

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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Техпроцесс изготовления детали «Стакан» плунжерного патрона 02-7113-5058

Студент(ка)	<u>Комиссаров Е.В.</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 _____ Комиссаров Евгений Валерьевич _____ гр. ТМбз-1132 _____

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления детали «Стакан» плунжерного патрона
02-7113-5058 _____

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

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

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на проектирование технологического процесса изготовления детали «Стакан» плунжерного патрона 02-7113-5058. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. Для сверлильной операции разработано зажимное устройство – тиски гидрозажимные. Спроектирован режущий инструмент – сверло спиральное. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Классификация поверхностей	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	8
1.4 Формулировка задач работы	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	11
2.3 Выбор метода получения заготовки	12
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали	16
2.6 Определение припусков	17
2.7 Проектирование заготовки	22
2.8 Выбор средств технологического оснащения	24
2.9 Расчет режимов резания	29
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	58
3.1 Выбор схемы базирования заготовки	59
3.2 Выбор конструкции установочных элементов	60
3.3 Расчёт сил резания	61
3.4 Выбор схемы закрепления заготовки и расчёт усилия зажима	61
3.5 Выбор конструкции и расчёт силового привода	62
3.6 Описание устройства и принципа действия приспособления	63
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	64
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Процесс обработки материалов со снятием стружки для придания изделию заданных форм, размеров и для обеспечения определенного технологией качества поверхности называют резанием. Его осуществляют с помощью металлорежущего инструмента и определенной оснастки на станках.

Оборудованием при резании являются металлорежущие станки – машины, предназначенные для обработки изделий в первую очередь снятием стружки режущим инструментом.

Современные металлорежущие станки – это разнообразные и современные рабочие машины, использующие электрические, электронные, механические, гидравлические и пневматические методы управления исполнительными органами станков и рабочим циклом, решающие сложные технологические задачи.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «стакан» плунжерного патрона 02-7113-5058 определённого качества, с наименьшими затратами, используя современные достижения науки и техники.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Деталь предназначена для придания движения зажимным кулачкам в конструкции плунжерного патрона. Стакан получает осевые движения от тяги и, через систему рычагов, сообщает возвратно-поступательное движение кулачкам.

1.2 Классификация поверхностей детали.

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

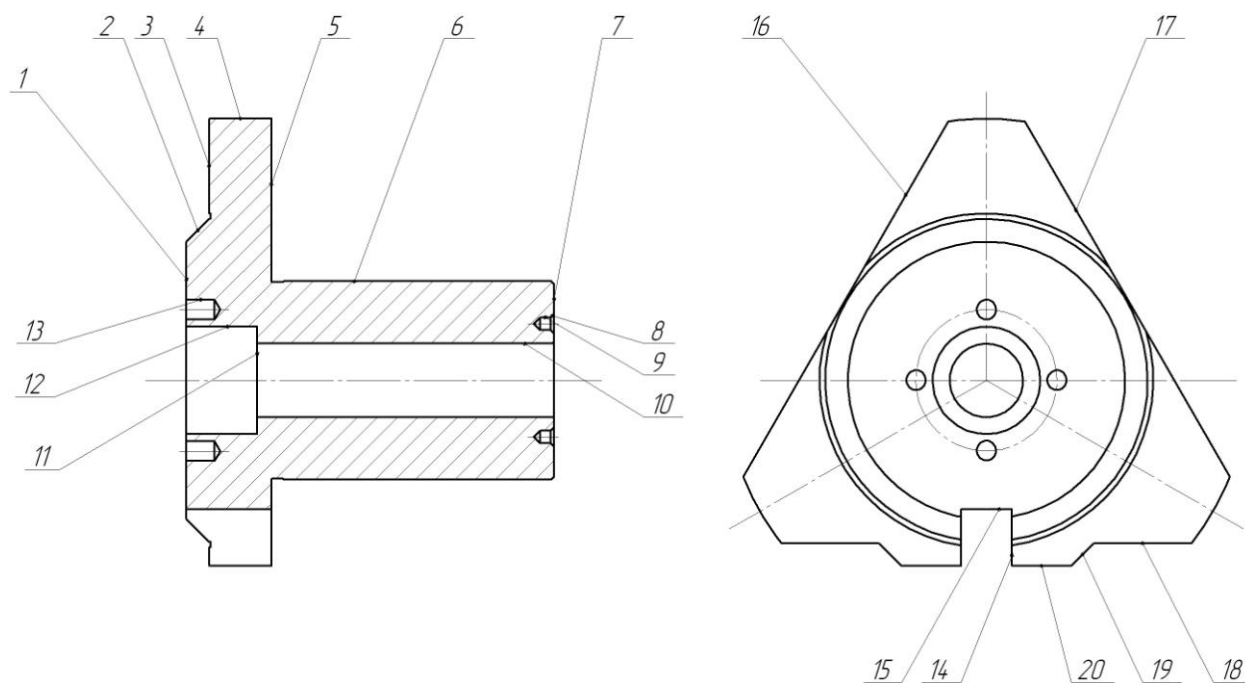


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

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

Результаты систематизации занесем в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	3, 5
Основные конструкторские базы	6
Вспомогательные конструкторские базы	9, 11, 13
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными называются те поверхности, которые выполняют функциональное назначение детали [1]. В нашем случае это боковые поверхности выступов (3, 5).

