

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 Разработка технологического процесса изготовления обоймы
трехкулачкового патрона

Студент(ка)	<u>Скоробогатов А.А.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Горина Л.Н.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Зубкова Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

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 _____ Скоробогатов Александр Александрович _____ гр. _____ ТМбз-1101 _____

1. Тема _____ Разработка технологического процесса изготовления обоймы
трехкулачкового патрона токарного 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 станочного приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на проектирование технологического процесса изготовления обоймы трехкулачкового патрона. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На токарную операцию разработано автоматизированное зажимное устройство. Спроектирован режущий инструмент – концевая фреза. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	5
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
1.1 Служебное назначение и условия работы детали	6
1.2 Классификация поверхностей	6
1.3. Анализ требований к поверхностям детали	7
1.4. Формулировка задач работы	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	10
2.1 Определение типа производства	10
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	10
2.3 Выбор метода получения заготовки	11
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали	15
2.6 Определение припусков	18
2.7 Проектирование заготовки	23
2.8 Выбор средств технологического оснащения	25
2.9 Расчет режимов резания	31
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	57
3.1 Проектирование станочного приспособления	57
3.2 Проектирование режущего инструмента	60
4 ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности, а также темпы перехода их на новые технологии и технику в значительной степени зависят от уровня развития промышленности.

Перед технологами-машиностроителями стоят задачи дальнейшего развития и увеличения выпуска машин, повышения их качества, снижения трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления, внедрения переменного-поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов.

Серийный тип производства машин стал возможным в связи с развитием высокопроизводительных методов производства, а дальнейшее повышение точности, мощности, КПД, износостойкости и других показателей работы машин было достигнуто в результате разработки новых технологических методов и процессов. Именно поэтому важно, чтобы на предприятиях серийного производства технологические процессы были более совершенными. Отсюда вытекает цель работы: разработка технологического процесса изготовления обоймы трехкулачкового патрона, согласно современного состояния науки и техники.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Служебное назначение и условия работы детали.

Данная деталь является втулкой, устанавливается в узле зажимного приспособления и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Деталь работает в условиях радиальных и осевых нагрузок.

Места установки сопрягаемых деталей – три наклонных отверстия под тяги, торцовые пазы для установки кулачков, резьбовая поверхность для крепления тяги, три резьбовых отверстия а также шесть ступенчатых отверстия под крепежи.

1.2 Классификация поверхностей.

Пронумеруем все поверхности детали и систематизируем их по назначению.

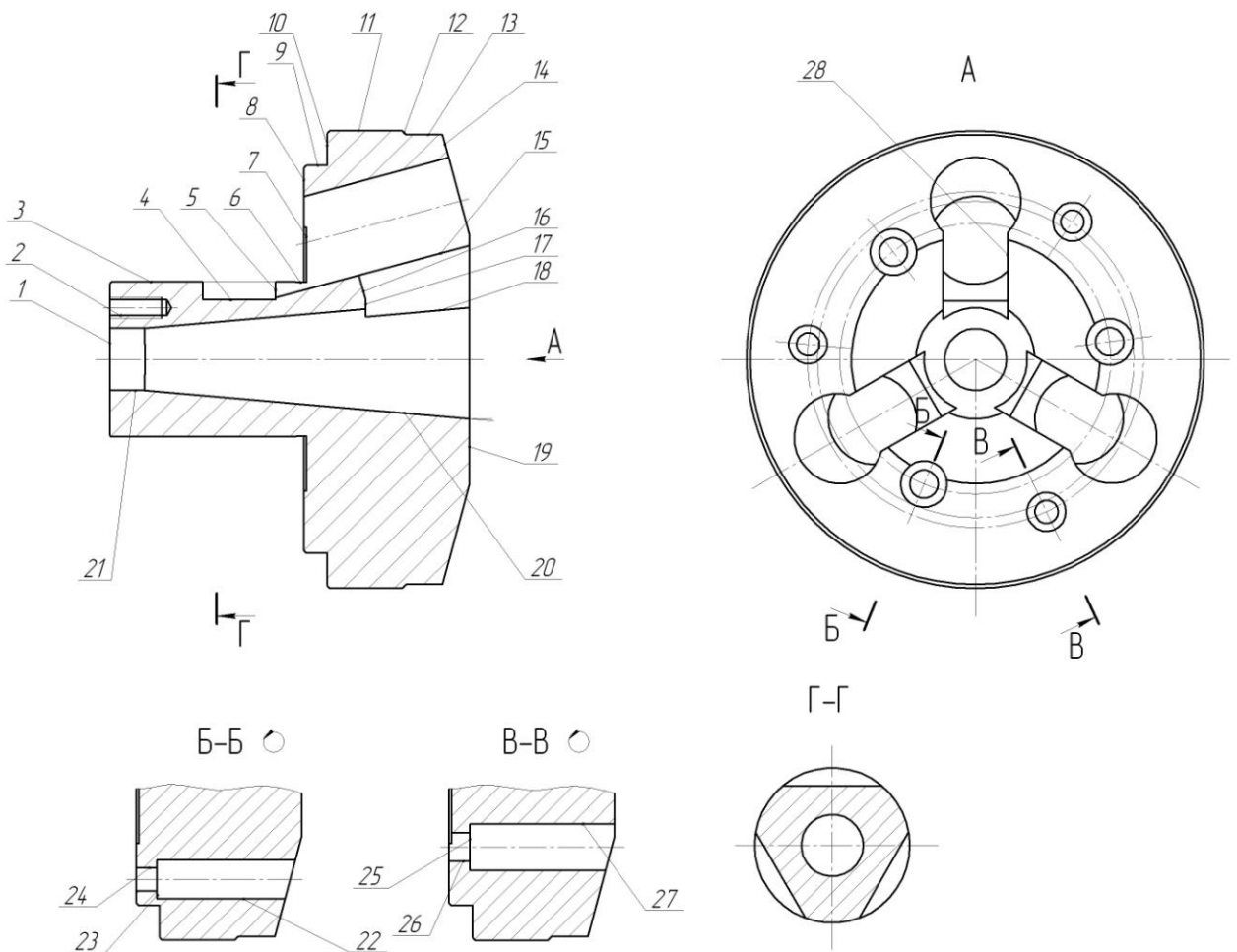


Рисунок 1.1. Эскиз детали.

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

Эскиз детали и нумерация поверхностей представлены на рис. 1.1, результаты систематизации заносим в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	15, 28
Основные конструкторские базы	3, 8
Вспомогательные конструкторские базы	1, 2, 9, 17, 21, 23, 25
Свободные поверхности	остальные

1.3. Анализ требований к поверхностям детали.

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

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

Сталь	С	Cr	не более			Mn	Ni	Si
			P	S	Cu			
19ХГН	0,17-0,23	0,45-0,75	0,035	0,3	0,7-1,1	1,0-1,4	0,17-0,37	

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

Сталь	σ_T	σ_B	δ_5	Ψ
19ХГН	590	700	14	50

Сталь 19ХГН – среднелегированная.

Физико-химические и механические свойства материала обеспечивают нормальную работу обоймы в патроне. Материал не является дефицитным.

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

Точность и шероховатость рабочих поверхностей определяются условиями работы обоймы. Уменьшение точности приведет к снижению точности установки обоймы в патроне и надежности его работы. Увеличение шероховатости этих поверхностей приведет к снижению надежности сопряжений и интенсивному изнашиванию поверхностей.

Для выхода резца и шлифовального круга предусмотрена канавка.

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

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

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

1.4. Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали можно сформулировать следующие задачи дипломной работы, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении – разработка технологического процесса изготовления обоймы трехкулачкового патрона, согласно современного состояния науки и техники.

Эти задачи, как правило, сводятся к следующим:

- 1) Определить тип производства и выбрать стратегию разработки техпроцесса.
- 2) Выбрать оптимальный метод получения заготовки, рассчитать маршруты на обработку поверхностей.
- 3) Разработать технологический маршрут, выбрать схемы базирования заготовок и составить план обработки.

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

5) Рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку.

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

Решению этих задач посвящены следующие разделы работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Тип производства зависит от двух факторов: заданного программы выпуска и трудоемкости изготовления детали. Не редко трудоемкость (при определении типа производства) выражают через массу детали.

В данном случае, исходными данными, определяющими тип производства, являются масса детали и заданная программа выпуска. Масса нашей детали – 8,95 кг, заданная программа выпуска детали – 5000 штук в год.

По таблице 2.1 определим тип производства

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

Для массы детали до 10 кг и при годовой программе выпуска 200-10000 штук в год получаем среднесерийное производство.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Задача раздела – в зависимости от типа производства выбрать оптимальную стратегию разработки техпроцесса – принципиальный подход к определению его составляющих (показателей техпроцесса), способствующий

обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Согласно рекомендациям [1] принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) Форма организации техпроцесса – переменнo-пoтoчнaя.
- 2) Пoвтoряeмoсть издeлий – пeриoдичeскoe пoвтoрeниe пaртий.
- 3) Зaгoтoвкa – штaмпoвкa нa ГKM или прoкaт.
- 4) Припуск нa oбрaбoткy – нeзнaчeтeльный.
- 5) Рaсчeт припускoв – пoдрoбный пo пeрeхoдaм.
- 6) Oбoрoдoвaниe – унивeрсaльнoe, спeциaлизирoвaннoe с ЧПУ.
- 7) Зaгрoзкa oбoрoдoвaния – пeриoдичeскaя смeнa дeтaлeй нa стaнкaх.
- 8) Кoэффeциeнт зaкрeплeния oпeрaций – $K_{зo}=1 \dots 40$.
- 9) Нaстрoйкa стaнкoв – пo измeритeльным инстрoмeнтaм и прибoрaм.
- 10) Oснaсткa – унивeрсaльнaя и спeциaльнaя.
- 11) Пoдрoбнoсть рaзрaбoтки – oпeрaциoннe и мaршрyтнe кaртy.
- 12) Рaсчeт рeжимoв рeзaния – пo oтрaслeвым нoрмaтивaм и эмпиричeским фoрмyлaм.
- 13) Нoрмирoвaниe – дeтaльнoe пooпeрaциoннoe.
- 14) Квaлификaция рaбoчeих – рaзличнaя.
- 15) Исполъзoвaниe дoстижeний нaукy – знaчeтeльнoe.

2.3 Выбор метода получения заготовки.

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

выполним сравнительный экономический анализ. Исходные данные представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Исходные данные

Наименование показателей	Вариант 1	Вариант 2
Вид заготовки	Штамповка на ГКМ	Прокат Ø180x112
Класс точности/сложности	4/2	-
Масса заготовки, кг	16,8	29,5
Стоимость 1 кг заготовок, принятых за базу $C_{заг}$, руб	0,315	0,115
Стоимость 1 кг стружки $C_{отх}$, руб	0,0144	0,0144
Масса детали, кг	12,8	12,8

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [2].

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

где E_n – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений;

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

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

Принимаем

$C_c = 0,495$ руб/кг – для машиностроения в целом [2];

$E_n = 0,15$ [2];

$C_k = 1,085$ руб/кг – для машиностроения в целом [2].

