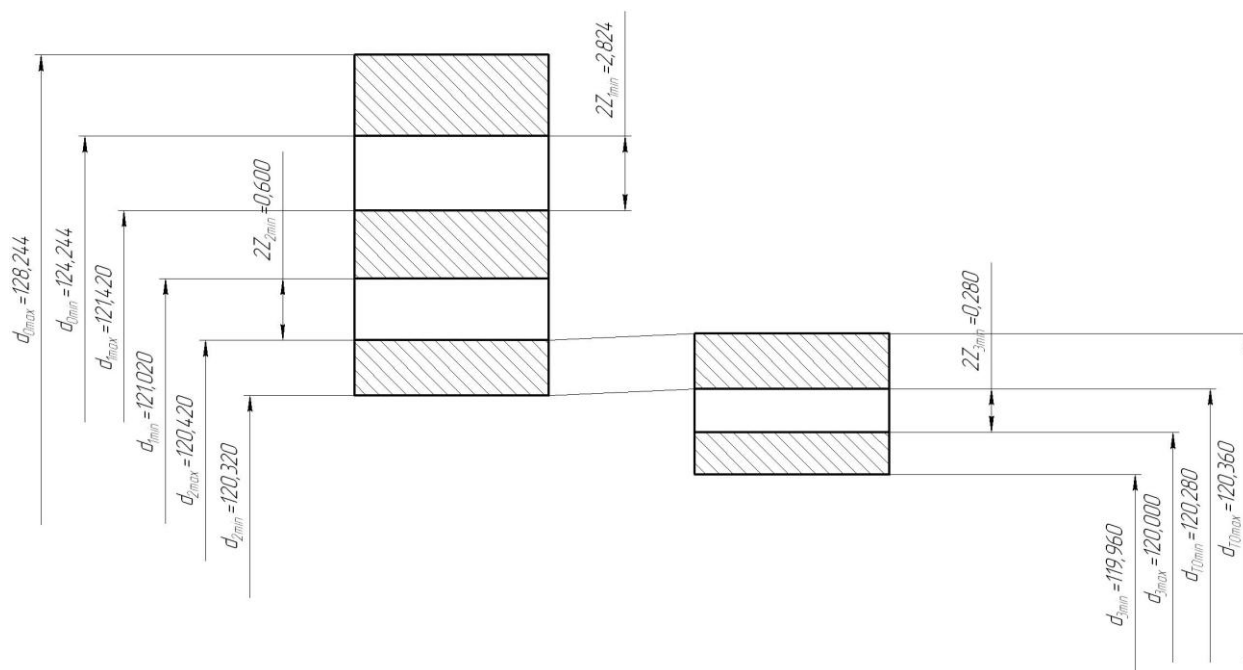


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность $\varnothing 125h7(-0,04)$.

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки нужно учесть следующие параметры: [7]

- 1) припуски, необходимые под обработку;
- 2) наличие черновых баз (в данном случае на операции 005 «Токарная черновая» в качестве черновой базы берутся поверхности 1 и 4);
- 3) так же при проектировании заготовки необходимо учитывать технические требования, предъявляемые к точности штамповки, и штамповочные уклоны.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 выбираем:

- 1) Группа стали (сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% включительно) принимаем М2 [7].
- 2) Штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе относится к классу точности Т3.
- 3) Определим степень сложности поковки.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы (объема) G_{Π} поковки к массе (объему) G_{Φ} геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром с перпендикулярными к его оси торцами или прямой правильной призмой.

В нашем случае такой подходящей геометрической фигурой является цилиндр.

Массы штамповки и цилиндра найдем с помощью трехмерного проектирования.

$$G_{\Pi} = 17,5 \text{ кг.}$$

$$G_{\Phi} = 26,5 \text{ кг.}$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{17,5}{26,5} = 0,66.$$

Степень сложности поковки выберем по таблице 2.5 [7].

Таблица 2.5

Степень сложности поковки	Показатель $\frac{G_I}{G_0}$
C1	свыше 0,63
C2	от 0,32 до 0,63 включительно
C3	от 0,16 до 0,32 включительно
C4	до 0,16

По этому показателю оцениваем степень сложности штамповки C1.

4) Определим исходный индекс штамповки для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений.

По ГОСТ 7505-89 [7] определяем исходный индекс заготовки – 15.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

2.8.1 Выбор оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор технологического оборудования.

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
015 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
025 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3
030 Сверлильная с ЧПУ	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1
035 Термическая	
040 Внутришлифовальная черновая с ЧПУ	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3M225ВФ2
045 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок 5K822В
050 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3M151Ф2
055 Внутришлифовальная чистовая с ЧПУ	Внутришлифовальный станок с ЧПУ 3M225ВФ2
060 Моечная	Моечная машина
065 Контрольная	Контрольный стол

2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Выбор приспособлений.

Номер и наименование операции	Приспособления
005 Токарная черновая с ЧПУ	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный плунжерный патрон
015 Токарная чистовая с ЧПУ	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный плунжерный патрон
025 Фрезерная с ЧПУ	Приспособление специальное
030 Сверлильная с ЧПУ	Приспособление специальное
040 Внутришлифовальная черновая с ЧПУ	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
045 Резьбошлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
050 Круглошлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
055 Внутришлифовальная чистовая с ЧПУ	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80

2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Выбор режущего инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Токарная черновая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец сборный расточной T15K6 ГОСТ 9795-84.

Продолжение табл. 2.8

010 Токарная черновая с ЧПУ	Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73.
015 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец сборный расточной Т15К6 ГОСТ 9795-84; 3) Резец резьбовой внутренний ГОСТ 18885-82.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73.
025 Фрезерная	1) Фреза концевая Ø38 с механическим креплением твёрдсплавной пластины ГОСТ 232449-78; 2) Фреза концевая Ø18 с механическим креплением твёрдосплавной пластины ГОСТ17024-82.
030 Сверлильная	1) Сверло спиральное Ø12 Р6М5 ГОСТ 2034-80 – 2 шт; 2) Цековка 2350-0744 Р6М5 ГОСТ26258-87; 3) Зенкер Р6М5; 4) Развертка коническая Р6М5 ГОСТ 10083-81. 5) Метчик М24х1 – 2621-2535 ГОСТ3266-81

Продолжение табл. 2.8

040	Внутришлифовальная черновая с ЧПУ	Шлифовальный круг 1 80' 40' 50' 24A F40 K6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
045	Резьбошлифовальная	Круг червячный шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007.
050	Круглошлифовальная	Шлифовальный круг 1 80' 40' 50' 24A F40 K6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.
055	Внутришлифовальная чистовая с ЧПУ	Шлифовальный круг 1 80' 40' 50' 24A F25 K6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.