Основными конструкторскими базами называются поверхности, при помощи которых осуществляется ориентирование детали в узле [1]. В нашей детали ОКБ является наружная цилиндрическая поверхность 6.

Вспомогательными конструкторскими базами называются поверхности, которые осуществляют ориентирование остальных деталей относительно детали [1]. У нашей детали ВКБ – это внутренний торец 11 и отверстия под штифты 9 и 13.

Остальные поверхности будут являться свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

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

Таблица 1.2. Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

Хим. Элемент	Содержание, %
С (углерод)	0,16...0,21
Si (кремний)	0,17...0,37
Mn (марганец)	0,7...1,0
Ni (никель)	0,8...1,1

Продолжение табл. 1.2

S (сера)	до 0,035
P (фосфор)	до 0,035
Cr (хром)	0,8...1,1
Mo (молебден)	до 0,1

Таблица 1.3. Физико-механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

σ_T	σ_B	δ_5	КСУ	НВ
МПа	МПа	%	Дж/см ²	около
930	1180	7	690	217

Согласно данным таблиц 1.2 и 1.3 свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71 по характеристикам соответствуют необходимым требованиям нашей детали.

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

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

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

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

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

1.4 Формулировка задач работы.

Выполнив анализ технических требований, сформулируем задачи, которые будут решаться для достижения цели: разработка технологического процесса изготовления детали «стакан» плунжерного патрона 02-7113-5058 заданного качества, с наименьшими затратами, на базе современных достижений науки и техники.

Итак, основные задачи:

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

Решению поставленных задач посвящены последующие разделы работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Для формирования стратегии разработки техпроцесса выберем тип производства, который зависит на первом этапе от массы детали и годовой программы выпуска. В нашем случае ($m = 5,7$ кг, $N_r = 5000$ шт/год) выберем тип производства из табл. 2.1. [3]

Таблица 2.1 - Определение типа производства

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

Масса детали 5,7 кг и годовая программа выпуска в 5000 деталей в год соответствует среднесерийному типу производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

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

Руководствуясь [4], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) форма организации техпроцесса – переменнo-поточная;
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий;

- 3) заготовка – штамповка на ГКМ или прокат;
- 4) припуск на обработку – незначительный;
- 5) расчет припусков – подробный по переходам;
- 6) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ;
- 7) загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках;
- 8) коэффициент закрепления операций – $K_{30}=10\dots20$;
- 9) настройка станков – по измерительным инструментам и приборам;
- 10) оснастка – универсальная и специальная;
- 11) подробность разработки – операционные и маршрутные карты;
- 12) расчет режимов резания – по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам;
- 13) нормирование – детальное пооперационное;
- 14) квалификация рабочих – различная;
- 15) использование достижений науки – значительное.

2.3 Выбор метода получения заготовки.

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

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

Таблица 2.2 - Исходные данные

Наименование показателей	Способ 1	Способ 2
Вид заготовки	Штамповка	Прокат Ø190x135
Класс точности/сложности	3/2	-

Продолжение табл. 2.2

Масса заготовки, кг	10,7	30,0
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	5,7	5,7

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

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

где E_n – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$$E_n = 0,15 [5];$$

C_c – текущие затраты на 1 кг стружки, руб/кг; $C_c = 0,495$ руб/кг – для машиностроения в целом [5];

C_k – капитальные затраты на 1 кг стружки, руб/кг; $C_k = 1,085$ руб/кг – для машиностроения в целом [5].

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 [5].

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

где $C_{шт}$ – базовая стоимость 1 кг штампованных заготовок, руб; $C_{шт} = 0,315$ руб [5];

k_T – коэффициент, зависящий от класса точности; $k_T = 0,9$ – для четвертого класса точности [5];

k_c – коэффициент, зависящий от группы сложности; $k_c = 0,84$ – для второй группы сложности [5];

k_v – коэффициент, зависящий от массы заготовки; $k_v = 1,14$ – для заготовки массой от 10 до 20 кг [5];

k_M - коэффициент, зависящий от марки материала; $k_M = 1,0$ – для стали 19ХГН [5];

k_{II} - коэффициент, зависящий от объема производства; $k_{II} = 1,0$ [5].

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

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

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

где $Q_{шт}$ – масса заготовки, кг; $Q_{шт} = 10,7$ кг – по расчету;

q – масса детали, кг; $q = 5,7$ кг – по условию;

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

Тогда по формуле (2.3) имеем:

$$C_{шт} = 0,2715 \cdot 10,7 + 0,6578 (10,7 - 5,7) - 0,0144 (10,7 - 5,7) = 6,122 \text{ руб.}$$

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

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

где $Q_{пр}$ – масса заготовки из проката, кг; $Q_{пр} = 30,0$ кг – по расчету.