Тогда по формуле (2.1) имеем:

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

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [2].

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

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

k_T – коэффициент, зависящий от класса точности;

k_c – коэффициент, зависящий от группы сложности;

k_B – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

k_M – коэффициент, зависящий от марки материала;

k_P – коэффициент, зависящий от объема производства.

Принимаем

$$C_{шт} = 0,315 \text{ руб [2];}$$

$$k_T = 0,9 \text{ – для четвертого класса точности [2];}$$

$$k_c = 0,84 \text{ – для второй группы сложности [2];}$$

$$k_B = 1,14 \text{ – для заготовки массой 1,6...2,5 кг [2];}$$

$$k_M = 1,0 \text{ – для стали 45 [2];}$$

$$k_P = 1,0 \text{ [2].}$$

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 [2].

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

где $Q_{шт}$ – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг;

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

Принимаем

$$Q_{шт} = 16,8 \text{ кг – по расчету;}$$

$$q = 8,95 \text{ кг – по условию;}$$

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг – для стальной стружки [2].}$$

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 16,8 + 0,6578 (16,8 - 8,95) - (16,8 - 8,95) \cdot 0,0144 = 9,71 \text{ руб.}$$

Определяем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [2].

$$C_{mn} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (2.5)$$

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

Принимаем

$Q_{пр}=29,5$ кг – по расчету.

Тогда по формуле (2.5) имеем:

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 29,5 + 0,6578 (29,5 - 8,95) - 0,0144 (29,5 - 8,95) = 16,82 \text{ руб.}$$

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

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\mathcal{E}_z = C_{mn} - C_{му} \cdot N_z = (6,82 - 9,71) \cdot 3000 = 35550 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

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

Последовательность обработки каждой поверхности детали представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Последовательность обработки поверхностей

№	№ пов-ти	Ra, мкм	IT	Маршрут обработки поверхности
1	6,7,10,12,13,14,20	6,3	14	Токарная черновая, Токарная чистовая
2	1	0,8	9	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифование черновое, Шлифование чистовое
3	2	6,3	10	Сверлильная, Резьбонарезная
4	3,9	0,8	6	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифование черновое, Шлифование чистовое

Продолжение таблицы 2.3

5	11	0,8	7	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифование черновое, Шлифование чистовое
6	15	0,4	6	Сверлильная, Зенкерование, Развертывание
7	16,17,18	6,3	14	Фрезерная
8	19	3,2	9	Токарная черновая, Токарная чистовая
9	20	3,2	14	Токарная черновая, Токарная чистовая
10	21	2,5	10	Токарная черновая, Токарная чистовая
11	22,24,26,27	6,3	14	Сверлильная
12	23,25	6,3	14	Сверлильная, Цекование
13	28	2,5	8	Фрезерование черновое, Фрезерование чистовое

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 - Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Точность IT	Шероховатость Ra
1	2	3	4
000	Заготовительная (штамповка на ГKM)	15	40

Продолжение таблицы 2.4

005	Токарная черновая с ЧПУ 1) Точить наружные поверхности 11, 14, 19 2) Сверлить внутреннюю поверхность 21	12	12,5
010	Токарная черновая с ЧПУ Точить наружные поверхности 1, 3, 8, 9, 10	12	12,5
015	Токарная чистовая с ЧПУ 1) Точить окончательно наружные поверхности 11, 12, 13, 14, 19 2) Расточить окончательно внутренние поверхности 20, 21	9	6,3
020	Токарная чистовая с ЧПУ 1) Точить окончательно наружные поверхности 11, 12, 13, 14, 19 2) Расточить окончательно внутренние поверхности 20, 21	9	6,3
025	Сверлильная 1) Сверлить, зенкеровать и развертывать 3 отверстия Ø35мм, Ra 0,4, IT 6 2) Сверлить, рассверливать и цековать 3 ступенчатых	14	6,3

Продолжение таблицы 2.4

	отверстия Ø15мм, Ø9мм 3) Сверлить, рассверливать и цековать 3 ступенчатых отверстия Ø19мм, Ø11мм		
030	Сверлильная с ЧПУ Сверлить и нарезать резьбу 3 отверстия М6 мм.	10	6,3
035	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать поверхности 16, 17, 18 28	14 8	6,3 3,2
037	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать 3 паза поверхности 4, 5	14	6,3
040	Термическая Цементировать поверхности		
045	Шлифовальная черновая Шлифовать поверхности 9, 10, 11	8	1,25
050	Шлифовальная черновая Шлифовать поверхности 1, 3, 8	8	1,25
055	Шлифовальная чистовая Шлифовать поверхности 9 10 11	6 14 7	0,8 0,8 0,8

Продолжение таблицы 2.4

060	Шлифовальная чистовая		
	Шлифовать поверхности 1	9	0,8
	3	6	0,8
	8	14	0,8
065	Моечная Мыть и сушить все поверхности		

2.6 Определение припусков.

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

При данном способе получения заготовки – штамповка, на базовый размер наружной поверхности $\varnothing 177JS7^{(+0,020)}_{(-0,020)}$, который является основным, определяем припуск на цилиндрическую поверхность расчетно-экономическим способом, а остальные припуски назначаем по таблицам.

Исходные данные:

$$1. D = 177^{(+0,020)}_{(-0,020)} \text{ мм}; L = 30; Ra = 0,8 \text{ мкм.}$$

На данную поверхность назначаем переходы:

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

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_d,$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_d – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.5.

По формуле

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 6,3 = 1,575, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,40 = 0,10, \text{ мм.}$$

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

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,16 = 0,040, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,063 = 0,016, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,040 = 0,010, \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки ε заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае до термообработки заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, так как присутствуют большие силы резания и обеспечивается достаточная точность.

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

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

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{1,575^2 + 0,025^2} = 1,983, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,10^2 + 0} = 0,30, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{\partial 0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,040^2 + 0^2} = 0,14, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\sigma_{3,3}^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,016^2 + 0} = 0,046, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,575 + 0,5 \sqrt{6,3 + 0,40} = 4,925, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,30 + 0,5 \sqrt{0,40 + 0,10} = 0,55, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \sqrt{d_2 + Td_3} = 0,14 + 0,5 \sqrt{0,10 + 0,063} = 0,222, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,046 + 0,5 \sqrt{0,063 + 0,040} = 0,098, \text{ мм.}$$

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

$$d_{4\min} = 176,980 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = 177,020 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 177,020 + 2 \cdot 0,046 = 177,112, \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 177,112 + 0,040 = 177,152, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 177,152 + 2 \cdot 0,14 = 177,432, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 177,432 + 0,160 = 177,592, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} - 0,999 = 177,592 - 0,999 = 177,414, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 177,414 + 0,100 = 177,514, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 177,514 + 2 \cdot 0,30 = 178,114, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 178,114 + 0,400 = 178,914, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 178,914 + 2 \cdot 1,983 = 182,88, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 182,88 + 6,3 = 189,18, \text{ мм.}$$

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

$$d_{cpi} = 0,5 \sqrt{d_{i\max} + d_{i\min}}$$

$$d_{cp0} = 0,5 \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = 0,5 \sqrt{189,18 + 182,88} = 186,03, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5 \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = 0,5 \sqrt{178,914 + 178,114} = 178,5140, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2max} + d_{2min}) = 0,5(177,514 + 177,414) = 177,464, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(177,152 + 177,112) = 177,132, \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(177,020 + 176,980) = 177,000, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

$$2Z_{min} = d_{0min} - d_{4max}.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4.$$

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

$$2Z_{min} = 182,88 - 177,020 = 5,86, \text{ мм.}$$

$$2Z_{max} = 5,86 + 6,3 + 0,040 = 12,2, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(12,2 + 5,86) = 9,03, \text{ мм.}$$

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

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.5 - Припуски и операционные размеры на пов. $\varnothing 177JS7^{(+0,020}_{-0,020)}$ 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	6,3	0,4	1,575	-	-	-	-	182,88	189,18	186,03
1	Точение черновое	12	0,40	0,2	0,10	0,025	1,98	4,925	3,459	178,114	178,914	178,514
2	Точение чистовое	9	0,100	0,1	0,025	0	0,30	0,550	0,425	177,414	177,514	177,464
3	Термическая обработка	10	0,160	0,25	0,040	-	-	-	-	177,432	177,592	177,512
4	Шлифование черновое	8	0,063	0,03	0,016	0	0,140	0,222	0,181	177,112	177,152	177,132
5	Шлифование чистовое	7	0,040	0,02	0,010	0	0,046	0,098	0,072	176,980	177,020	177,000
Суммарный припуск $2Z$							$2Z_{\min}=4,773$	$2Z_{\max}=9,795$	$2Z_{\text{cp}}=7,284$			

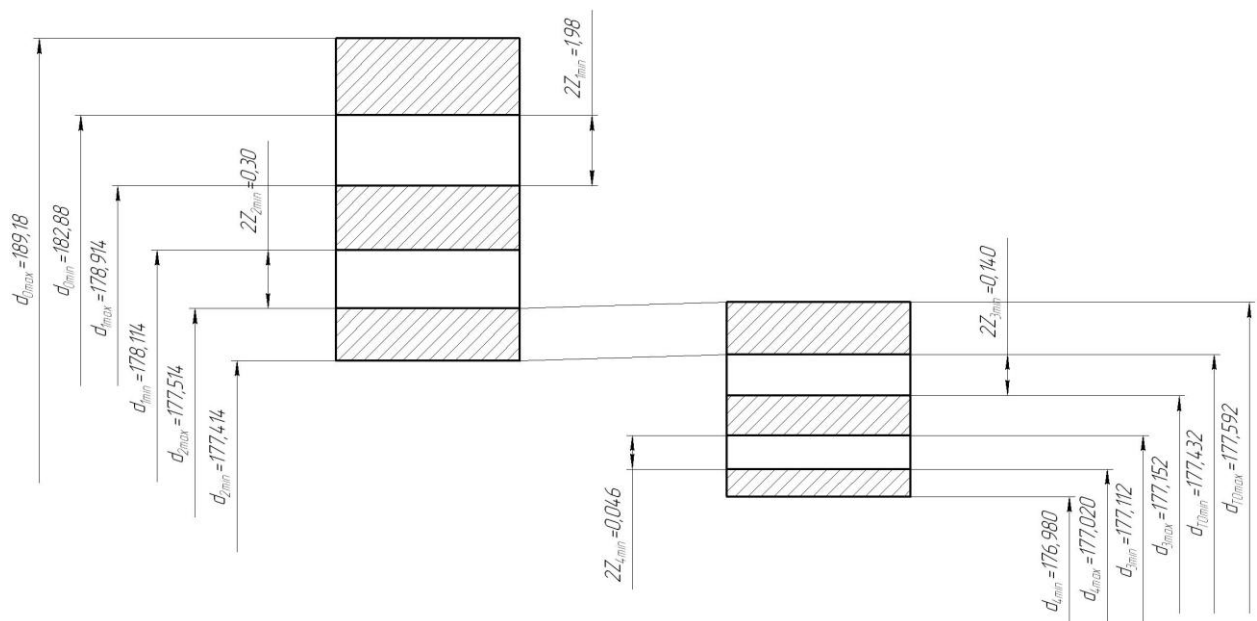


Рисунок 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность $\varnothing 177\text{JS7} \begin{pmatrix} +0,020 \\ -0,020 \end{pmatrix}$.