2.8.4 Выбор средств контроля.

Выберем средства контроля и сведем данный выбор в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Мерительный инструмент
005 Токарная черновая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-I-100-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.
010 Токарная черновая с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.
015 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-III-250- 0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81; 3) Микрометр ГОСТ 6507-90;

Продолжение табл. 2.9

4) Калибр для контроля метрической

	резьбы ГОСТ 24997-2004.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Микrometer ГОСТ 6507-90.
025 Фрезерная	1) Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.
030 Сверлильная	1) Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.
040 Внутришлифовальная черновая	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
045 Резьбошлифовальная	1) Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; 2) Калибр для контроля метрической резьбы ГОСТ 24997-2004.
050 Круглошлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
055 Внутришлифовальная чистовая	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80

2.9 Расчёт режимов резания

2.9.1 Расчёт режимов резания на операцию 005 Токарная черновая.

Точить поверхность 5, выдерживая размер $98,9 \pm 0,435$; точить поверхность 6, выдерживая размеры $48 \pm 0,31$, $\varnothing 105,5^{+0,35}$; точить поверхность 10, выдерживая размер $24^{\circ}49' \pm 1^{\circ}$; точить поверхность 11, выдерживая размеры $\varnothing 92,8^{+0,35}$, $23 \pm 0,26$.

Переход 1. Точить поверхность 5, выдерживая размер $98,9 \pm 0,435$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 180$ 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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 205} = 279,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 205 \cdot 250}{1000} = 160,9 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{52}{75} = 0,69 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность 6, выдерживая размеры $48 \pm 0,31$, $\varnothing 105,5^{+0,35}$; точить поверхность 10, выдерживая размер $24^\circ 49' \pm 1^\circ$; точить поверхность 11, выдерживая размеры $\varnothing 92,8^{+0,35}$, $23 \pm 0,26$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 180$ 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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 105,5} = 543,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_\phi = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105,5 \cdot 500}{1000} = 165,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{104}{150} = 0,69 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 0,69 + 0,69 = 1,38, \text{ мин.}$$

2.9.2 Расчет режимов резания на операцию 010 Токарная черновая.

Точить поверхность 1, выдерживая размер $98,6 \pm 0,435$; точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 126_{-0,4}$; точить поверхность 3, выдерживая размер $92,3 \pm 0,435$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 202_{-1,15}$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 180$ 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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200} = 286,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{153}{75} = 2,04 \text{ мин.}$$

2.9.3 Расчет режимов резания на операцию 015 Токарная чистовая.

Точить поверхности 7, 8, 9, выдерживая размеры $40 \pm 0,31$, $50 \pm 0,31$, $\varnothing 112^{+0,87}$; точить поверхность 5, выдерживая размер $98,3 \pm 0,435$; выполнить фаску $2 \times 45^\circ$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 106^{+0,087}$; точить поверхность 10, выдерживая размер $24^\circ 49' \pm 30'$; точить поверхность 11, выдерживая размеры $\varnothing 93,3^{+0,087}$, $23 \pm 0,26$; на поверхности 6 нарезать резьбу М110х2-9Н.

Переход 1. Точить поверхность 5, выдерживая размер $98,3 \pm 0,435$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 180$ 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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200} = 286,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{50} = 0,96 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхности 7, 8, 9, выдерживая размеры $40 \pm 0,31$, $50 \pm 0,31$, $\varnothing 112^{+0,87}$.

Глубина резания $t = 0,3 \text{ мм}$.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$.

По [8] определим скорость $V_0 = 180 \text{ м/мин}$.

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

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

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 0,5$ – для быстрорежущей стали Р6М5 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60 \text{ мин}$;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90 \text{ м/мин}$.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 112} = 255,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112 \cdot 250}{1000} = 87,9 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{7,5}{75} = 0,10 \text{ мин.}$$

Переход 3. Выполнить фаску $2 \times 45^\circ$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 106^{+0,087}$; точить поверхность 10, выдерживая размер $24^\circ 49' \pm 30'$; точить поверхность 11, выдерживая размеры $\varnothing 93,3^{+0,087}$, $23 \pm 0,26$.

Глубина резания $t = 0,3 \text{ мм}$.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$.

По [8] определим скорость $V_0 = 180 \text{ м/мин}$.

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

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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60 \text{ мин}$;

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 106} = 540,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 106 \cdot 500}{1000} = 166,4 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{92}{100} = 0,92 \text{ мин.}$$

Переход 4. На поверхности 6 нарезать резьбу М110х2-9Н.

Глубина резания $t = 2,0 \text{ мм}$.

По [8] определим подачу $S_0 = 2,0 \text{ мм/об}$.

По [8] определим скорость $V_0 = 180 \text{ м/мин}$.

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

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.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60 \text{ мин}$;

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 110} = 521,1 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 500}{1000} = 172,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 2,0 \cdot 500 = 1000 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{40}{1000} = 0,04 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 0,96 + 0,10 + 0,92 + 0,04 = 2,02 \text{ , мин.}$$

2.9.4 Расчет режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Выполнить канавку, выдерживая размеры 1, R0,5, R0,3, 0,3, 45°; выполнить фаску 2x45°; точить поверхность 1, выдерживая размер 98±0,435; выполнить фаску 1x45°; точить поверхность 2, выдерживая размер Ø125,5_{-0,1}; точить поверхность 3, выдерживая размер 92±0,435; точить поверхность 4, выдерживая размер Ø200_{-1,15}.

Переход 1. Выполнить канавку, выдерживая размеры 1, R0,5, R0,3, 0,3, 45°; выполнить фаску 2x45°.

Глубина резания $t = 0,7 \text{ мм}$.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$.

По [8] определим скорость $V_0 = 180 \text{ м/мин}$.

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

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.

Принимаем

$K_1=1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 126} = 455,0 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 400}{1000} = 158,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{3}{120} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность 1, выдерживая размер $98 \pm 0,435$; выполнить фаску $1 \times 45^\circ$; точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 125,5_{-0,1}$; точить поверхность 3, выдерживая размер $92 \pm 0,435$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 125,5_{-1,15}$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [8] определим подачу $S_0=0,2$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0=180$ 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.