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{пр} = 0,1219 \cdot 30,0 + 0,6578 (30,0 - 5,7) - 0,0144 (30,0 - 5,7) = 19,292 \text{ руб.}$$

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

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\Delta_2 = C_{пр} - C_{шт} \cdot N_2 = 19,292 - 6,122 \cdot 5000 = 65850 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Качество обрабатываемой поверхности, а именно точность, определяемая качеством IT, и шероховатость Ra, зависят от метода ее обработки. Метод финишной обработки, т. е. содержание завершающего

перехода, выбираем, исходя из показателей, указанных рабочим чертежом. В зависимости от содержания первого и последнего переходов, установим промежуточные. При определении маршрутов обработки пытаемся снизить разнообразие применяемого оборудования, приспособлений, и инструментов.

Методы обработки поверхностей сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
2	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
3	7	0,4	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование чистовое, Полирование
4	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
5	7	0,4	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование чистовое, Полирование
6	6	0,4	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование чистовое, Полирование
7	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
8	14	6,3	Сверлильная
9	14	6,3	Сверлильная
10	14	6,3	Точение черновое
11	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
12	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое

Продолжение табл. 2.3

13	14	6,3	Сверлильная
14	14	6,3	Фрезерная
15	14	6,3	Фрезерная
16	14	6,3	Фрезерная
17	14	6,3	Фрезерная
18	14	6,3	Фрезерная
19	14	6,3	Фрезерная
20	14	6,3	Фрезерная

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

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

Таблица 2.4 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Токарная черновая	1, 2, 3, 4, 12	14	12,5
010	Токарная черновая	5, 7, 10	14	12,5
		6	12	12,5
015	Токарная чистовая	1, 2, 4, 11	14	6,3
		3	9	3,2
020	Токарная чистовая	7, 10	14	6,3
		5, 6	9	3,2
025	Фрезерная	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	14	6,3
030	Сверлильная	8, 9, 13	14	6,3
040	Торцекруглошлифовальная черновая	5	14	1,6
		6	8	1,6

Продолжение табл. 2.4

045	Торцекруглошлифовальная черновая	3	14	1,6
050	Торцекруглошлифовальная чистовая	5	14	0,8
		6	7	0,8
055	Торцекруглошлифовальная чистовая	3	14	0,8
060	Полировальная	5	14	0,4
		6	6	0,4
065	Полировальная	3	14	0,4

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

2.6 Определение припусков.

Определяем припуски на обработку самой точной поверхности расчетно-аналитическим методом. Расчет припусков будем вести по размерам поверхности под подшипники $\varnothing 70g6_{-0,029}^{-0,010}$ мм. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из: черного и чистового точения, термообработки, черного и чистового шлифования и полирования.

Исходные данные:

$$1. D = \varnothing 70g6_{-0,029}^{-0,010} \text{ мм}; L = 95 \text{ мм}; Ra = 0,4 \text{ мкм.}$$

На данную поверхность назначаем переходы:

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

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину [6]

$$a = R_z + h_0,$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_0 – 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:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,8 = 0,700, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,300 = 0,075, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,120 = 0,030, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,046 = 0,012, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,030 = 0,008, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,019 = 0,005, \text{ мм.}$$

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

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

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{a_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}. [7]$$

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{a_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,700^2 + 0,025^2} = 1,100, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{a_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0} = 0,275, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\sigma_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,030^2 + 0^2} = 0,130, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\sigma_{d3}^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,012^2 + 0} = 0,062, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\sigma_{d4}^2 + \varepsilon_5^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(d_0 + Td_1) = 1,100 + 0,5(2,800 + 0,300) = 2,550, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(d_1 + Td_2) = 0,275 + 0,5(0,300 + 0,074) = 0,462, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(d_2 + Td_3) = 0,130 + 0,5(0,074 + 0,046) = 0,190, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(d_3 + Td_4) = 0,062 + 0,5(0,046 + 0,030) = 0,100, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(d_4 + Td_5) = 0,038 + 0,5(0,030 + 0,019) = 0,058, \text{ мм.}$$

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

$$d_{5\min} = 69,971 \text{ мм.}$$

$$d_{5\max} = 69,990 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 69,990 + 2 \cdot 0,038 = 70,066, \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 70,066 + 0,019 = 70,085, \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 70,085 + 2 \cdot 0,100 = 70,285, \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 70,285 + 0,030 = 70,315, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 70,315 + 2 \cdot 0,130 = 70,575, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 70,575 + 0,120 = 70,695, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} - 0,999 = 70,695 - 0,999 = 70,624, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 70,624 + 0,074 = 70,698, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 70,698 + 2 \cdot 0,275 = 71,248, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 71,248 + 0,300 = 71,548, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 71,548 + 2 \cdot 1,100 = 73,748, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 73,748 + 2,8 = 76,548, \text{ мм.}$$