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки необходимо учитывать следующие пункты:

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

5.2.1 Назначение припусков.

Определим основные припуски на размеры, исходя из размеров и шероховатости [3]. Также определим дополнительные припуски, учитывающие отклонения смещения разъема штампа. Рассчитав припуски по методике [3], занесем их в табл. 2.6.

Таблица 2.6 - Припуски под обработку

Номинальный размер, мм	Допуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø184	+4,2 -2,1	Ø184x146
Ø67	+3,3 -1,7	
146	+4,2 -2,1	

2) Назначение допусков.

Определим допуски на номинальные размеры детали по данным [3].
Значения допусков сведем в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Допуски на размеры

Номинальный размер детали, мм	Допуск на заготовку, мм	Размер заготовки, мм
Ø184	6,3	Ø184 ^{+4,2} _{-2,1}
Ø67	5,0	Ø67 ^{+3,3} _{-1,7}
146	6,3	146 ^{+4,2} _{-2,1}
Ø96	5,0	Ø96 ^{+3,3} _{-1,7}
Ø147	6,3	Ø147 ^{+4,2} _{-2,1}
75	5,0	75 ^{+3,3} _{-1,7}

3) Назначение штамповочных уклонов и радиусы закругления углов.

Определим штамповочные уклоны и радиусы закругления углов [3].

Штамповочные уклоны на наружные поверхности $-3...7^{\circ}$, на внутренние поверхности -7° .

Радиусы закруглений углов на глубину полости ручья штампа, мм:

до 50 – 3;

свыше 50 – 5.

Допускаемая величина заусенцев [З] – 4 мм.

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

Модель заготовки представлена на рис. 2.1.

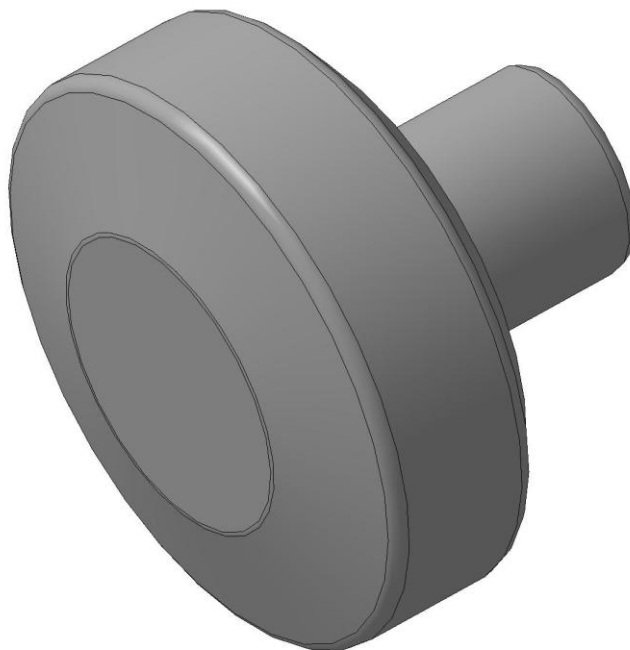


Рисунок 2.2. Заготовка

Чертеж штамповки представляем на чертеже заготовки в графической части работы.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

2.8.1 Выбор оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Выбор технологического оборудования

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Токарная с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1

Продолжение таблицы 2.8

010 Токарная с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
015 Токарная с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
020 Токарная с ЧПУ	Токарный патронный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
025 Сверлильная	Сверлильно-фрезерно-расточной станок ИР1600МФ4
030 Сверлильная с ЧПУ	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1
035 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Т13Ф20
037 Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6Т13
045 Шлифовальная черновая	Торцекруглошлифовальный станок ХШ4-12
050 Шлифовальная черновая	Торцекруглошлифовальный станок ХШ4-12
055 Шлифовальная черновая	Торцекруглошлифовальный станок ХШ4-12
060 Шлифовальная черновая	Торцекруглошлифовальный станок ХШ4-12

2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Выбор приспособлений

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Токарная с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
010 Токарная с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
015 Токарная с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
020 Токарная с ЧПУ	Самоцентрирующий трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
025 Сверлильная с ЧПУ	Специальный наладимый кондуктор
030 Сверлильная с ЧПУ	Специальное безналадочное приспособление с кулачковой оправкой
035 Фрезерная с ЧПУ	Специальное безналадочное приспособление с кулачковой оправкой и лимбом
037 Фрезерная	Универсальная делительная головка ГОСТ 8615-89
045 Шлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
050 Шлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
045 Шлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
050 Шлифовальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80

2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10. Выбор режущего инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Токарная с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73; 3) Сверло спиральное P6M5 ГОСТ 10902-77
010 Токарная с ЧПУ	1) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73;
015 Токарная с ЧПУ	1) Резец расточной T15K6 ГОСТ 18062-72; 2) Резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-73; 3) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73.
020 Токарная с ЧПУ	1) Резец сборный канавочный правый T15K6 ТУ2 035-558-77; 2) Резец сборный проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73.

Продолжение таблицы 2.10

025 Сверлильная с ЧПУ	<p>1) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77;</p> <p>2) Зенкер Р6М5 ГОСТ 21586-76;</p> <p>3) Развертка Р6М5Ф3 ОСТ2 И26-1-74;</p> <p>4) Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 ГОСТ 4010-77;</p> <p>5) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77;</p> <p>6) Цековка цилиндрическая ГОСТ 26258-87;</p> <p>7) Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 ГОСТ 4010-77;</p> <p>8) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77;</p> <p>9) Цековка цилиндрическая ГОСТ 26258-87.</p>
030 Сверлильная с ЧПУ	<p>1) Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 ГОСТ 4010-77;</p> <p>2) Метчик Р6М5 ГОСТ 18839-73.</p>
035 Фрезерная с ЧПУ	<p>1) Фреза концевая ГОСТ 17026-71;</p> <p>2) Фреза концевая ГОСТ 17026-71.</p>
037 Фрезерная	Фреза концевая ГОСТ 17026-71.
045 Шлифовальная	Шлиф круг 7 350х60х150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007;

Продолжение таблицы 2.10

050 Шлифовальная	Шлиф круг 7 350x60x150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007;
055 Шлифовальная	Шлиф круг 7 350x60x150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007;
060 Шлифовальная	Шлиф круг 7 350x60x150 14AF80L7V 30м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007;

2.8.4 Выбор средств контроля.

Выберем средства контроля и сведем данный выбор в таблицу 2.11.

Таблица 2.11. Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Токарная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80;
010 Токарная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80;
015 Токарная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80; Калибр-пробка для контроля отверстия Ø8мм ГОСТ 3882-77; Микрометр ГОСТ 6507-90.
020 Токарная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80; Микрометр ГОСТ 6507-90.
025 Сверлильная с ЧПУ	Набор калибров-пробок для контроля отверстий Ø35мм, Ø9мм, Ø11мм ГОСТ 3882-77

Продолжение таблицы 2.11

030 Сверлильная с ЧПУ	Калибр-пробка для контроля отверстий Ø8мм ГОСТ 3882-77
035 Фрезерная с ЧПУ	Калибр-пробка для контроля отверстий Ø30мм ГОСТ 3882-77
037 Фрезерная	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-80
045 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
050 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
055 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80
060 Шлифовальная	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80

2.9 Расчет режимов резания.

2.9.1 Режимы резания на операцию 005 Токарная черновая с ЧПУ.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [4].

Переход 1. Точить торец в размер $143,5 \pm 0,2$, точить конусную поверхность под углом 15° , точить наружную поверхность $\varnothing 178,14_{-0,4}$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [4] определим подачу $S_0 = 0,5$ мм/об.

По [4] определим скорость $V_0 = 150$ 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

$K_1=1,1$ – для стали НВ=217МПа [4];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [4];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава марки Т15К6 [4];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^0$ [4].

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 178,14} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 178,14 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{142}{80} = 1,78 \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить отверстие $\varnothing 23^{+0,21}$.

Глубина резания $t = 11,5$ мм.

По [4] определим подачу $S=0,10$ 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 сверла, 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.

Примем

$$K_{MV} = 1,25 \text{ – для стали } \sigma_b \leq 750 \text{ МПа [4];}$$

$$K_{UV} = 0,4 \text{ – для инструментального материала Р6М5;}$$

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

$$\text{Отсюда } K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

Скорость резания определим, приняв для этого:

$$D=23\text{мм}; t=11,5\text{мм}; S_0=0,10\text{мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; \\ m=0,2; T=25\text{мин}.$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 23^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 11,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 64,6 \text{ м/мин}.$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 64,6}{3,14 \cdot 23} = 894 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 800}{1000} = 57,8 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим, приняв для этого:

$$C_M=0,035; D=8\text{мм}; S_0=0,10\text{мм/об}; q=2,0; y=0,8; K_p=0,85.$$

Окончательно по формуле (8.3) имеем:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 23^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 24,94 \text{ Н} \cdot \text{м} = 24940 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{24,94 \cdot 1000}{9750} = 2,56 \text{ кВт.}$$

$$N < N_{\phi} = 4 \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}} = 1; L_{\text{рх}} = 140 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем

$$T = \frac{1 \cdot 140}{80} = 1,75 \text{ мин.}$$

2.9.2 Режимы резания на операцию 010 Токарная черновая с ЧПУ.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [4].

Точить торцы в размеры $142 \pm 0,2$, $64,57 \pm 0,15$, $55,57 \pm 0,15$, точить шейки в размеры $\varnothing 151,14_{-0,4}$, $\varnothing 61,14_{-0,3}$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [9] определим подачу $S_0 = 0,5$ мм/об.

По [9] определим скорость $V_0 = 150$ 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

$K_1 = 1,1$ – для стали НВ=217МПа [4];

$K_2 = 0,88$ – для поверхности с коркой [4];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава марки Т15К6 [4];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [4].

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 178,14} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 178,14 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{172,7}{80} = 2,16 \text{ мин.}$$

2.9.3 Режимы резания на операцию 015 Токарная чистовая с ЧПУ.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [4].

Переход 1. Точить торец в размер $139,5 \pm 0,1$, точить конусную поверхность под углом 15° , точить наружную поверхность $\varnothing 177,14_{-0,1}$, точить $\varnothing 174_{-1,0}$ и угол 45° .

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

По [4] определим подачу $S_0=0,5$ мм/об.

По [4] определим скорость $V_0=150$ 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

$K_1=1,1$ – для стали НВ=217МПа [4];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [4];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава марки Т15К6 [4];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [4].

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 177,14} = 169,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 177,14 \cdot 160}{1000} = 89 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{110}{80} = 1,38 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить внутреннее отверстие в размеры $\varnothing 24 \pm 0,05$, $\varnothing 46^{+0,062}$, $\alpha=5^\circ$.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

По [4] определим подачу $S_0=0,5$ мм/об.