Принимаем

$K_1=1,0$ – для стали 45 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200} = 286,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{151}{50} = 3,02 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 0,03 + 3,02 = 3,05, \text{ мин.}$$

2.9.5 Расчет режимов резания на операцию 025 Фрезерная.

Фрезеровать поверхности 12 и 13 (6 мест), выдерживая размеры $R19^{+0,52}$, $50^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $60^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $\varnothing 172 \pm 0,5$; фрезеровать поверхности 14 (6 мест), выдерживая размеры $R9^{+0,36}$, $50^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $60^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $\varnothing 172 \pm 0,5$; $17 \pm 0,215$.

Переход 1. Фрезеровать поверхности 12 и 13 (6 мест), выдерживая размеры $R19^{+0,52}$, $50^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $60^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $\varnothing 172 \pm 0,5$.

Глубина резания $t = 4$ мм. Количество проходов 1.

По [8] определим подачу $S_z = 0,025$ мм/зуб. [8]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где $z = 2$ – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v}{T^m t^x S_0^y},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_v – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_v = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где K_{MV} – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Принимаем

$$K_{MV} = 1,0 \text{ – для стали 45 [8];}$$

$$K_{UV} = 1,0 \text{ – для инструментального материала T15K6;}$$

$$K_{LV} = 1,0.$$

$$\text{Отсюда } K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

$$D=38 \text{ мм; } t = 4 \text{ мм; } S_0=0,05 \text{ мм/об; } C_v=7,0; K_v=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=30\text{мин.}$$

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 38^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,0 = 123,7, \text{ м/мин.}$$

$$\text{Частоту вращения определяем по формуле } n = \frac{1000 V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 123,7}{3,14 \cdot 38} = 1037, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=1000 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 1000 = 50, \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S},$$

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$n_{отв}=6$; $L_{px}=32 \text{ мм}$, количество проходов 1.

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{6 \cdot 32}{50} = 3,84 \text{ мин.}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхности 14 (6 мест), выдерживая размеры $R9^{+0,36}$, $50^\circ \pm 1^\circ$, $60^\circ \pm 1^\circ$, $\varnothing 172 \pm 0,5$; $17 \pm 0,215$.

Глубина резания $t = 17 \text{ мм}$. Количество проходов 1.

По [8] определим подачу $S_z=0,025 \text{ мм/зуб}$. [8]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где $z = 2$ – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v}{T^m t^x S_0^y},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_v – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где K_{MV} – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Принимаем

$K_{MV} = 1,0$ – для стали 45 [8];

$K_{UV} = 1,0$ – для инструментального материала Т15К6;

$K_{LV} = 1,0$.

Отсюда $K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$.

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

$D=18$ мм; $t = 17$ мм; $S_0=0,05$ мм/об; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$;
 $m=0,2$; $T=30$ мин.

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 18^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 17^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,0 = 91,7, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения определяем по формуле $n = \frac{1000 V}{\pi D}$.

$$n = \frac{1000 \cdot 91,7}{3,14 \cdot 18} = 1622, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=1600$ мин⁻¹.

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 1600}{1000} = 90,4, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 1600 = 80, \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{n_{oms} \cdot L_{px}}{S},$$

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$n_{отв}=6$; $L_{px}=23$ мм, количество проходов 1.

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{6 \cdot 23}{80} = 1,73 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 3,84 + 1,73 = 5,57 \text{ , мин.}$$

2.9.6 Расчет режимов резания на операцию 030 Сверлильная.

Сверлить поверхность 17, выдерживая размеры $\varnothing 23H9(^{+0,052})$, $76 \pm 0,37$; сверлить поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 11,9^{+0,043}$, $76 \pm 0,37$; цековать поверхность 16, выдерживая размер $25 \pm 0,26$; нарезать резьбу на поверхности 17, выдерживая размеры M24x1, $20 \pm 0,26$; зенкеровать поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 12,4^{+0,027}$, 1:50; развернуть поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 12,6^{+0,018}$, 1:50.

Переход 1. Сверлить поверхность 17, выдерживая размеры $\varnothing 23H9(^{+0,052})$, $76 \pm 0,37$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

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.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 29 + 1 + 0 = 30 \text{ , мм.}$$

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_{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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{TAB} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 125 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25, \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{23 \cdot 2}{25} = 1,84, \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 11,9^{+0,043}_{-0,037}$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

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.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 26 + 1 + 0 = 27 \text{ , мм.}$$

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 .

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

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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

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

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 11,9} = 286,4 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,9 \cdot 250}{1000} = 9,3 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ , мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{27 \cdot 2}{50} = 1,08 \text{ , мин.}$$

Переход 3. Цековать поверхность 16, выдерживая размер $25 \pm 0,26$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

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.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 3 + 1 + 0 = 4 \text{ , мм.}$$

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_{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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{TAB} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 125 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25, \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{4 \cdot 2}{25} = 0,32, \text{ мин.}$$

Переход 4. Нарезать резьбу на поверхности 17, выдерживая размеры M24x1, 20±0,26.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

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.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 20 + 1 + 0 = 21 \text{ , мм.}$$

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 $L_{p.X}$.

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 1,0 \text{ мм/об.}$$

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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБ}} = 10 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 8 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 5,70, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 5,7}{3,14 \cdot 24} = 75,6, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 63 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 63}{1000} = 4,7, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,0 \cdot 63 = 63, \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{21 \cdot 2}{63} = 0,67, \text{ мин.}$$

Переход 5. Зенкеровать поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 12,4^{+0,027}$, 1:50.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

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.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 1 + 0 = 11, \text{ мм.}$$

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_{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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{TAB} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 12,4} = 274,8, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,4 \cdot 250}{1000} = 9,7, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{11 \cdot 2}{50} = 0,44, \text{ мин.}$$

Переход 6. Развертывать поверхность 15, выдерживая размеры $\varnothing 12,6^{+0,018}$, 1:50.

$$L = L_P + L_{II} + L_D, \quad [8]$$

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.

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_D = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 5 + 1 + 0 = 6, \text{ мм.}$$

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 $L_{P.X}$.

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

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_{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 [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{TAB} = 20 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 20 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 14,3, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 14,3}{3,14 \cdot 12,6} = 361,4, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,6 \cdot 315}{1000} = 12,5, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 315 = 31,5, \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{6 \cdot 2}{31,5} = 0,38, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,84 + 1,08 + 0,32 + 0,67 + 0,44 + 0,38 = 4,73, \text{ мин.}$$

2.9.7 Расчет режимов резания на операцию 040 Внутришлифовальная черновая.