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

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0 \max} + d_{0 \min}) = 0,5(76,548 + 73,748) = 75,148, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1 \max} + d_{1 \min}) = 0,5(71,548 + 71,248) = 71,398, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5(70,698 + 70,624) = 70,661, \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO \max} + d_{TO \min}) = 0,5(70,695 + 70,575) = 70,635, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3 \max} + d_{3 \min}) = 0,5(70,285 + 70,315) = 70,300, \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4 \max} + d_{4 \min}) = 0,5(70,085 + 70,066) = 70,076, \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5 \max} + d_{5 \min}) = 0,5(69,990 + 69,971) = 69,981, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

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

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

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

$$2Z_{\min} = 73,748 - 69,990 = 3,758, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 3,758 + 2,8 + 0,019 = 6,577, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,758 + 6,577) = 5,168, \text{ мм.}$$

Значения $2Z_{\min}$, $2Z_{\max}$ и $2Z_{cp}$ заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы 2.5.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.4 - Припуски и операционные размеры на пов. $\varnothing 70g6^{(-0,010)}_{(-0,029)}$ 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	2,800	0,4	0,700	-	-	-	-	73,748	76,548	75,148
1	Точение черновое	12	0,300	0,2	0,075	0,025	1,100	2,550	1,825	71,248	71,548	71,398
2	Точение чистовое	9	0,074	0,1	0,019	0	0,275	0,462	0,369	70,624	70,698	70,661
3	Термическая обработка	10	0,120	0,25	0,030	-	-	-	-	70,575	70,695	70,635
4	Шлифование черновое	8	0,046	0,05	0,012	0	0,130	0,190	0,160	70,285	70,315	70,300
5	Шлифование чистовое	7	0,030	0,01	0,008		0,062	0,100	0,081	70,066	70,085	70,076
6	Полирование	6	0,019	0,005	0,005		0,038	0,058	0,048	69,971	69,990	69,981
Суммарный припуск 2Z							2Z _{min} =3,758	2Z _{max} =6,577	2Z _{cp} =5,168			

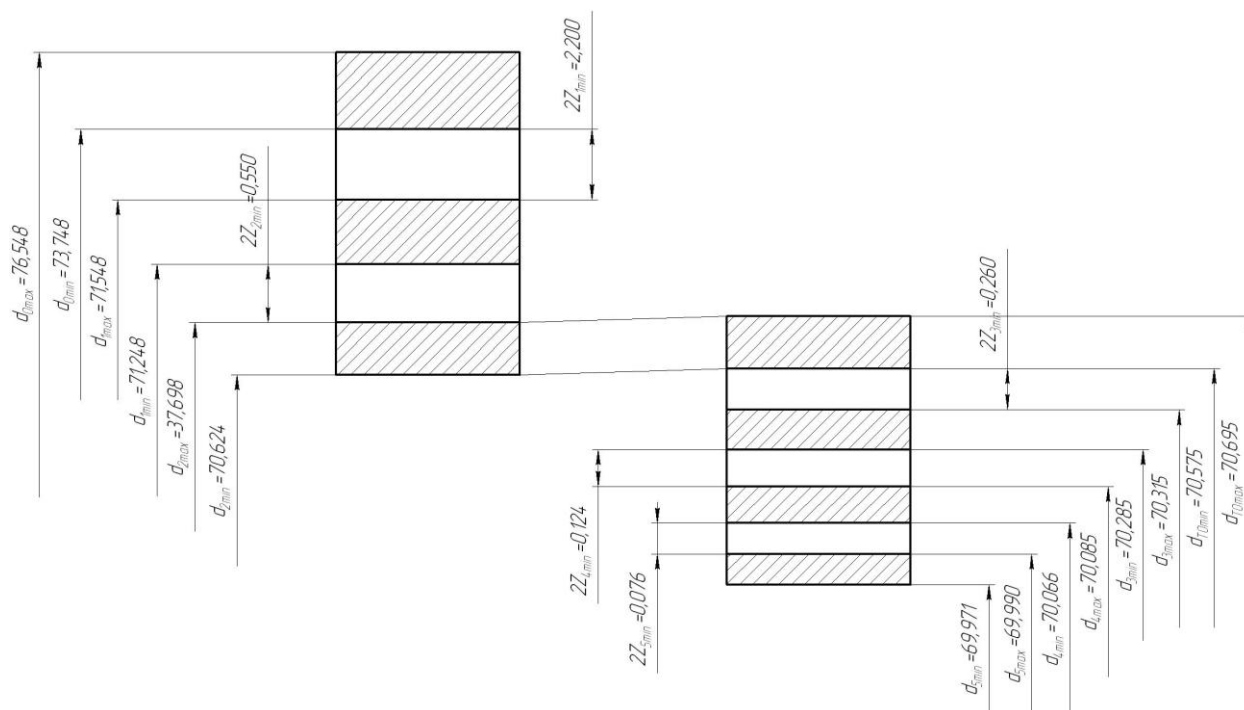


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков
на пов. $\varnothing 70g6 \begin{pmatrix} -0,010 \\ -0,029 \end{pmatrix}$.