По [4] определим скорость $V_0=150$ 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

$K_1=1,1$ – для стали НВ=217МПа [4];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [4];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава марки Т15К6 [4];

$K_4=1,0$ – для резца с $\varphi=45^\circ$ [4].

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 46} = 654 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 630}{1000} = 91 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{140}{315} = 0,44 \text{ мин.}$$

2.9.4 Режимы резания на операцию 020 Токарная чистовая с ЧПУ.

Режимы резания выберем, пользуясь литературой [4].

Точить торцы в размеры $139,14 \pm 0,05$, $64,14 \pm 0,037$, $55,14 \pm 0,037$, точить шейки в размеры $\varnothing 150,14_{-0,1}$, $\varnothing 60,14_{-0,037}$, выполнить канавку.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

По [4] определим подачу $S_0=0,5$ мм/об.

По [4] определим скорость $V_0=150$ 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

$K_1=1,1$ – для стали НВ=217МПа [4];

$K_2=0,88$ – для поверхности с коркой [4];

$K_3=0,65$ – для инструмента из твердого сплава марки Т15К6 [4];

$K_4=1,0$ – для резца с $\phi=45^\circ$ [4].

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 177,14} = 169,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 177,14 \cdot 160}{1000} = 89 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{174,7}{80} = 2,18 \text{ мин.}$$

2.9.5 Режимы резания на операцию 025 Сверлильная с ЧПУ.

I переход. Сверлить, зенкеровать и развертывать 3 отверстия $\phi 35\text{H}6^{(+0,016)}$.

Глубина резания при сверлении $t = 17,23$ мм, при зенкеровании $t = 0,25$, при развертывании $t = 0,02$.

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

Скорость резания при сверлении определим по формуле:

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

где D – диаметр сверла, 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.

Примем

$$K_{MV} = 1,25 \text{ – для стали } \sigma_b \leq 750 \text{ МПа [4];}$$

$$K_{UV} = 0,4 \text{ – для инструментального материала Р6М5;}$$

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

$$\text{Отсюда } K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

Скорость резания определим по формуле (8.2), приняв для этого:

$$D=34,46\text{мм}; t=17,23\text{мм}; S_0=0,10\text{мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; \\ m=0,2; T=25\text{мин}.$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 34,46^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 17,23^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 75,9 \text{ м/мин}.$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 75,9}{3,14 \cdot 34,46} = 701,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34,46 \cdot 630}{1000} = 68,2 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим, приняв для этого:

$C_m=0,035$; $D=34,46\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $q=2,0$; $y=0,8$; $K_p=0,85$.

Окончательно имеем:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 34,46^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 56 \text{ Н} \cdot \text{м} = 56000 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{56 \cdot 1000}{9750} = 5,74 \text{ кВт}.$$

$$N < N_{\phi} = 7 \text{ кВт}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин}.$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв}=3; L_{px}=86 \text{ мм}.$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 86}{63} = 4,10 \text{ мин}.$$

Переход 2. Зенкеровать 3 отверстия $\varnothing 34,96^{+0,039}$.

Скорость резания при зенкеровании определим, приняв для этого:

$$D=34,96\text{мм}; t=17,48\text{мм}; S_0=0,60\text{мм/об}; C_v=7,0; K_v=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=25\text{мин}.$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 34,96^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 17,48^0 \cdot 0,60^{0,7}} \cdot 0,5 = 183,8 \text{ м/мин}.$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 183,8}{3,14 \cdot 34,96} = 1674 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1600 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\delta} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34,96 \cdot 1600}{1000} = 175,6 \text{ м/мин}.$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв}=3; L_{рх}=86 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 86}{0,6 \cdot 1600} = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 3. Развертывать 3 отверстия $\varnothing 35^{+0,016}$.

Скорость резания при развертывании определим, приняв для этого:

$$D=35\text{мм}; t=17,5\text{мм}; S_0=1,35\text{мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=25\text{мин.}$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 35^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 17,5^0 \cdot 1,35^{0,7}} \cdot 0,5 = 12,4 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 12,4}{3,14 \cdot 35} = 112,8 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=100 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 100}{1000} = 11,0 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв}=3; L_{рх}=86 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 86}{135} = 1,91 \text{ мин.}$$

Переход 4. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 18^{+0,43}$.

Скорость резания при зенкерования определем, приняв для этого:

$D=18\text{мм}$; $t=9\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25\text{мин}$.

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 18^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 9^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 58,6 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 58,6}{3,14 \cdot 18} = 1037 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 1000}{1000} = 56,5 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=3; L_{\text{px}}=56 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 56}{0,1 \cdot 1000} = 1,68 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить 3 отверстия $\phi 11^{+0,43}$.

Скорость резания при зенкерования определем, приняв для этого:

$D=11\text{мм}$; $t=5,5\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25\text{мин}$.

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 11^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 48,1 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 48,1}{3,14 \cdot 11} = 1392 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 1250}{1000} = 43,2 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=3; L_{\text{рх}}=56 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 65}{0,1 \cdot 1250} = 1,56 \text{ мин.}$$

Переход 6. Сверлить 3 отверстия $\phi 15^{+0,43}$.

Скорость резания при зенкерованиях определим, приняв для этого:

$$D=15 \text{ мм}; t=7,5 \text{ мм}; S_0=0,10 \text{ мм/об}; C_v=7,0; K_v=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2;$$

$$T=25 \text{ мин.}$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 15^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 7,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 54,4 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 54,4}{3,14 \cdot 15} = 1154 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=1000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 1000}{1000} = 47,1 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=3; L_{\text{рх}}=56 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 56}{0,1 \cdot 1000} = 1,68 \text{ мин.}$$

Переход 7. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 9^{+0,36}$.

Скорость резания при сверлении определим, приняв для этого:

$D=9\text{мм}$; $t=4,5\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25\text{мин.}$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 9^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 1 = 44,4 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 44,4}{3,14 \cdot 9} = 1571 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 1250}{1000} = 35,3 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$n_{\text{отв}}=3$; $L_{\text{рх}}=65 \text{ мм.}$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 65}{0,1 \cdot 1250} = 1,56 \text{ мин.}$$

Переход 8. Цековать 3 отверстия $\varnothing 18^{+0,43}$.

Скорость резания при цековании определим, приняв для этого:

$D=18\text{мм}$; $t=9\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25\text{мин.}$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 18^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 9^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 29,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 29,3}{3,14 \cdot 18} = 518 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 500}{1000} = 28,3 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}} = 3; L_{\text{рх}} = 10 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 10}{0,1 \cdot 500} = 0,6 \text{ мин.}$$

Переход 9. Цековать 3 отверстия $\varnothing 15^{+0,43}$.

Скорость резания при цековании определим, приняв для этого:

$$D = 15 \text{ мм}; t = 7,5 \text{ мм}; S_0 = 0,10 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2;$$

$$T = 25 \text{ мин.}$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 15^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 7,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 27,2 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 27,2}{3,14 \cdot 15} = 577 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 500}{1000} = 23,6 \text{ м/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=3; L_{\text{рх}}=10 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 10}{0,1 \cdot 500} = 0,6 \text{ мин.}$$

2.9.6 Режимы резания на операцию 030 Сверлильная с ЧПУ.

Переход 1. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 6,75^{+0,3}$ на длину $25^{+0,052}$.

Глубина резания при сверлении $t = 3,4$ мм.

По [4] определим подачу $S=0,10$ мм/об.

Скорость резания при сверлении определим по формуле:

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

где D – диаметр сверла, 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.

Примем

$$K_{MV} = 1,25 \text{ – для стали } \sigma_{\text{в}} \leq 750 \text{ МПа [4];}$$

$$K_{UV} = 0,4 \text{ – для инструментального материала Р6М5;}$$

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

$$\text{Отсюда } K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

Скорость резания определим по, приняв для этого:

$D=6,75\text{мм}; t=3,4\text{мм}; S_0=0,10\text{мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7;$
 $m=0,2; T=25\text{мин.}$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 6,75^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,4^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 6,75} = 882 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,75 \cdot 800}{1000} = 18,6 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим, приняв для этого:

$$C_M=0,035; D=6,75\text{мм}; S_0=0,10\text{мм/об}; q=2,0; y=0,8; K_p=0,85.$$

Окончательно имеем:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 6,75^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 2,58 \text{ Н} \cdot \text{м} = 2580 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{2580 \cdot 800}{9750} = 0,21 \text{ кВт.}$$

$$N < N_{\phi} = 4 \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв}=3; L_{рх}=23,73 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{3 \cdot 23,73}{80} = 0,89 \text{ мин.}$$

Переход 2. Нарезать резьбу М8 на длину 20 мм.

Глубина резания $t = 0,63$ мм.

Назначим скорость резания $V=3$ м/мин. [4]

Подача S_0 будет равна шагу нарезаемой резьбы.

$S_0 = p = 1,5$ мм/об.

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

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 8} = 119 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 100}{1000} = 2,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}} = 3; L_{\text{рх}} = 20 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T = \frac{3 \cdot 20}{150} = 0,4 \text{ мин.}$$

2.9.7 Режимы резания на операцию 035 Фрезерная с ЧПУ.

Переход 1. Фрезеровать три паза шириной $24^{+0,084}$ длиной 40 мм.

Глубина резания $t = 2$ мм количество проходов 12.

По [4] определим подачу $S=0,10$ 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.

Примем

$K_{MV} = 1,25$ – для стали $\sigma_b \leq 750$ МПа [4];

$K_{UV} = 0,4$ – для инструментального материала Р6М5;

$K_{LV} = 1,0$.

Отсюда $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$.

Скорость резания определим, приняв для этого:

$D=24$ мм; $t=2$ мм; $S_0=0,10$ мм/об; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25$ мин.

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 24^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 32,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 32,9}{3,14 \cdot 24} = 437 \text{ мин}^{-1}.$$

$n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 400}{1000} = 30,1 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим, приняв для этого:

$C_M=0,035$; $D=24$ мм; $S_0=0,10$ мм/об; $q=2,0$; $y=0,8$; $K_p=0,85$.

Окончательно имеем:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 24^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 27,2 \text{ Н} \cdot \text{м} = 27200 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{27,2 \cdot 400}{9750} = 1,12 \text{ кВт}.$$

$$N < N_{\phi} = 10 \text{ кВт}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 400 = 40 \text{ мм/мин}.$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв} = 3; L_{рх} = 40 \text{ мм}.$$

Окончательно имеем:

$$T = \frac{3 \cdot 12 \cdot 40}{80} = 18,0 \text{ мин}.$$

Переход 2. Фрезеровать три паза шириной $25^{+0,033}$ длиной 40 мм.

Скорость резания определим, приняв для этого:

$$D = 25 \text{ мм}; t = 0,5 \text{ мм}; S_0 = 0,30 \text{ мм/об}; C_v = 7,0; K_v = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2;$$

$$T = 25 \text{ мин}.$$

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 25^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 33,4 \text{ м/мин}.$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 33,4}{3,14 \cdot 25} = 425,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 400}{1000} = 31,4 \text{ м/мин}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 400 = 40 \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=3; L_{\text{рх}}=40 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T = \frac{3 \cdot 40}{40} = 3,0 \text{ мин.}$$

2.9.8 Режимы резания на операцию 037 Фрезерная.