Шлифовать поверхность 10, выдерживая размер $24^{\circ}49' \pm 15'$; шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 93,8H8(^{+0,054})$.

Характеристики шлифовального круга:

Круг 1 80' 40' 50' 24А F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F40;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V (керамическая);

Диаметр круга - 80 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Скорость резания $V=35$ м/с [8].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или $0,4$ мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [8].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 93,8} = 118,8, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

где $L_{\text{УСК}}$, $S_{\text{УСК}}$ – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

L_p , S_p – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05$ – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{46}{100} + 0,05 = 0,54, \text{ мин.}$$

2.9.8 Расчет режимов резания на операцию 045 Резьбошлифовальная
Шлифовать внутреннюю резьбу (пов. 6), выдерживая размер М110х2-7Н.

Рабочая высота профиля резьбы

$$h = 1,082 \text{ мм. [8]}$$

Общая глубина резания $t = 1,15$ мм. [8]

Припуск по высоте профиля на сторону при окончательном шлифовании
после предварительного формирования резьбы

$$a = 0,25 \text{ мм.}$$

Характеристики шлифовального круга:

Марка абразивного материала - 25А.

Зернистость – F25.

Связка – V(керамическая).

Скорость круга $V_{\text{кр}} = 40$ м/с.

Скорость вращения заготовки – $V_3 = 0,6 \dots 0,8$ м/мин.

При врезном шлифовании многоконтурным кругом основное время равно

$$T_0 = \frac{(1,5 \dots 1,8)}{n} K_n,$$

где n – частота вращения заготовки,

K_n – коэффициент перекрытия, характеризующий соотношение длины обрабатываемой резьбы и высоту круга.

При $L_p / T \leq 0,9$ принимаем $K_n = 1$. [8]

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 110} = 101,3, \text{ об/мин.}$$

Отсюда найдем основное время

$$T_0 = \frac{1,6}{101,3} \cdot 1 = 0,06, \text{ мин.}$$

2.9.9 Расчет режимов резания на операцию 050 Круглошлифовальная.

Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 125h7_{(-0,04)}$.

Характеристики шлифовального круга:

Круг 1 250' 25' 76,2 24А F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007.

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F40;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V(керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Скорость резания $V=35$ м/с [8].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или 0,4 мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [8].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 125} = 89,2, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{уск}}{S_{уск}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{вых},$$

где $L_{уск}$, $S_{уск}$ – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

L_p , S_p – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{вых} = 0,05$ – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,13, \text{ мин.}$$

2.9.10 Расчет режимов резания на операцию 055 Внутришлифовальная чистовая.

Шлифовать поверхность 10, выдерживая размер $24^{\circ}49' \pm 5'$; шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 94H7(^{+0,035})$.

Характеристики шлифовального круга:

Круг 1 80' 40' 50' 24А F25 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F25;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V (керамическая);

Диаметр круга - 80 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [8].

Скорость резания $V=35$ м/с [8].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или 0,4 мм/мин [8].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [8].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 94} = 118,6, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{уСК}}{S_{уСК}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{вых},$$

где $L_{уСК}$, $S_{уСК}$ – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

L_p , S_p – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{вых} = 0,05$ – время выхаживания [8].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{46}{100} + 0,05 = 0,54, \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Задача раздела – разработать приспособление для токарной операции, которое бы осуществляло крепление заготовки, согласно теоретической схемы базирования, и было автоматическое.

На рис. 3.1 представлена теоретическая схема базирования и операционные размеры, выполняемые на операции 010 Токарная черновая.

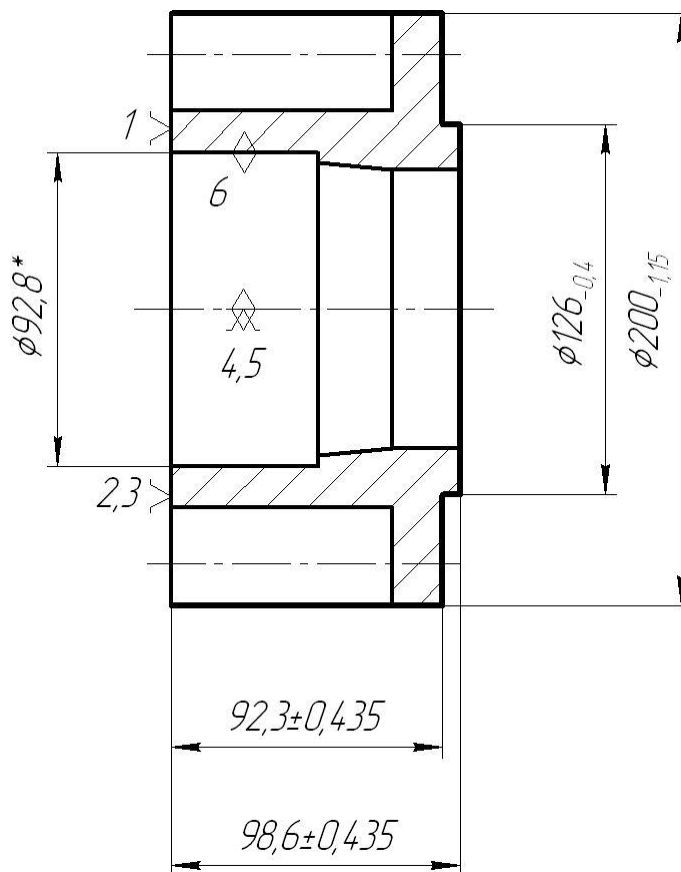


Рис. 3.1. Схема обработки

3.1 Расчет усилия зажима.