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки нужно учесть следующие параметры:

- 1) припуски, необходимые под обработку;
- 2) наличие черновых баз (в данном случае на операции 005 «Токарная черновая» в качестве черновой базы берутся поверхности 6 и 7);
- 3) так же при проектировании заготовки необходимо учитывать технические требования, предъявляемые к точности штамповки, и штамповочные уклоны.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 выбираем:

- 1) Группа стали (сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% включительно) принимаем М2 [8].
- 2) Штамповка на ГКШП относится к классу точности Т3.
- 3) Определим степень сложности поковки.

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

В нашем случае такой подходящей геометрической фигурой является цилиндр.

Массы штамповки и цилиндра найдем с помощью трехмерного проектирования.

$$G_{\Pi} = 10,7 \text{ кг.}$$

$$G_{\Phi} = 30,0 \text{ кг.}$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{10,7}{30} = 0,36.$$

Степень сложности поковки выберем по таблице 2.6 [8].

Таблица 2.6 – Определение степени сложности поковки

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

По этому показателю оцениваем степень сложности штамповки C2.

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

По ГОСТ 7505-89 [8] определяем исходный индекс заготовки – 14.

Чертеж заготовки представлен в графической части работы.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

2.8.1 Выбор оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Выбор технологического оборудования.

Номер и наименование операции	Оборудование
005 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
010 Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
015 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
020 Токарная чистовая с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К
025 Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ GSK980MDa
030 Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1
040 Торцевкруглошлифовальная черновая	Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ GA-2020CNC
045 Торцевкруглошлифовальная черновая	Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ GA-2020CNC
050 Торцевкруглошлифовальная чистовая	Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ GA-2020CNC
055 Торцевкруглошлифовальная чистовая	Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ GA-2020CNC
060 Полировальная	Шлифовально-полировальный станок ДШ-111А
065 Полировальная	Шлифовально-полировальный станок ДШ-111А
070 Моечная	Моечная машина
075 Контрольная	Контрольный стол

2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Выбор приспособлений.

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

Продолжение табл. 2.8

060 Полировальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80
065 Полировальная	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889-80

2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Выбор режущего инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
005 Токарная черновая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10903-77.
010 Токарная черновая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10903-77.
015 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73; 3) Резец сборный расточный Т15К6 ГОСТ 20874-75.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 2) Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18885-73;

Продолжение табл. 2.9

	3) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10903-77.
025 Фрезерная	Фреза концевая Т15К6
030 Сверлильная	1) Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77 – 2 шт.; 2) Зенковка коническая Р6М5 ГОСТ 14953-80.
040 Торцекруглошлифовальная черновая	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.
045 Торцекруглошлифовальная черновая	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.
050 Торцекруглошлифовальная чистовая	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.
055 Торцекруглошлифовальная чистовая	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.
060 Полировальная	Лепестковый полировальный круг ГОСТ Р 51967-2002.
065 Полировальная	Лепестковый полировальный круг ГОСТ Р 51967-2002.

2.8.4 Выбор средств контроля.

Пользуясь [10], выберем средства контроля и сведем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Мерительный инструмент
005 Токарная черновая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля

Продолжение табл. 2.10

	отверстий ГОСТ 3882-77.
010 Токарная черновая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77.
015 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77. 3) Микрометр ГОСТ 6507-90.
020 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77. 3) Микрометр ГОСТ 6507-90.
025 Фрезерная	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77.
030 Сверлильная	1) Штангенциркуль ШЦЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; 2) Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-77 – 2 шт.
040 Торцекруглошлифовальная черновая	Прибор активного контроля БВ-6060- УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
045 Торцекруглошлифовальная черновая	Прибор активного контроля БВ-6060- УНВ-40 ГОСТ 8517-80.

Продолжение табл. 2.10

050 Торцекруглошлифовальная чистовая	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
055 Торцекруглошлифовальная чистовая	Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
060 Полировальная	1) Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; 2) Профилограф-профилометр ГОСТ 19300-86.
065 Полировальная	1) Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; 2) Профилограф-профилометр ГОСТ 19300-86.

2.9 Расчет режимов резания.

2.9.1 Расчет режимов резания на операцию 005 Токарная черновая.

Точить поверхность 1, выдерживая размер $130,9 \pm 0,5$; точить поверхность 2, выдерживая размеры $\varnothing 98 \pm 0,435$, $\varnothing 114 \pm 0,435$, $122 \pm 0,5$; точить поверхность 3, выдерживая размер $122,52 \pm 0,5$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 185,6_{-1,15}$; сверлить поверхность 12, выдерживая размер $\varnothing 37,4^{+0,62}$.

Переход 1. Точить поверхность 1, выдерживая размер $130,9 \pm 0,5$; точить поверхность 2, выдерживая размеры $\varnothing 98 \pm 0,435$, $\varnothing 114 \pm 0,435$, $122 \pm 0,5$; точить поверхность 3, выдерживая размер $122,52 \pm 0,5$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 185,6_{-1,15}$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 185,6} = 308,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi}=250$ мин⁻¹.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 185,6 \cdot 250}{1000} = 145,7, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{112}{75} = 1,49, \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 37,4^{+0,62}$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [11]$$

где L_p – длина резания;

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

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

$$L_{\dot{r}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\dot{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 32,5 + 1 + 0 = 33,5 \text{ , мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала 19ХГН;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБ} = 15 \text{ м/мин; } K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 37,4} = 91,1 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 80 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 37,4 \cdot 80}{1000} = 9,4 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ , мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{33,5}{16} = 2,09 \text{ , мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,49 + 2,09 = 3,58 \text{ , мин.}$$

2.9.2 Расчет режимов резания на операцию 010 Токарная черновая.