Фрезеровать три паза шириной $28^{+0,52}$ длиной 40 мм.

Глубина резания $t = 7$ мм.

По [4] определим подачу $S=0,10$ 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.

Примем

$$K_{MV} = 1,25 \text{ – для стали } \sigma_b \leq 750 \text{ МПа [4];}$$

$$K_{UV} = 0,4 \text{ – для инструментального материала Р6М5;}$$

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

Отсюда $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$.

Скорость резания определим, приняв для этого:

$D=28\text{мм}$; $t=7\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $C_V=7,0$; $K_V=0,5$; $q=0,4$; $x=0$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$T=25\text{мин}$.

Окончательно имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 28^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 7^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 34,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 34,9}{3,14 \cdot 28} = 397 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 400}{1000} = 35,2 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

Крутящий момент $M_{кр}$ определим, приняв для этого:

$C_M=0,035$; $D=28\text{мм}$; $S_0=0,10\text{мм/об}$; $q=2,0$; $y=0,8$; $K_p=0,85$.

Окончательно имеем:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 28^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 37,0 \text{ Н} \cdot \text{м} = 37000 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{37,0 \cdot 400}{9750} = 1,52 \text{ кВт.}$$

$$N < N_{\phi} = 10 \text{ кВт.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 400 = 40 \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим, приняв для этого:

$$n_{отв}=3; L_{px}=40 \text{ мм.}$$

Окончательно имеем:

$$T = \frac{3 \cdot 40}{40} = 3,0 \text{ мин.}$$

2.9.8 Режимы резания на операцию 045 Шлифовальная черновая с ЧПУ.

Шлифовать одновременно две поверхности 8 и 9, выдерживая размеры $\varnothing 150,02_{-0,063}$ мм и $55,02 \pm 0,37$ мм, шлифовать поверхность 11 выдерживая размер $\varnothing 177,03_{-0,063}$ мм.

Характеристики шлифовального круга:

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость - 25;

Твердость - СМ2;

Структура – 7;

Связка – К.

Режимы резания определим, пользуясь данными [4].

Определим скорость резания $V=35$ м/с [4].

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

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [4].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 177,02} = 63,0 \text{ об/мин.}$$

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 [4].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{8+10}{500} + \frac{9+31}{500} + 0,05 = 0,17 \text{ мин.}$$

2.9.9 Режимы резания на операцию 050 Шлифовальная черновая с ЧПУ.

Шлифовать одновременно две поверхности 3 и 8, выдерживая размеры $\varnothing 60,02^{(-0,030)}_{(-0,076)}$ мм и $64,02 \pm 0,37$ мм, шлифовать поверхность 1 выдерживая размер $139,02 \pm 0,070$ мм.

Характеристики шлифовального круга:

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость - 25;

Твердость - СМ2;

Структура – 7;

Связка – К.

Режимы резания определим, пользуясь данными [4].

Определим скорость резания $V=35$ м/с [4].

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

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [4].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 177,02} = 63,0 \text{ об/мин.}$$

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 [4].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{150}{500} + 0,05 = 0,37 \text{ мин.}$$

2.9.10 Режимы резания на операцию 055 Шлифовальная чистовая с ЧПУ.

Шлифовать одновременно две поверхности 8 и 9, выдерживая размеры $\varnothing 150 \pm 0,0125$ мм и $55 \pm 0,37$ мм, шлифовать поверхность 11 выдерживая размер $\varnothing 177 \pm 0,02$ мм.

Характеристики шлифовального круга:

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость - 25;

Твердость - СМ2;

Структура – 7;

Связка – К.

Режимы резания определим, пользуясь данными [4].

Определим скорость резания $V=35$ м/с [4].

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

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [4].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 177} = 63,0 \text{ об/мин.}$$

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 [4].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{8+10}{500} + \frac{9+31}{500} + 0,05 = 0,17 \text{ мин.}$$

2.9.11 Режимы резания на операцию 060 Шлифовальная чистовая с ЧПУ.

Шлифовать одновременно две поверхности 3 и 8, выдерживая размеры $\varnothing 60_{(-0,049)}^{-0,030}$ мм и $64 \pm 0,37$ мм, шлифовать поверхность 1 выдерживая размер $139 \pm 0,050$ мм.

Характеристики шлифовального круга:

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость - 25;

Твердость - СМ2;

Структура – 7;

Связка – К.

Режимы резания определим, пользуясь данными [4].

Определим скорость резания $V=35$ м/с [4].

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

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [4].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 177} = 63,0 \text{ об/мин.}$$

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 [4].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{150}{500} + 0,05 = 0,37 \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Проектирование станочного приспособления.

Задача раздела – спроектировать станочное приспособление для токарной операции, обеспечивающее надежное крепление и базирование заготовки.

На рис. 3.1 представлена теоретическая схема базирования и операционные размеры, выполняемые на операции 015 Токарная чистовая.

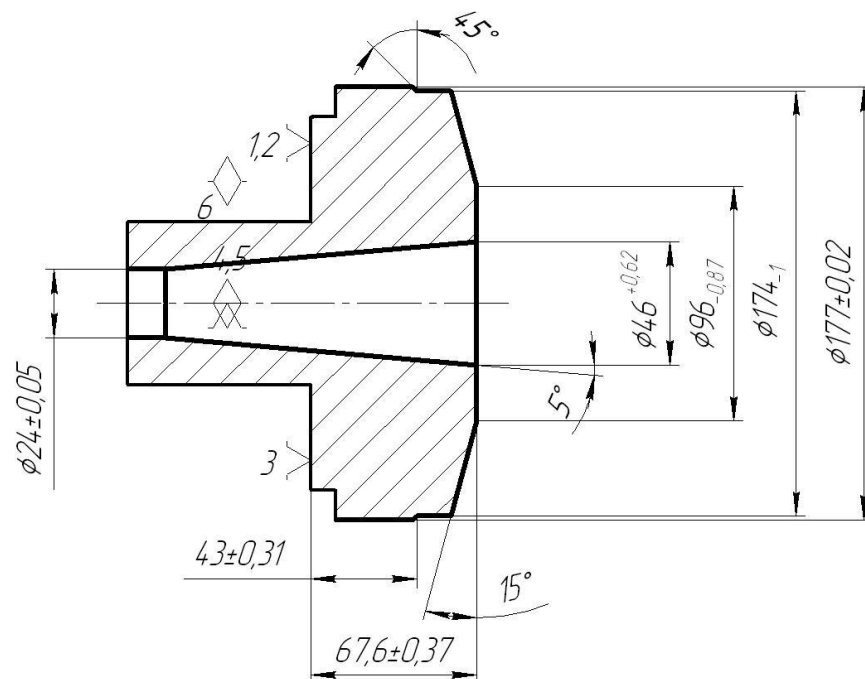


Рисунок 3.1. Схема обработки

3.1.1 Расчет усилия зажима.

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать две составляющие силы резания P_Z и P_Y , которые определяются по формуле [5]:

$$P_{Y,Z} = 10C_p t^x S^y V^n K_p,$$

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.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 91^{-0,3} \cdot 0,9 = 107,1 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 91^{-0,15} \cdot 0,9 = 204 \text{ Н.}$$

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится повернуть заготовку в кулачках и равен [5]:

$$M_P = (P_Z \cdot d_0) / 2,$$

где P_Z - сила резания, Н

d_0 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый по формуле:

$$M_3 = W \cdot f \cdot d_3 / 2,$$

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_3 определим необходимое усилие зажима, препятствующее повороту заготовки в кулачках:

$$W = \frac{K \cdot P_Z \cdot d_0}{f \cdot d_3},$$

где K —коэффициент запаса, определяемый по формуле [5]:

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

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:

$$W = (1,8 \cdot 204 \cdot 177) / (0,3 \cdot 60) = 3610 \text{ Н.}$$

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

$$Q = \frac{W}{i_c},$$

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 $Q = 3610 / 2 = 1805 \text{ Н}$.

3.1.2 Расчет силового привода.

Диаметр поршня пневмоцилиндра определим по формуле [5]:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}},$$

где P —избыточное давление воздуха, принимаемое $P=0,4 \text{ МПа}$.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1805}{0,4 \cdot 10^6}} = 24 \text{ мм.}$$

Так как в патроне будут обрабатываться различные детали конструктивно принимаем диаметр поршня равным 100 мм.

Ход поршня определим по формуле [5]:

$$S_0 = S_w / i_n,$$

где $S_w = 5 \text{ мм}$ – свободный ход кулачков

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

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

Принимаем $S_0 = 20$ мм.

3.1.3 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 стенные 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 кривую полость поршень со штоком и центровочного патрона смещается с права налево, в результате чего через зажимной механизм и кулачки происходит закрепление заготовки. При подаче сжатого воздуха в левую полость система возвращается в исходное положение и происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента.

3.2.1 Исходные данные.

Материал заготовки – сталь 19ХГН.

Глубина фрезерования – 7 мм.

3.2.2 Выбор материала инструмента

Для проектируемой концевой фрезы при обработке заготовки из стали 19ХГН с $\sigma_B=700$ МПа выбираем быстрорежущую инструментальную сталь марки Р6М5 ГОСТ 19265-73 [6].

Основными легирующими элементами стали являются хром, вольфрам и ванадий. Добавка большого – до 6 % вольфрама придает стали высокую красностойкость, т.е. способность сохранять режущие свойства при нагреве до температуры 620 - 630° С.

3.2.3 Расчёт конструктивных элементов рабочей части фрезы.

Диаметр концевой фрезы d назначается конструктивно исходя из формы и размеров обрабатываемой заготовки. От диаметра зависит отвод тепла, толщина стружки, число зубьев, форма зубьев и диаметр отверстия.

Принимаем $d=25$ мм.

Определяем длину фрезы по формуле:

$$L=l_1+l+l_2,$$

где l_1 – длина режущей части;

l – длина шейки;

l_2 – длина хвостовика.

Для фрез диаметром от 10 до 30 мм длина режущей части $l_1=2d$, поэтому:

$$l_1=2 \times 25=50 \text{ мм.}$$

Длина шейки определяется по формуле [6]:

$$l=4\left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d}\right),$$

$$l=4 \times \left(\sqrt[4]{25} + \frac{12}{25}\right) = 10,9 \text{ мм.}$$

Принимаем $l=11$ мм.

Диаметр шейки определяем по формуле:

$$d_{ш} = d - (2..3)$$

Принимаем его равным $d_{ш}=23$ мм.

Рассчитываем общую длину фрезы:

$$L=56+11+109=147 \text{ мм.}$$

Концевые фрезы из быстрорежущей стали диаметром 10...63 мм выпускаются с коническим хвостовиком по ГОСТ 17026-71.

Расчет прочности фрезы сводится к определению минимального конуса Морзе. [6]

Хвостовики с конусом Морзе передают крутящий момент от станка к инструменту за счёт сил трения на поверхности контакта конического соединения.