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать две составляющие силы резания P_Z и P_Y , которые определяются по формуле: [9]

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

где C_p , n , x , y – коэффициенты и показатели степеней учитывающие конкретные условия обработки;

T – стойкость инструмента;

t - глубина резания;

S - подача;

K_p - коэффициент учитывающий условия обработки.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 157^{0,3} \cdot 0,9 = 531,5, \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 157^{0,15} \cdot 0,9 = 1281,6, \text{ Н.}$$

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится провернуть заготовку в кулачках и равен:

$$M_P = (P_Z \cdot d_0) / 2 \quad (3.2)$$

где P_Z - сила резания, Н

d_0 – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

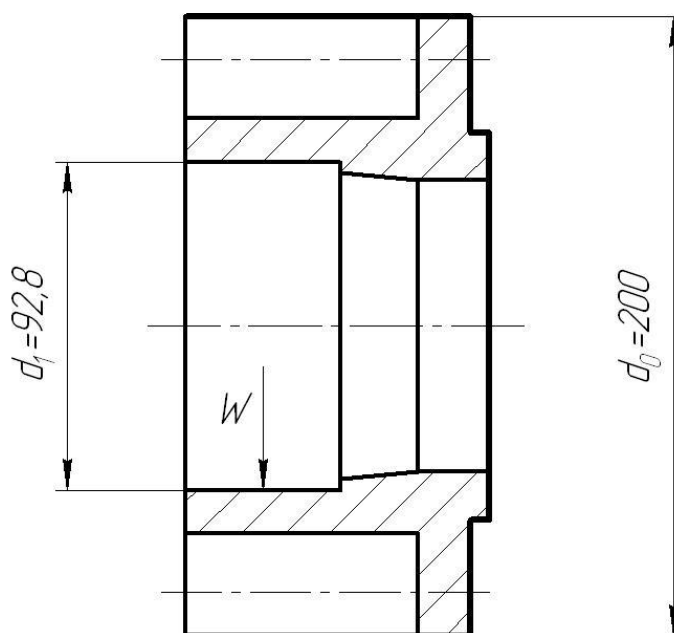


Рис. 3.2. Схема закрепления

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый по формуле:

$$M_3 = W \cdot f \cdot d_3 / 2 \quad (3.3)$$

где W – суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка;

$d_3 = 60$ мм – диаметр закрепления.

Из равенства моментов M_p и M_z определим необходимое усилие зажима, препятствующее повороту заготовки в кулачках:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_0}{f \cdot d_\phi} \quad (3.4)$$

где K —коэффициент запаса, определяемый по формуле: [10]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3.5)$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса

K_1 – коэффициент учитывающий, увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки, при черновой обработке $K_1=1,2$;

K_2 - коэффициент учитывающий, увеличение сил резания вследствие затупления РИ, для чернового точения стальной заготовки для силы P_z $K_2=1$;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании, для непрерывного резания $K_3 = 1$;

Определим коэффициент запаса $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$.

Подставим полученные данные в формулу для расчета усилия зажима, принимая для кулачкового патрона с кольцевыми канавками $f=0,3$, получим:

$$W = (1,8 \cdot 1281,6 \cdot 200) / (0,3 \cdot 92,8) = 16572, \text{ Н}$$

При расчете зажимного механизма определяется усилие Q , создаваемое силовым приводом, которое увеличивается зажимным механизмом и передается постоянному кулачку.

$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (3.6)$$

где i_c – передаточное отношение по силе зажима механизма. Данное отношение для рычажного механизма равно:

$i_c = A / B$, где A и B – плечи рычага

Принимаем рычажный зажимной механизм с $i_c = 2$. Определим усилие $Q = 16572 / 2 = 8286, \text{ Н}$

3.2 Расчет силового привода.

Диаметр поршня пневматического цилиндра определим по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.7)$$

где P — избыточное давление воздуха, принимаемое $P=0,4$ МПа

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{8286}{0,4 \cdot 10^6}} = 82, \text{ мм.}$$

Т.к. в патроне будут обрабатываться различные детали, конструктивно принимаем диаметр поршня равным 150 мм.

Ход поршня определим по формуле:

$$S_0 = S_w / i_n \quad (3.8)$$

где $S_w = 5$ мм – свободный ход кулачков

$i = 1/i_c$ – передаточное отношение зажимного механизма по смещению.

Значение S_0 принимаем с запасом 10...15 мм.

Принимаем $S_0 = 20$ мм.

3.3 Описание конструкции приспособления.

Приспособление предназначено для установки и закрепления заготовки при обтачивании заготовки на токарном станке.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон содержит корпус, в Т-образных направляющих которого расположены постоянные кулачки, к которым жестко крепят сменные кулачки. Постоянные кулачки через рычажный зажимной механизм и центровик связаны с силовым приводом приспособления. Силовой привод содержит вращающийся корпус, жестко закрепленный на заднем конце шпинделя. В полости корпуса расположен поршень, шток с уплотнением и задняя крышка. На выступе задней крышки смонтирована муфта для подвода сжатого воздуха, которая включает корпус, подшипники, уплотнения.

Приспособление работает следующим образом. При подаче сжатого воздуха в левую полость система поршень 10 со штоком 8 двигаются влево,

толкая штангу 7 и проворачивая рычаг 16 против часовой стрелки, таким образом, происходит закрепление заготовки. При подаче сжатого воздуха в правую полость поршень со штоком патрона смещается справа налево, в результате чего через зажимной механизм и кулачки происходит раскрепление заготовки.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

4.1 Постановка задачи.

На операции 035-Сверлильная проводится зенкерование отверстия для получения размера $\varnothing 12,4^{+0,027}$, 1:50. Задача раздела спроектировать зенкер для осуществления этого перехода.

4.2 Проектирование зенкера.

Передний угол γ в рассматриваемой точке x главной режущей кромки измеряют в плоскости $I-I$, нормальной к главной режущей кромке, между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке x и нормалью к поверхности, образованной вращением главной режущей кромки вокруг оси зенкера. [12]

Задний угол α измеряют в плоскости, касательной к соосному с зенкером цилиндру, на поверхности которого лежит рассматриваемая точка x главной режущей кромки, между касательной к задней поверхности в точке x режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси зенкера. У наружной поверхности угол γ наибольший, а угол α – наименьший.

Угол при вершине зенкера 2φ измеряют между главными режущими кромками. Его назначают в зависимости от обрабатываемого материала: для обработки стали $2\varphi = 116...118^\circ$.

Принимаем $2\varphi = 118^\circ$.

Угол наклона поперечной режущей кромки ψ измеряют между проекциями поперечной и главной режущей кромок на плоскость, перпендикулярную оси зенкера.

Угол наклона винтовой канавки ω измеряют по наружному диаметру. С ростом угла ω увеличивают передний угол γ , при этом облегчается процесс резания и ухудшается отвод стружки.

Спиральный зенкер имеет 3-4 зуба. Принимаем 3 зуба.

Зенкер имеет три режущие кромки, поэтому при зенкеровании снимается более тонкая стружка и формируются более точные отверстия с более высоким параметром шероховатости, чем при сверлении.