Точить поверхность 7, выдерживая размер $130,6 \pm 0,5$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 71,3_{-0,3}$; точить поверхность 5, выдерживая размер $30,8 \pm 0,26$; сверлить поверхность 10, выдерживая размер $\varnothing 25,5^{+0,52}$.

Переход 1. Точить поверхность 7, выдерживая размер $130,6 \pm 0,5$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 71,3_{-0,3}$; точить поверхность 5, выдерживая размер $30,8 \pm 0,26$.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 185,6} = 308,9, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 185,6 \cdot 250}{1000} = 145,7, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{186}{75} = 2,48, \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 25,5^{+0,52}$.

$$L = L_P + L_{\Pi} + L_D, \quad [11]$$

где L_P – длина резания;

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

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

$$L_{\tilde{r}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\tilde{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 105 + 1 + 0 = 106, \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала 19ХГН;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБ}} = 15 \text{ м/мин; } K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 25,5} = 133,6, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25,5 \cdot 125}{1000} = 10,0, \text{ м/мин.}$$

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

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{106}{25} = 4,24, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,48 + 4,24 = 6,72, \text{ мин.}$$

2.9.3 Расчет режимов резания на операцию 015 Токарная чистовая.

Выполнить канавку, выдерживая размеры 2, R0,3, 0,5; точить поверхность 1, выдерживая размер 130,3±0,5; точить поверхность 2, выдерживая размеры $\varnothing 98 \pm 0,435$, $\varnothing 114 \pm 0,435$, $122 \pm 0,5$; точить поверхность 3, выдерживая размеры 122,52±0,5, 22,52_{-0,052}; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 185_{-1,15}$; точить поверхность 12, выдерживая размер $\varnothing 38^{+0,62}$; точить поверхность 11, выдерживая размер 105±0,435.

Переход 1. Выполнить канавку, выдерживая размеры 2, R0,3, 0,5.

Глубина резания $t = 0,6$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 118} = 485,8, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 118 \cdot 400}{1000} = 148,2, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1}{120} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность 1, выдерживая размер $130,3 \pm 0,5$; точить поверхность 2, выдерживая размеры $\phi 98 \pm 0,435$, $\phi 114 \pm 0,435$, $122 \pm 0,5$; точить поверхность 3, выдерживая размеры $122,52 \pm 0,5$, $22,52_{-0,052}$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 185_{-1,15}$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 185} = 309,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 250$ мин⁻¹.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 185 \cdot 250}{1000} = 145,2, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{102}{50} = 2,04, \text{ мин.}$$

Переход 3. Точить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 38^{+0,62}$; точить поверхность 11, выдерживая размер $105 \pm 0,435$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 38} = 1508,6, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 1250$ мин⁻¹.

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1250}{1000} = 149,2, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1250 = 250, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{26}{250} = 0,10, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 2,04 + 0,10 = 2,15, \text{ мин.}$$

2.9.4 Расчет режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Выполнить канавку, выдерживая размеры $4^{+0,3}$, 45° , $R0,3$, $0,3$; точить поверхность 7, выдерживая размер $130 \pm 0,5$; выполнить фаску $1 \times 45^\circ$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\phi 70,72_{-0,074}$; точить поверхность 5, выдерживая размер $30,52 \pm 0,26$; точить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 26^{+0,52}$.

Переход 1. Выполнить канавку, выдерживая размеры $4^{+0,3}$, 45° , $R0,3$, $0,3$.

Глубина резания $t = 0,6$ мм.

По [11] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0 = 180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1 = 1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 71} = 807,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_\phi=800 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 800}{1000} = 178,4, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1}{160} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность 7, выдерживая размер $130 \pm 0,5$; выполнить фаску $1 \times 45^\circ$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\phi 70,72_{-0,074}$; точить поверхность 5, выдерживая размер $30,52 \pm 0,26$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [11] определим подачу $S_0=0,2$ мм/об.

По [11] определим скорость $V_0=180$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,0$ – для стали 19ХГН [11];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава Т15К6 [11];

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

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 185} = 309,9, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 185 \cdot 250}{1000} = 145,2, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{181}{50} = 3,62, \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 26^{+0,52}$.

$$L = L_p + L_\Pi + L_d, \quad [11]$$

где L_p – длина резания;

L_Π – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

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

$$L_{\gamma} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\bar{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 105 + 5 + 0 = 110, \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

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

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБ} = 15 \text{ м/мин; } K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 26} = 131,1, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 125}{1000} = 10,2, \text{ м/мин.}$$

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

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{110}{25} = 4,40, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 3,62 + 4,40 = 8,03, \text{ мин.}$$

2.9.5 Расчет режимов резания на операцию 025 Фрезерная.