Минимально необходимый средний диаметр конуса Морзе (в метрах) подсчитывается по формуле:

$$d_{\text{ср}}=0,5933 \frac{M_{\text{кр}}}{P_x},$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент от сил резания, $\text{Н} \times \text{м}$;

P_x – осевая составляющая силы резания, Н .

Осевая составляющая силы резания находится из соотношения с главной составляющей P_z по [6]:

$$\frac{P_z}{P_x} = 0,5 \dots 0,55,$$

где P_z – окружная сила.

Окружная сила определяется по формуле [6]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{d^q n^{\omega}} K_{\text{МР}},$$

где t – глубина фрезерования, мм ;

s_z – подача на зуб, которая определяется [6], мм/зуб ;

B – ширина фрезерования, мм ;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

Значения коэффициента C_p и показателей степени приведены в [6], поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{MP} для алюминиевых сплавов [6]:

$$C_p=30; x=0,83; y=0,65; n=1; q=0,83; \omega=0; K_{MP}=0,4$$

$$P_z = \frac{10 \times 30 \times 3^{0,83} \times 0,03^{0,65} \times 18^1 \times 5}{25^{0,83} \times 1} \times 0,4 = 186 \text{ Н.}$$

Тогда

$$P_x = \frac{186}{0,5} = 93 \text{ Н.}$$

Крутящий момент на шпинделе определяем по формуле

$$M_{кр} = \frac{P_z d}{200},$$

$$M_{кр} = \frac{186 \times 28}{200} = 23,25 \text{ Н} \times \text{м.}$$

По формуле рассчитываем средний диаметр конуса Морзе

$$d_{cp} = 0,5933 \times \frac{23,25}{93} = 0,25 \text{ м.}$$

По среднему диаметру d_{cp} и согласно ГОСТ 25557-84 выбираем конус Морзе №3.

Количество зубьев концевых фрез зависит от диаметра фрезы и определяется из соотношения [11]:

$$z = (0,1 \dots 1,3) d \geq 2 \dots 12,$$

$$z = (0,1 \dots 1,3) \times 28 = 2,8 \dots 36,4.$$

Принимаем $z=5$.

Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют с углом наклона $\omega=30 \dots 45^\circ$. Принимаем $\omega=40^\circ$.

На рис. 3.2 приведены основные геометрические параметры концевой фрезы.

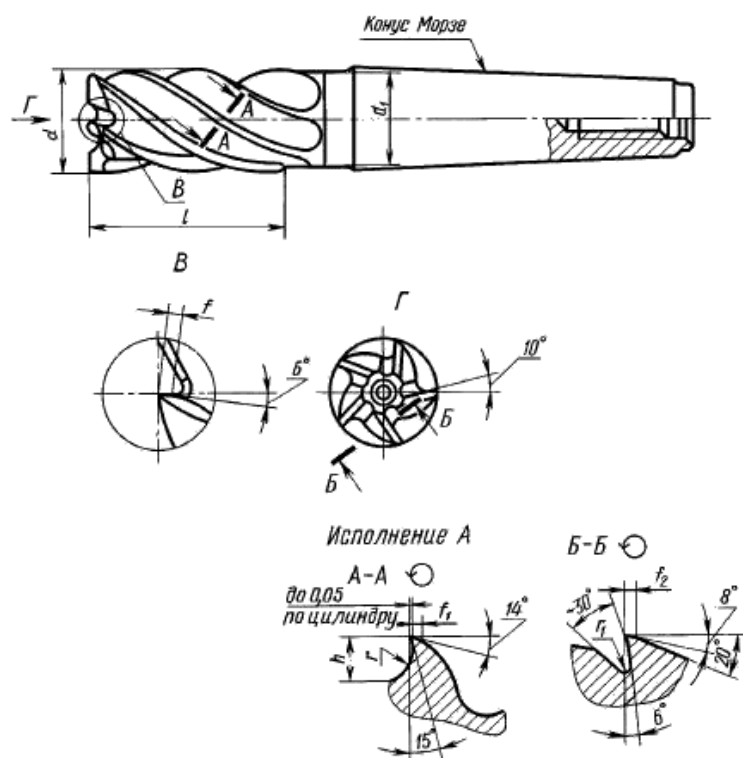


Рисунок 3.2. Элементы конструкции и геометрические параметры концевых фрез из быстрорежущей стали

3.2.4 Форма и размеры зубьев и впадин.

Форма зубьев и впадин у фрез с острозаточенными зубьями определяется условиями обработки и имеет три вида профиля: одноугловая, двухугловая и криволинейная (параболическая).

Стружечная канавка должна обеспечивать достаточный объем для размещения срезанной стружки (при достаточной прочности зуба), большое количество переточек, технологичность изготовления и т.д.

Для фрез с крупным зубом рекомендуется двухголовая форма. Такая форма зуба получается путем двойного фрезерования. Сначала впадина фрезеруется угловой фрезой, а затем зуб срезается по спинке.

В результате этого зуб по вершине оформляется под двумя углами: α – задний угол, α_1 – угол среза спинки. Угол среза спинки α_1 для концевых фрез выполняется в пределах $20^\circ - 30^\circ$, принимаем $\alpha_1 = 20^\circ$.

Спинка зуба очерчивается радиусом

$$R=(0,3\dots0,45)d.$$

Таким образом:

$$R=(0,3\dots0,45)\times 28=8,4\dots 12,6 \text{ мм.}$$

Принимаем $R=10 \text{ мм.}$

Угол стружечной канавки $\theta=50\dots 65^{\circ}$. Принимаем $\theta=50^{\circ}$.

Для снижения вибраций, возникающих при фрезеровании, угловой шаг зубьев выполняется неравномерным (рис. 3.3), согласно ГОСТ 17026-71.

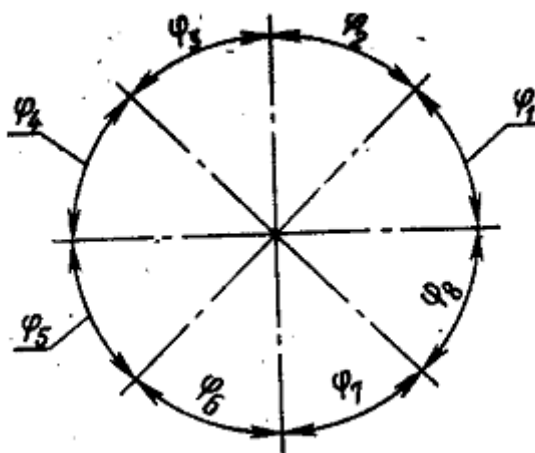


Рисунок 3.3. Неравномерность углового шага зубьев фрез

Для числа зубьев $z = 5$ назначаем:

$$\varphi_1 = 68^{\circ}; \varphi_2 = 72^{\circ}; \varphi_3 = 76^{\circ}; \varphi_4 = 68^{\circ}; \varphi_5 = 76^{\circ}; \varphi_6 = \varphi_7 = \varphi_8 = 0^{\circ}$$

Окружной шаг зубьев определяется по формуле [6]:

$$P = \frac{\pi d}{z},$$

$$P = \frac{3,14 \times 28}{5} = 17,6 \text{ мм.}$$

Высота зуба определяется по формуле [6]:

$$h=(0,3\dots0,45)P,$$

$$h=(0,3\dots0,45)\times 17,6=5,284\dots 8,81 \text{ мм.}$$

Принимаем $h = 6 \text{ мм.}$

Радиус закругления дна впадины определяется по формуле [6]:

$$r=(0,4\dots0,75)h,$$

$$r=(0,4\dots0,75)\times 6 = 2,4\dots4,5 \text{ мм.}$$

Принимаем радиус закругления дна впадины $r=2,5$ мм.

Для всех профилей на задней поверхности зубьев назначается ленточка f , наклон которой определяет величину заднего угла, $f = 0,2\dots2$ мм для зубьев с двухголовым профилем. Принимаем $f = 1,5$ мм.

3.2.5 Геометрические параметры зубьев фрезы.

Геометрические параметры фрезы назначаются в соответствии с условиями обработки: физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, размерами сечения среза, требуемой шероховатостью поверхности и т.д.

Главный угол в плане φ определяется конструкцией фрезы. Для концевых фрез $\varphi=90^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\varphi_1=0\dots10^\circ$. Принимаем $\varphi_1=6^\circ$.

Главный задний угол α рассматривается в торцевом сечении. Он назначается в целях уменьшения трения задней поверхности зуба фрезы о поверхность резания детали. При его увеличении уменьшается площадь контакта между этими поверхностями и соответственно снижаются силы трения. Однако увеличение этого угла сверх определенных значений приводит к уменьшению угла заострения β , ослаблению режущего клина и, следовательно, к снижению его прочности. Уменьшение массивности режущего клина также ухудшает теплоотвод от лезвия, в результате возрастает температура резания и снижается стойкость фрезы. Таким образом, величина главного заднего угла должна одновременно удовлетворять двум противоречивым условиям.

Для фрез с крупным зубом задний угол $\alpha=12^\circ$. Принимаем $\alpha=14^\circ$.

Главный передний угол γ предназначен для уменьшения нагрузки на режущую кромку в процессе резания и рассматривается в нормальном сечении, т.е. в направлении схода стружки. Он назначается исходя из

условий, обеспечивающих срезание стружки в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и характеристики материала инструмента. Увеличение переднего угла способствует снижению пластических деформаций срезаемого слоя и сил резания, облегчает перемещение стружки по передней поверхности. С этой точки зрения величины передних углов желательно назначать предельно большими, близкими к 45° . Однако такое увеличение угла γ вызывает уменьшение угла заострения β , ослабление режущего клина и приводит к снижению его прочности.

При обработке сталей передний угол γ назначается в пределах $15-30^\circ$. Принимаем $\gamma=15^\circ$.

Угол наклона режущих кромок λ у концевых фрез $10-15^\circ$. Принимаем $\lambda=10^\circ$.

Подточку зуба производим под углом 60° .

Во избежание налипания обрабатываемого материала производим подточку передней поверхности возле ленточки на угол $\gamma'=20^\circ$.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Пользуясь [7] проведем анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления обоймы трехкулачкового патрона токарного станка».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	Точение чистовое	Операция 015 Токарная чистовая с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1; токарный автоматизированный трехкулачковый патрон	Сталь 19ХГН; твердый сплав Т15К6; СОЖ-НГЛ-205
2	Фрезерование	Операция 037 Фрезерная	Станочник-фрезеровщик	Вертикально-фрезерный станок 6Т13, приспособление специальное	Сталь 19ХГН; сталь Р6М5; СОЖ-НГЛ-205

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

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 и /или вредного производственного фактора
1	Операция 015 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1С1
2	Операция 037 Фрезерная	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Вертикально-фрезерный станок 6Т13

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте на токарной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
2	Повышенный уровень вибрации на токарной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм и брюки хлопчатобумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
3	В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор станка и станочник-фрезеровщик должен быть одет в респиратор	Респиратор.