Зенкерование может быть как предварительной (перед развертыванием), так и окончательной операцией. В нашем случае зенкерование – это предварительная обработка до развертывания отверстия.

В качестве материала зенкера принимаем быстрорежущую сталь Р6М5.

При зенкеровании под глубиной резания t подразумевают расстояние от обработанной поверхности до обрабатываемой поверхности [13]

$$t = \frac{D - D_0}{2}.$$

$$D = D_{\text{ном}} + \frac{1}{2} IT = 12,4 + \frac{1}{2} 0,027 = 12,41 \text{ , мм.}$$

$$D_0 = 11,9 \text{ мм.}$$

Тогда

$$t = \frac{12,41 - 11,9}{2} = 0,255 \text{ , мм.}$$

Для обработки стали 45 принимаем:

$$\alpha = 12^\circ; \gamma = 3^\circ.$$

$$\omega = 30^\circ \text{ (см. рис. 4.1).}$$

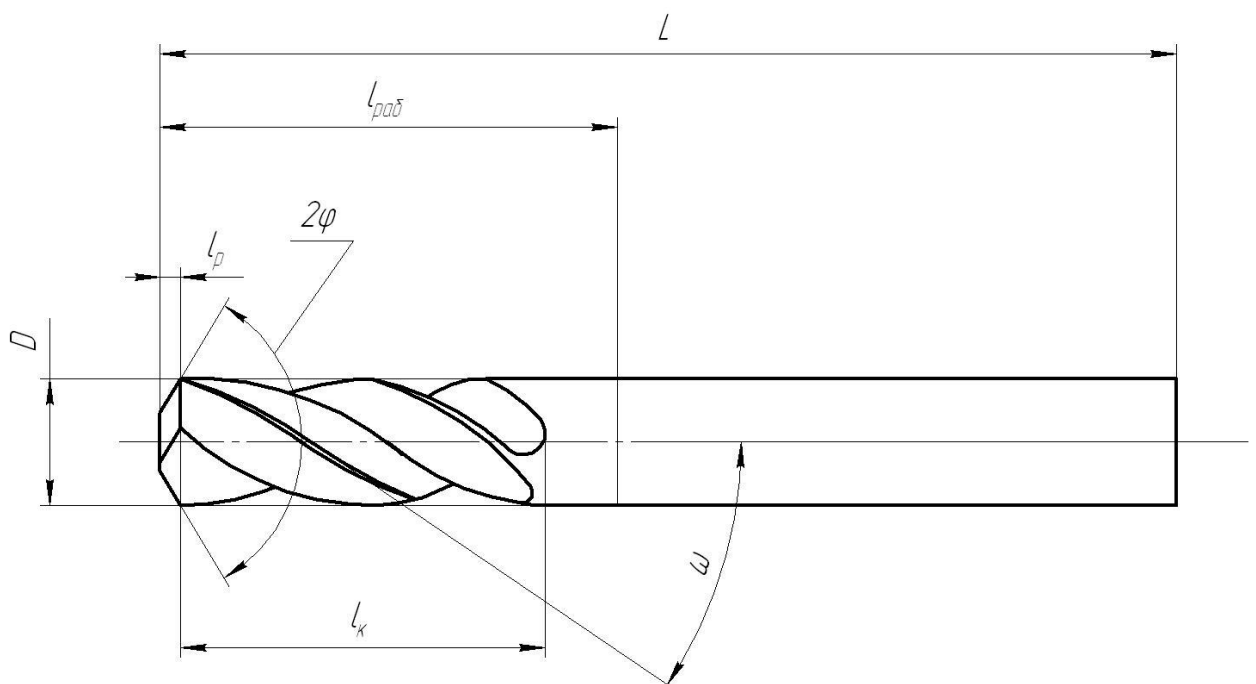


Рис. 4.1. Основные размеры зенкера

Длину режущей части принимаем $l_k = 37,5$ мм.

Длину режущей части принимаем $l_p = 2$ мм.

Длину рабочей части зенкера принимаем $l_{\text{раб}} = 45$ мм.

Длину хвостовой части зенкера принимаем $l_x = 55$ мм.

Общая длина зенкера равна

$$L = l_{\text{раб}} + l_x = 45 + 55 = 100, \text{ мм.}$$

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Техпроцесс изготовления фланца опоры электроискрового станка».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были каким-то образом изменены и отличаются от базового техпроцесса, приводятся наименование измененных технологических операций, наименование должности работника предприятия, выполняющего функции по реализации операции, приводятся технологические средства и оборудование, а также материалы, используемые на операциях.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта.

№ п/п	Технологи- ческое устройство	Технологи- ческая операция , вид выполняем ых работ ²	Наименование должности работника, выполняющег о технологическ ий процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	Точение чистовое	Операция 010 Токарная черновая с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К; токарный трехкулачковый патрон с пневмоприводом	Сталь 45; т/с Т15К6; СОЖ: ЭТ-2
2	Сверление, цекование, нарезание резьбы, зенкерова- ние, развертыва- ние	Операция 035 Сверлильн ая с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально- сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1; приспособление специаль-ное с пневно- приводом	Сталь 45; б/р сталь Р6М5; СОЖ: 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, 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 010 Токарная черновая с ЧПУ	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Опасность поражения электрическим током. 3) В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с ЧПУ СА500СФЗК
2	Операция 035 Сверлильная с ЧПУ	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Опасность поражения электрическим током. 3) В связи с использованием	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1

Продолжение табл. 5.2

		СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	
--	--	---	--

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.

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 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 шума на рабочем месте	Оператор станка находится на удалении от станка и производит только загрузку-выгрузку обработанных деталей и заготовок.	Наушники защитные. Костюм хлопчато- бумажный или вискозно- лавсановый
2	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчато- бумажные или вискозно- лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.

Продолжение табл. 5.3

3	В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор станка должен быть одет в респиратор.	Респиратор фильтрующий РПГ-67
---	--	--	-------------------------------

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.

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К; Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Е	1) тепловой поток; 2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах.	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного

Продолжение табл. 5.4

					имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования.
--	--	--	--	--	--

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

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Пожарные гидранты	Автоматизированные средства пожароповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	Респираторы, противогазы,	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические 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 технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса, и возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические

мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

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, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Точение чистовое	Токарный станок с ЧПУ CA500СФЗК	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ в почву. Возможно попадание стружки в почву.
Фрезерование	Вертикально- сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ в почву. Возможно 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	Точение чистовое, Сверление
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на токарном станке с ЧПУ. Применение герметичной камеры на сверлильном станке с ЧПУ.
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 проанализированы ОВПФ разработанного технического объекта. Спроектирован перечень необходимых мероприятий и средств для осуществления бесперебойной безопасной работы персонала 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 работе технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Фланец». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому кратко описываем только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

Базовый вариант.