Фрезеровать поверхности 16 и 17, выдерживая размеры $150\pm 0,5$, $120^{\circ}\pm 1^{\circ}$; фрезеровать поверхности 18, выдерживая размер $150\pm 0,5$; фрезеровать поверхности 19, выдерживая размеры $158\pm 0,5$, $76\pm 0,37$, $60\pm 0,37$; фрезеровать поверхности 20, выдерживая размеры $158\pm 0,5$, $60\pm 0,37$; фрезеровать поверхности 14 и 15, выдерживая размеры $18^{+0,43}$, $20\pm 0,26$.

Переход 1. Фрезеровать поверхности 16 и 17, выдерживая размеры $150\pm 0,5$, $120^{\circ}\pm 1^{\circ}$.

Глубина резания $t = 17,5$ мм. Количество проходов 3.

По [11] определим подачу $S_Z = 0,1$ мм/зуб. [11]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 4$ – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,1 \cdot 4 = 0,4, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

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

где D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_V – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

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

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

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Примем

$$K_{MV} = 1,0 \text{ – для стали 19ХГН [11];}$$

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

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

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

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

$$D=40 \text{ мм}; t = 10 \text{ мм}; S_0=0,4 \text{ мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=30\text{мин}.$$

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 40^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 10^0 \cdot 0,4^{0,7}} \cdot 1,0 = 29,4, \text{ м/мин}.$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 29,4}{3,14 \cdot 40} = 234,1, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=200 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 200}{1000} = 25,1, \text{ м/мин}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,4 \cdot 200 = 80, \text{ мм/мин}.$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=2; L_{\text{рх}}=146 \text{ мм}, \text{ количество проходов } 2.$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{2 \cdot 146}{80} \cdot 2 = 7,30 \text{ мин}.$$

Переход 2. Фрезеровать поверхности 18, выдерживая размер $150 \pm 0,5$; фрезеровать поверхности 19, выдерживая размеры $158 \pm 0,5$, $76 \pm 0,37$, $60 \pm 0,37$; фрезеровать поверхности 20, выдерживая размеры $158 \pm 0,5$, $60 \pm 0,37$.

Глубина резания $t = 17,5 \text{ мм}$. Количество проходов 2.

По [11] определим подачу $S_Z=0,1 \text{ мм/зуб}$. [11]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 4$ – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,1 \cdot 4 = 0,4, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

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

где D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_V – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

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

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

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Примем

$$K_{MV} = 1,0 \text{ – для стали 19ХГН [11];}$$

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

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

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

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

$$D=40 \text{ мм; } t = 10 \text{ мм; } S_0=0,4 \text{ мм/об; } C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=30\text{мин.}$$

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 40^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 10^0 \cdot 0,4^{0,7}} \cdot 1,0 = 29,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 29,4}{3,14 \cdot 40} = 234,1, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=200 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 200}{1000} = 25,1, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,4 \cdot 200 = 80, \text{ мм/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$$n_{\text{отв}}=1; L_{\text{рх}}=148 \text{ мм, количество проходов } 2.$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{1 \cdot 148}{80} \cdot 2 = 3,70 \text{ мин.}$$

Переход 3. Фрезеровать поверхности 14 и 15, выдерживая размеры $18^{+0,43}$, $20 \pm 0,26$.

Глубина резания $t = 10 \text{ мм}$. Количество проходов 2.

По [11] определим подачу $S_Z=0,05 \text{ мм/зуб}$. [11]

Определим подачу на оборот шпинделя по формуле

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 4$ – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,05 \cdot 4 = 0,2, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определим по формуле:

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

где D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_V – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

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

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

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия.

Примем

$$K_{MV} = 1,0 \text{ – для стали 19ХГН [11];}$$

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

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

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

Скорость резания определим по формуле, приняв для этого:

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

$$T=30 \text{ мин.}$$

Окончательно по формуле имеем:

$$V = \frac{7,0 \cdot 18^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,0 = 34,8, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 34,8}{3,14 \cdot 18} = 615,7, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=500 \text{ мин}^{-1}$.

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

Минутная подача

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

Основное время определим по формуле

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

Основное время определим по формуле, приняв для этого:

$$n_{отв}=1; L_{px}=30 \text{ мм, количество проходов 2.}$$

Окончательно имеем:

$$T_0 = \frac{1 \cdot 30}{100} \cdot 2 = 0,60 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T = \sum T_{0i} = 7,30 + 3,70 + 0,60 = 10,60 \text{ , мин.}$$

2.9.6 Расчет режимов резания на операцию 030 Сверлильная.

Сверлить четыре отверстия (поверхности 13), выдерживая размеры $\varnothing 7^{+0,36}$, $120^\circ \pm 1^\circ$, $10 \pm 0,18$, $\varnothing 50 \pm 0,31$; сверлить четыре отверстия (поверхности 9), выдерживая размеры $\varnothing 4,5^{+0,3}$, $120^\circ \pm 1^\circ$, $5 \pm 0,15$, $\varnothing 40 \pm 0,1$; выполнить 4 фаски (поверхности 8) в размер $1,25 \times 45^\circ$.