Продолжение табл. 5.3

4	Повышенный уровень шума на рабочем месте на фрезерной операции	Саночник-фрезеровщик должен быть одет в наушники защитные	Наушники защитные.
5	Повышенный уровень вибрации на фрезерной операции	Саночник-фрезеровщик должен быть одет в спецодежду	Костюм и брюки хлопчато-бумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.

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

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 16Б16Т1С1; вертикально-фрезерный станок 6Т13	Е	1) пламя и искры; 2) тепловой поток; 3) пониженная концентрация кислорода; 4) снижение видимости в дыму	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических

Продолжение табл. 5.4

				(задымленных пространственных зонах).	установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара осколки, 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 (механический и немеханический)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики	Пожарные автомобили	Пожарные гидранты	Автоматизированные	Напорные пожар-	Респираторы, противо	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические датчики

Продолжение табл. 5.5

с песком	били, пожар ные лестни цы		средства пожаро- оповещен ия	ные рукава , гидран ты	газы		и извещат ели
-------------	---------------------------------------	--	---------------------------------------	------------------------------------	------	--	---------------------

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 16Б16Т1С1	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-фрезерный станок 6Т13	Проведение инструктажа по пожарной безопасности.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического

Продолжение табл. 5.6

	<p>Применение автоматических приборов оповещения.</p> <p>Контроль правильной эксплуатации оборудования.</p>	<p>оповещения и пожаротушения в цехе.</p>
--	---	---

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, 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 16Б16Т1С1	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ а почву. Возможно

Продолжение табл. 5.7

				попадание стружки в почву.
Фрезерование	Вертикально-фрезерный станок 6Т13	Газ от испарения СОЖ	Используется СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ в почву. Возможно попадание стружки в почву.

Разработка мероприятия 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, фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на токарном 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 сырья.

5.6 Заключение.

В результате анализа на безопасность и экологичность технического объекта были разработаны меры по предупреждению возникновения травм от опасных и вредных производственных факторов на участке механической обработки. Выполнено оснащение модернизированных операций средствами пожаротушения и пожароповещения. Для предупреждения загрязнения экологичности разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия технических объектов участка на окружающую среду.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемой техники 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 «Обойма патрона». Подробная информация, описывающая технологический процесс ее изготовления, рассмотрен в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только основные отличия между сравниваемыми вариантами процесса изготовления.

Базовый вариант: на операции 015 Токарной чистовой происходит точение заготовки на токарном станке с ЧПУ 16Б16Т1С1. Обработка проводится двумя резцами, оснащенными твердосплавными пластинами из Т15К6. При этом заготовка закрепляется в трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

Проектный вариант: в отличии от базового варианта заготовка закрепляется в автоматизированный пневмоприводом трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Таким образом, в работе уменьшается вспомогательное время 015 операции с 0,67 мин до 0,38 мин.

Рассчитаем экономическую выгоду от предложенного решения [8].

Используя методы дисконтирования, решаем вопрос о том, стоит ли вкладывать средства в разработанный проект, который в течение принятого горизонта расчета принесет дополнительную прибыль, или лучше при существующей процентной ставке на капитал положить деньги в банк.

Для этого в пределах принятого горизонта расчета рассчитываем текущую стоимость будущих денежных доходов (денежных потоков), приведенных к текущему времени (времени начала осуществления проекта) через коэффициенты дисконтирования.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

$$D_{\text{диск.общ}} = P_{\text{чист.диск}} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

где: T – горизонт расчета, лет (месяцев);

E – процентная ставка на капитал (например, при 10% $E = 0,1$; при 20% $E = 0,2$ и т.д.);

t – 1-ый, 2-ой, 3-й год получения прибыли в пределах принятого горизонта расчета.

В результате приведенных расчетов получены следующие выходные данные: размер требуемых для осуществления проекта инвестиций ($K_{\text{вв.пр.}}$) равен 46500 руб.; ежегодная ожидаемая чистая прибыль ($P_{\text{чист}}$) составляет 28280 руб.; расчетный срок окупаемости (горизонт расчета) составляет 3 года. Если процентная ставка на капитал равна 20% в год ($E=0,20$), то тогда ожидаемая за 3 года общая чистая дисконтированная прибыль (текущая стоимость денежных доходов) составит:

$$D_{\text{общ.диск}} = P_{\text{чист.диск}} \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 59557,7 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД} = D_{\text{общ.диск}} - K_{\text{вв.пр}} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД} = 59557,7 - 46500 = 13057,7 \text{ руб.}$$

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат ($K_{\text{вв.пр}}$) – работа эффективна, поэтому определяем индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{общ.диск}}}{K_{\text{вв.пр}}} \text{ руб./руб.} \quad (6.3)$$

$$\text{ИД} = \frac{59557,7}{46500} = 1,28 \text{ руб./руб.}$$

Применение автоматизированного токарного патрона на 015 операции позволит сократить расходы, а предприятию получить дополнительную чистую прибыль в размере 28280 руб. Капитальные вложения окупятся в течение 3-х лет. Интегральный экономический эффект составил – 13057,7 руб., поэтому проектный вариант можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы над выпускной квалификационной работой явилась разработка технологического процесса изготовления обоймы трехкулачкового патрона. Был разработан план обработки детали. На операции 015 Токарная чистовая и 030 Сверлильная разработаны технологические наладки.

Для базирования детали на 015 Токарной операции была разработана конструкция автоматизированного токарного трехкулачкового патрона рычажного типа.

Для обработки заготовки на 037 Фрезерной операции разработана фреза концевая, имеющая двухслойное износостойкое покрытие, увеличивающее стойкость инструмента в 2 раза.

В работе приведен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Расчет экономической эффективности дал положительный результат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
2. 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.
3. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
4. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
5. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/под ред. совет Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
6. Гоцеридзе, Р.М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Р.М.Гоцеридзе. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
7. 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.
8. 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.
9. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 3. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 557 с.
10. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 728 с.

11. 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.
12. Расторгуев, Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
13. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
14. 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.
15. 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.
16. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
17. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
18. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Аврамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.
19. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

20. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дил.																
Взам.																
Подп.																
Разработал	Скоробогатов			ТГУ Кафедра ОТМП												
Проверил	Логинов															
Утвердил				Обойма патрона												
Н. контр.																
М01	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71															
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ			
		166	8,95	1		0,53	41211Х	φ184x146				1	16,8			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа							
Б	Код наименования оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А03	XX XX XX	000	4280	Заготовительная XXXXX				ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX								
Б04	ГКШП															
О5																
А06	XX XX XX	005	4112	Токарная черновая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.												
Б07	381.111	XXXX	16М20Ф3		2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	4,62	
О 08	Точить поверхности, выдерживая размеры 143,5±0,2; точить конусную поверхность под углом 15°;															
О 09	выполнить Ø178,14 ^{0,10} ; сверлить отверстие Ø23 ^{+0,21} .															
Т 10	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; XXXXXX.XXXX Сверло спиральное;															
Т 11	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.															
12																
А 13	XX XX XX	010	4112	Токарная черновая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.												
Б 14	381.111	XXXX	16М20Ф3		2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	3,16	
О 15	Точить поверхности, выдерживая размеры 142±0,2; 64,57±0,15; 55,57±0,15; φ151,14 ^{0,1} ; φ61,14 ^{0,3} .															
Т 16	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т5К10;															
МК																

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 19	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
20															
A 21	XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.														
Б 22	381.111 XXXX 16М20Ф3				2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	2,82
О 23	Точить поверхности, выдерживая размеры $139,5 \pm 0,1$; точить конусную поверхность под углом 15° ;														
О 24	выполнить $\varnothing 177,14_{-0,1}$; точить $\varnothing 174_{-0,1}$; точить поверхность под углом 45° ; расточить отв. $\varnothing 24 \pm 0,05$;														
О 25	$\varnothing 46^{+0,002}$; $\alpha = 5^\circ$.														
Т 26	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10;														
Т 27	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба; 393120.XXXX Калибр-продка.														
28															
A 29	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.														
Б 30	381.111 XXXX 16М20Ф3				2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	3,18
О 31	Точить поверхности, выдерживая размеры $139,14 \pm 0,05$; $64,14 \pm 0,037$; $55,14 \pm 0,037$; $\varnothing 150,14_{-0,1}$; $\varnothing 60,14_{-0,037}$;														
О 32	выполнить канавку.														
Т 33	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10;														
Т 34	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
35															
A 36	XX XX XX 025 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.														
Б 37	381213 XXXX 2Р135Ф2-1 Вертик.-сверл.				2	322	1Р	1	1	1	1	100	1	5	14,22
О 38	Сверлить, зенкеровать и разверстывать 3 отверстия, выдерживая итоговый размер $\varnothing 35^{+0,016}$;														
О 39	сверлить 3 отверстия $\varnothing 18^{+0,43}$; сверлить 3 отверстия $\varnothing 11^{+0,43}$; сверлить 3 отверстия $\varnothing 15^{+0,43}$;														
О 40	сверлить 3 отверстия $\varnothing 9^{+0,36}$; цековать 3 отверстия $\varnothing 18^{+0,43}$; цековать 3 отверстия $\varnothing 15^{+0,43}$;														
Т 41	396181.XXXX Приспособление самоцентр.; XXXXXX.XXXX(4) Сменные призмы; 391267.XXXX Зенкер														
МК															

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 42	спиральный Р6М5; 391267.ХХХХ(3) Сверло спиральное Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Развертка Р6М5;														
Т 43	393111(6) Калибр-продка.														
44															
А 45	ХХ ХХ ХХ 030 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.														
Б 46	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Вертик.-сверл. 2 322 1Р 1 1 1 100 1 5 2,29														
О 47	Сверлить 3 отверстия, выдерживая итоговый размер $\varnothing 6,75^{+0,05}$; $25^{+0,052}$; нарезать резьбу М8 на длину														
О 48	20 мм.														
Т 49	396181.ХХХХ Приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХХХ(4) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло														
Т 50	спиральное Р6М5; 391267.ХХХХ Метчик М8 Р6М5; 393111.ХХХХ Калибр резьбовой.														
51															
А 52	ХХ ХХ ХХ 035 4272 Фрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 53	381.631 ХХХХ 6Т13Ф2 Вертикально-фрезерн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 116 22,54														
О 54	Фрезеровать 3 паза шириной $24^{+0,004}$ длиной $40^{+0,1}$; фрезеровать 3 паза шириной $25^{+0,003}$ длиной $40^{+0,1}$.														
Т 55	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон цанговый; 391822.ХХХХ(2) Фреза														
Т 56	концевая Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-II-100-0,05; 393120.ХХХХ(2) Калибр.														
57															
А 58	ХХ ХХ ХХ 037 4272 Фрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 59	381.631 ХХХХ 6Т13Ф2 Вертикально-фрезерн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 116 3,51														
О 60	Фрезеровать 3 паза шириной $28^{+0,02}$ длиной $40^{+0,1}$.														
Т 61	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон цанговый; 391822.ХХХХ Фреза														
Т 62	концевая Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-II-100-0,05; 393120.ХХХХ Калибр.														
63															
А 64	ХХ ХХ ХХ 040 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.														
МК															