На операции 010 производится чистовая токарная обработка поверхностей на токарном станке с ЧПУ, модель СА500СФЗК. В качестве зажимного приспособления используется 3-хкулачковый патрон. Обработка осуществляется токарным резцом с пластиной из твердого сплава Т15К6.

На операции 035 выполняется сверление 2-х отверстий, цекование, нарезание резьбы, зенкерование и развертывание отверстий на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ станке, модель 2Р135Ф2-1. Заготовка закрепляется в специальное автоматизированное приспособление. Из всего множества выполняемых действий нас интересует зенкерование, т.к. именно оно в проектном варианте будет изменено. Для выполнения зенкерования используется зенкер из быстрорежущей стали Р6М5.

Проектный вариант.

Отличительной особенностью выполнения операции 010 является то, что для обеспечения надежной фиксации заготовки и сокращения вспомогательного времени с 0,87 мин. до 0,57 мин. используется самоцентрирующий трехкулачковый патрон.

Что касается операции 035 сверлильной, то как уже говорилось интерес представляет инструмент зенковка, который выполнен из быстрорежущей

стали Р6М5, но на него нанесено покрытие TiN, позволяющее увеличить стойкость инструмента в 1,5 раза. Рассмотренные совершенствования никак не скажутся на времени выполнения операции, однако поможет сократить расходы на инструмент, из-за повышения стойкости, т.к. это приведет к меньшему числу переточек. Других изменений на операции 035 сверление не предусмотрено.

После краткого описания предлагаемых изменений, необходимо подтвердить их экономическую целесообразность. с учетом указанных изменений Согласно методике определения капитальных вложений [17] мы рассчитали данную величину, которая составляет $K_{ВВ.ПП} = 28263,25$ руб.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не оказывают. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Фланец» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 6.1.

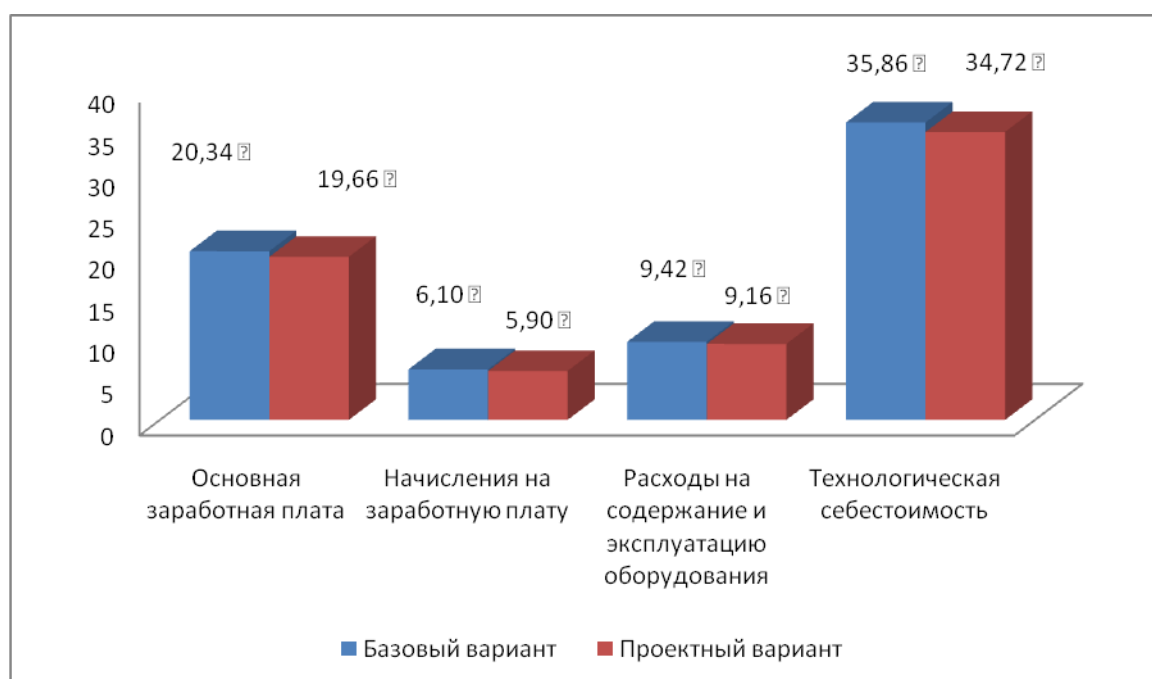


Рисунок 6.1. Структура технологической себестоимости изготовления детали «Фланец» по двум сравниваемым вариантам

Используя методику составления калькуляции полной себестоимости [17] мы рассчитали ее значения, по базовому варианту – 110,22 руб.; а по проектному варианту – 106,62 руб.

Опираясь на полученные данные, проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [17], согласно которой мы получаем следующие данные.

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

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (110,22 - 106,62) \cdot 5000 = 18000 \text{ руб.}$$

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

$$Н_{ПРИБ} = 18000 \cdot 0,2 = 3600 \text{ руб.}$$

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

$$П_{Р.ЧИСТ} = 18000 - 3600 = 14400 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{28263,25}{14400} + 1 = 2,963 = 3 \text{ года}$$

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

$$Д_{ОБЩ.ДИСК} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 14400 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 32889,6 \text{ руб.}$$

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = 32889,6 - 28263,25 = 4626,35 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{32889,6}{28263,25} = 1,16 \text{ руб./руб.}$$

Рассматриваемые изменения технологического процесса изготовления детали «Фланец», можно считать экономически обоснованными и необходимым. Так как, во-первых, они привели к снижению себестоимости

на 3,27%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений составит 4626,35 руб., что также свидетельствует эффективности работы. Кроме того предприятие сможет получить прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,16 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы нами выполнен технологический процесс изготовления фланца опоры электроискрового станка. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На токарную операцию разработан усовершенствованный трехкулачковый патрон рычажного типа. Спроектирован режущий инструмент – зенкер. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе проанализирована безопасность и экологичность технического объекта.

Экономический расчет показывает эффективность выполненной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. 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.
3. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
4. 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.
5. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380 с.
6. 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.
7. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
8. 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.
9. 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.