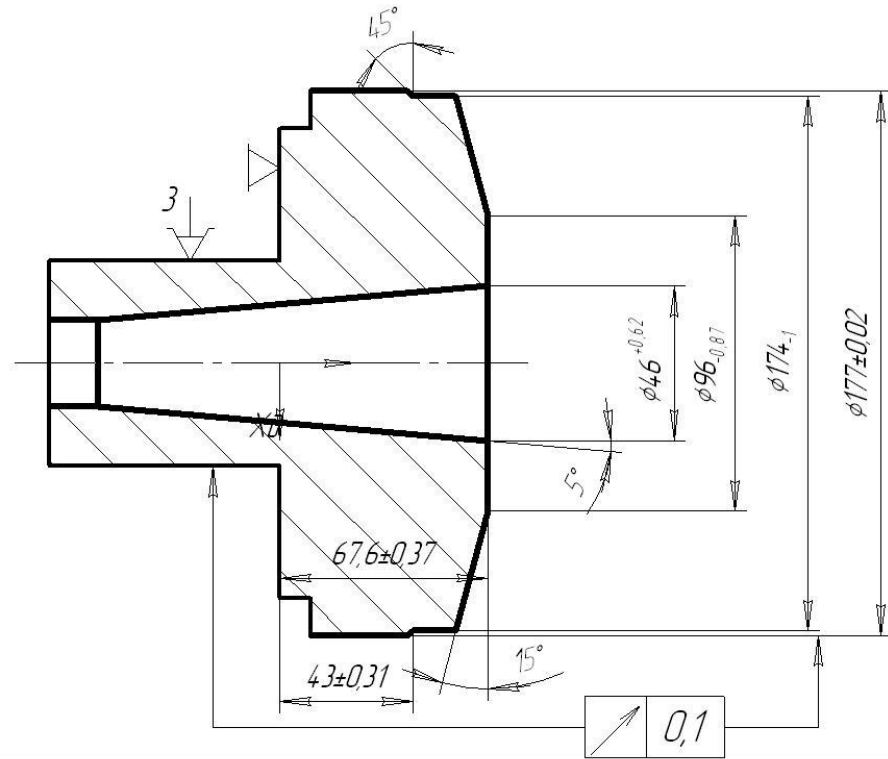
A	Цех	Уч	ФМ	Опер	Код наименование операции	Обозначение документа									
						Код наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 69	ТВЧ														
70															
A 71	XX XX XX 045 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.														
Б 72	38131X	XXXX	XШ4-12	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	0,51
Q 73	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 150,02_{-0,063}^{+0,030}$; $55,02 \pm 0,37$; $\phi 177,03_{-0,063}$.														
74	39611X	XXXX	Патрон поводковый;	392841	XXXX	Центр вращающийся;	XXXXXX	XXXX	Упор откидной;.						
A 75	398110	XXXX	Круг шлифовальный	1	350x60x150	14AF24k5L7	30	м/с	ГОСТ Р	52781-2007;.					
Б 76	393120	XXXX(2)	скода индикаторная;	393410	XXXX	Микрометр.									
77															
A 78	XX XX XX 050 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.														
Б 79	38131X	XXXX	XШ4-12	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	1,11
Q 80	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 60,02_{-0,076}^{+0,030}$; $64,02 \pm 0,37$; $139,02 \pm 0,070$.														
T 81	39611X	XXXX	Патрон поводковый;	392841	XXXX	Центр вращающийся;	XXXXXX	XXXX	Упор откидной;.						
T 82	398110	XXXX	Круг шлифовальный	1	350x60x150	14AF24k5L7	30	м/с	ГОСТ Р	52781-2007;.					
T 83	393120	XXXX	скода индикаторная;	393410	XXXX	Микрометр.									
84															
A 85	XX XX XX 055 Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.														
Б 86	38131X	XXXX	XШ4-12	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	0,51
Q 87	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 150 \pm 0,0125$; $55 \pm 0,37$; $\phi 177 \pm 0,02$.														
T 88	39611X	XXXX	Патрон поводковый;	392841	XXXX	Центр вращающийся;	XXXXXX	XXXX	Упор откидной;.						
T 89	398110	XXXX	Круг шлифовальный	1	350x60x150	14AF24k5L7	30	м/с	ГОСТ Р	52781-2007;.					
T 90	393120	XXXX(2)	скода индикаторная;	393410	XXXX	Микрометр.									
91															
МК															

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Лист 1

Разраб.	Скоробогатов		
Проверил	Логинов		
Нконтр.			

ТГУ Кафедра ОТМП					
Обойма патрона					
			ДП	015	



КЭ

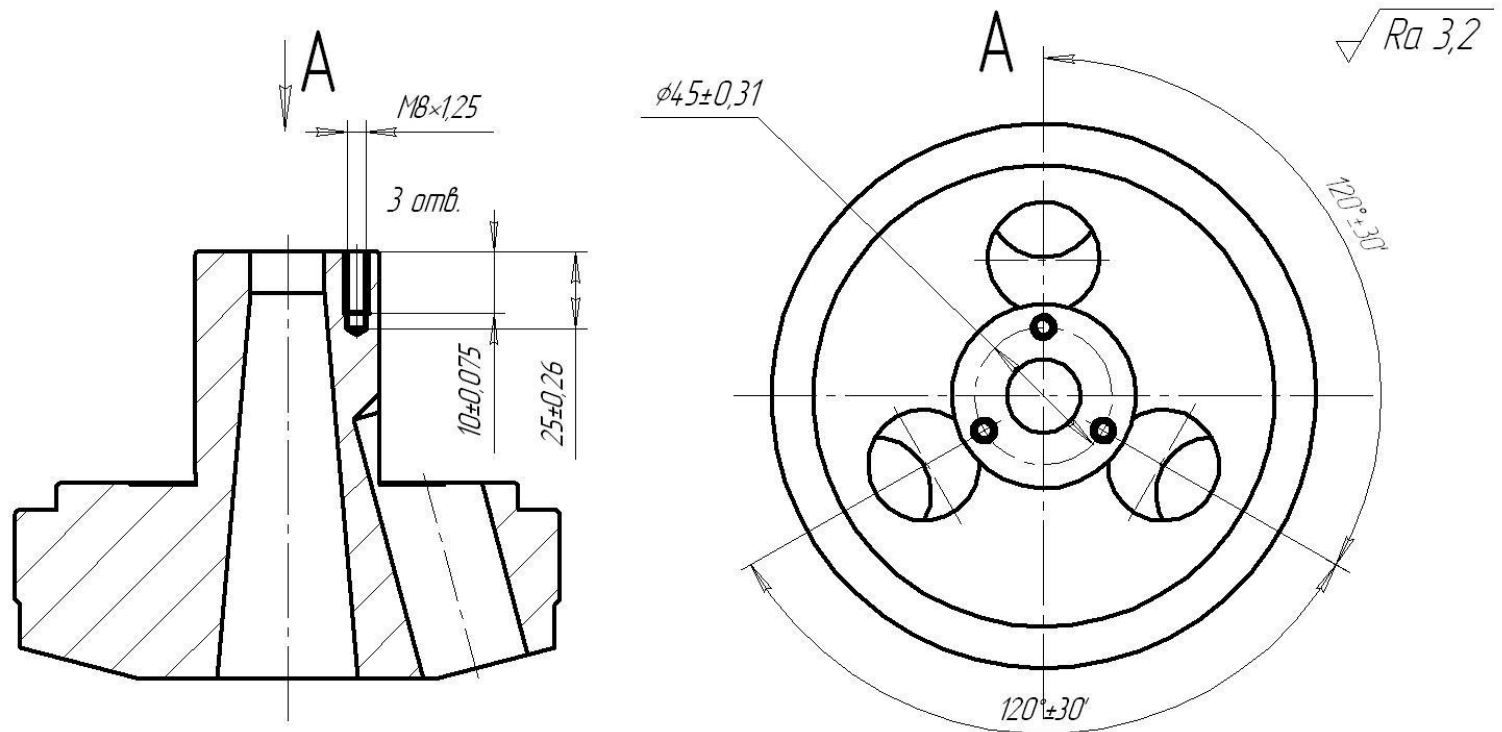
Дир.л.															
Взам.															
Подп.															
												Листов 1	Лист 1		
Разработ	Скоробогатов			Кафедра ОТМП											
Проверил	Логинов														
												Цех	Уч.	РМ.	Опер.
															015
												Обойма патрона			
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная чистовая с ЧПУ		19ХГН ГОСТ 4543-71					166	8,95	φ184x146			16,8	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			Т ₀₁	Т ₀₂	Т ₀₃	Т ₀₄	СОЖ						
Токарный с ЧПУ 16М20Ф3		-			1,82	1,0	1,0	2,82	5% Укринал						
P		ПН	О или В	L	t	i	S	n	v						
01					мм		мм/об	об/мин	м/мин						
02	1. Установить и снять заготовку														
T ₀₁	396110.XXXX Патрон самоцентрир.; XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
04	2. Точить поверхности выдерживая размеры φ177±0,02; φ96 _{-0,07} ; 67,6±0,37; φ174 ₋₁₀ ; 43±0,31, α=45°;														
T ₀₅	392104.XXXX Резец контурный правый с пластиной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1;														
T ₀₆	393120.XXXX(4) Калибр-скоба														
P ₀₇		1	177	100	0,5	1	0,5	160	89						
08	3. Расточить внутренний конус под углом 5°, выдерживая размер φ46 ^{+0,02} .														
T ₀₉	392104.XXXX Резец расточной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; Калибр-пробка														
P ₁₀		1	46	100	0,5	1	0,5	630	91						
11															
12															
OK															

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Лист 1

Разраб.	Скоробогатов		
Проверил	Логинов		
Нконтр.			

ТГУ			
Кафедра ОТМП			
Обойма патрона			ДП
			030



КЭ

Дир.л.												
Взам.												
Подп.												
										Листов 1	Лист 1	
Разработ	Скоробогатов			Кафедра ОТМП								
Проверил	Лозинов											
										Обойма патрона		
Н.контр.								Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 030	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Сверлильная с ЧПУ		19ХГН ГОСТ 4543-71				166	8,95	φ184x146			16,8	1
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _в	Т _{пз}	Т _{шм}	СОЖ				
Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1		-		129	10	10	2,29	5% Укринал				
P		ПН	0 или В	L	f	i	S	n	v			
01					ММ		ММ/МИН	ОБ/МИН	М/МИН			
02	1. Установить и снять заготовки											
T ₀₂	396110.XXXX Патрон цанговый; XXXXXX.XXXX Патрон самоцентрирующий.											
04	2. Сверлить 3 отверстия φ6,75 ^{+0,36} на длину 25±0,26; α=120°±30'.											
T ₀₅	392104.XXXX Сверло спиральное Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393111.XXXX Калибр-пробка.											
P ₀₆		1	6,75	100	3,38	1	80	800	18,6			
07												
08	3. Нарезать резьбу М8х1,25 в трех отверстиях на длину 20±0,105.											
T ₀₉	XXXXXX.XXXX Метчик М8х1,25 Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; Калибр резьбовой.											
P ₁₀		1	8,0	100	0,63	1	150	100	2,5			
11												
12												
OK												