10. 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.
11. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.
12. Гоцеридзе, Р.М. Процессы формообразования и инструменты : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Р.М. Гоцеридзе. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
13. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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. – 35 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. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.
20. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 322 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
															6	1			
Разраб.	Валуйский																		
Пров.	Логинов																		
						ТГУ													
Н. Контр.						Фланец													
M01																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ						
	-		166	12.3	1		0,6	16	Ø206 x 110			1	17.5						
A	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.		
A01	XX. XX. XX 005 4233 Токарная черновая программная с ЧПУ ИОТ № 63																		
B02	38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 1 1 142 1																		
O03	Точить поверхность 5, выдерживая размер 98.5 ± 0.435 ; точить поверхности 6, выдерживая размеры 48 ± 0.31 ; $\varnothing 105.5^{+0.35}$;																		
O04	точить поверхность 10, выдерживая размер $24^0 49' \pm 1'$; точить поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 92.8^{+0.35}$, 23 ± 0.26 .																		
T05	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80;																		
T06	392190 Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73;																		
T07	392190 Резец сборный расточной T15K6 ГОСТ 9795 – 84;																		
T08	393311 Штангенциркуль ШЦЦ – I – 125 – 0.05 ГОСТ 166-89.																		
T09	393120 Калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.																		

A10	XX. XX. XX 010 4233 Токарная черновая программная с ЧПУ ИОТ № 63
B11	38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 1 1 142 1
O12	Точить поверхность 1, выдерживая размер 98.6 ± 0.435 ; точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 126_{-0.4}$
O13	точить поверхность 3, выдерживая размер 92.3 ± 0.435 ; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 202_{-1.15}$.
МК	

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
															6	2		
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
Т01	396110 Патрон трёхкулачковый;																	
Т02	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																	
Т03	393311 Штангенциркуль ШЦЦ – III – 250 – 0.05 ГОСТ 166-89;																	
А04	XX. XX. XX 015 4233 Токарная чистовая программная с ЧПУ ИОТ № 63																	
Б05	38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 1 1 142 1																	
О06	Точить поверхности 7, 8 и 9, выдерживая размеры: 40 ± 0.31 , 50 ± 0.31 , $\varnothing 112^{+0.87}$;																	
О07	точить поверхность 5, выдерживая размер 98.3 ± 0.435 ;																	
О08	точить поверхность 6. выдерживая размер $\varnothing 106^{+0.87}$;																	
О09	точить фаску 2×45^0 ;																	
О10	точить поверхность 10, выдерживая размер $24^0 49' \pm 30'$;																	
О11	точить поверхность 11, выдерживая размеры $\varnothing 93.3^{+0.087}$, 23 ± 0.26 .																	
О12	нарезать резьбу на поверхности 6 – М110х2 – 9Н.																	

Т13	<i>396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;</i>
Т14	<i>392190 Резец сборный расточной Т15К6 ГОСТ 9795 – 84; 392190 Резец резьбовой внутренний Р6М5 ГОСТ 18885-73.</i>
Т15	<i>393410 Микrometer ГОСТ 6507-90; 393120 Калибр-пробка для контроля резьбы метрической ГОСТ 24997 – 90;</i>
Т16	<i>393120 Калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ – I – 125 – 0.05 ГОСТ 166-89.</i>
МК	

О13	Фрезеровать поверхности 12 и 13(6 мест), выдерживая размеры: $R19^{+0.52}$; $50^0 \pm 1^0$; $60^0 \pm 1^0$; $\varnothing 172 \pm 0.5$;
О14	фрезеровать поверхность 14 (6 мест), выдерживая размеры: $R9^{+0.36}$; $50^0 \pm 1^0$; $\varnothing 172 \pm 0.5$; 17 ± 0.215 .
Т15	XXXXXX Специальное зажимное приспособление;
Т16	391820 Фреза концевая $\varnothing 38$ с механическим креплением твёрдосплавных пластин ГОСТ 28435-90;
Т17	391820 Фреза концевая $\varnothing 18$ с механическим креплением твёрдосплавных пластин ГОСТ 17024-82.
МК	

<i>Т13</i>	<i>391790 Развёртка коническая Р6М5 ГОСТ 10083-81; 393120 Калибр-пробка для контроля отв ГОСТ2015-</i>
<i>Т14</i>	<i>393140 Калибр резьбовой М24х1 ГОСТ 24997-2004; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ – I – 250 – 0.05 ГОСТ 166-89;</i>
<i>А15</i>	<i>XX XX XX 035 5030 Термическая ИОТ № 47</i>
<i>Б16</i>	<i>Термическая печь</i>
<i>МК</i>	

6	5
---	---

A12	XX.XX.XX. 050 4131 Круглошлифовальная ИОТ № 76
Б14	38 1311 1 Круглошлифовальный ст-к с ЧПУ 3М151Ф2 1 19630 322 1 1 1 1 142 1
О15	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер Ø125 _{-0.04} .
Т16	396110 Патрон мембранный кулачковый ГОСТ 3889-80;
Т17	397130 Шлифовальный круг 3 250 25' 76.2' 24А F40 K6 V 40 м/с 2кл ГОСТ Р 52781 – 2007;
МК	

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
															6	6		
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
NO1	ГОСТ Р 52781 – 2007; 394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																	
A02	XX.XX.XX 055 4236 Внутришлифовальная черновая программная ИОТ № 76																	
B03	38 1025 7 Внутришлифовальный станок ЧПУ 3М225Ф2 1 16045 322 1 1 1 1 142 1																	
O04	Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 94^{+0.035}$; шлифовать поверхность 10, выдерживая размер $24^0 49^0 \pm 5'$.																	
O05	397130 Шлифовальный круг 1 80' 40' 50' 24A F25 K6 V 40 м/с 2кл ГОСТ Р 52781 – 2007;																	
A06	396110 Патрон мембранный кулачковый ГОСТ 3889 – 80; 394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																	
A07	XX.XX.XX. 085 0130 Промывка ИОТ № 59																	
B08	X74306 Промывочный агрегат мод. М2-400																	
O09	Тщательно промыть все поверхности																	

<i>A10</i>	<i>XX.XX.XX. 90 0220 Контрольная ИОТ № 91</i>
<i>B11</i>	<i>X92122 Плита 1 – 1 – 630 x 400 ГОСТ 10905 - 86</i>
<i>O12</i>	<i>Контролировать 50% всех размеров</i>
<i>МК</i>	