Переход 1. Сверлить четыре отверстия (поверхности 13), выдерживая размеры $\varnothing 7^{+0,36}$, $120^\circ \pm 1^\circ$, $5 \pm 0,15$, $\varnothing 50 \pm 0,31$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [11]$$

где L_p – длина резания;

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

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

$$L_{\tilde{r}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\tilde{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 12,0 + 1 + 0 = 13,0 \text{ , мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

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

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБ} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 7} = 486,8 \text{ , мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 400}{1000} = 8,8 \text{ , м/мин.}$$

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

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{р.х}}{S_M} = \frac{13 \cdot 4}{80} = 0,65 \text{ , мин.}$$

Переход 2. Сверлить четыре отверстия (поверхности 9), выдерживая размеры $\varnothing 4,5^{+0,3}$, $120^\circ \pm 1^\circ$, $5 \pm 0,15$, $\varnothing 40 \pm 0,1$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [11]$$

где L_p – длина резания;

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

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

$$L_f = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\bar{A}} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 7,3 + 1 + 0 = 8,3 \text{ , мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБ} = 15 \text{ м/мин; } K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 4,5} = 767,0 \text{ , мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 630}{1000} = 8,9 \text{ , м/мин.}$$

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

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{8,3 \cdot 4}{126} = 0,26, \text{ мин.}$$

Переход 3. Выполнить 4 фаски (поверхности 8) в размер $1,25 \times 45^\circ$.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [11]$$

где L_p – длина резания;

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

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

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 1,3 + 1 + 0 = 2,3, \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

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

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

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

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

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

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

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной на карте С-3 [11];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{\text{ТАБ}}=15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 7} = 486,8 \text{ , мин}^{-1}.$$

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

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 400}{1000} = 8,8 \text{ , м/мин.}$$

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

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{1,3 \cdot 4}{80} = 0,07 \text{ , мин.}$$

Основное время всей операции

$$T = \sum T_{0i} = 0,65 + 0,26 + 0,07 = 0,98 \text{ , мин.}$$

2.9.7 Расчет режимов резания на операцию 040

Торцекруглошлифовальная черновая.

Шлифовать поверхность 5, выдерживая размер $30,22 \pm 0,26$; шлифовать поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 70,22_{-0,046}$.

Характеристики шлифовального круга:

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

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F40;

Твердость –К;

Структура –б;

Связка – V(керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [11].

Скорость резания $V=35$ м/с [11].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или $0,4$ мм/мин [11].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [11].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185} = 60,3, \text{ об/мин.}$$

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 [11].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{158}{100} + 0,05 = 1,66, \text{ мин.}$$

2.9.8 Расчет режимов резания на операцию 045

Торцекруглошлифовальная черновая.

Шлифовать поверхность 3, выдерживая размеры $122,22 \pm 0,5$, $22,22_{-0,033}$.

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

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F40;

Твердость –К;

Структура –6;

Связка – V(керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [11].

Скорость резания $V=35$ м/с [11].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или $0,4$ мм/мин [11].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [11].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185} = 60,3, \text{ об/мин.}$$

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 [11].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{35}{100} + 0,05 = 0,43, \text{ мин.}$$

2.9.9 Расчет режимов резания на операцию 050

Торцециркулошлифовальная чистовая.

Шлифовать поверхность 5, выдерживая размер $30,02 \pm 0,26$; шлифовать поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 70,02_{-0,03}$.

Характеристики шлифовального круга:

Круг 1 250' 25' 76,2 24А F25 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F25;

Твердость – К;

Структура – 6;

Связка – V(керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [11].

Скорость резания $V=35$ м/с [11].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или 0,4 мм/мин [11].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [11].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185} = 60,3, \text{ об/мин.}$$

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 [11].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{158}{100} + 0,05 = 1,66, \text{ мин.}$$

2.9.10 Расчет режимов резания на операцию 055

Торцевкруглошлифовальная чистовая.

Шлифовать поверхность 3, выдерживая размеры $122,02 \pm 0,5$, $22,02_{-0,021}$.

Круг 1 250' 25' 76,2 24А F25 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007

Материал абразивного зерна – 24А;

Зернистость – F25;

Твердость –К;

Структура –б;

Связка – V(керамическая);

Диаметр круга - 250 мм.

Режимы резания определим, пользуясь данными [11].

Скорость резания $V=35$ м/с [11].

Радиальная подача $S_p=0,003$ мм/об или 0,4 мм/мин [11].

Скорость вращения заготовки $V_3=35$ м/мин [11].

Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185} = 60,3, \text{ об/мин.}$$

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 [11].

Тогда определим:

$$T_0 = \frac{16}{500} + \frac{35}{100} + 0,05 = 0,43, \text{ мин.}$$

2.9.11 Расчет режимов резания на операцию 060 Полировальная.

Полировать поверхность 5, выдерживая размер $30 \pm 0,26$; полировать поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 70 g 6 \begin{pmatrix} -0,010 \\ -0,029 \end{pmatrix}$.

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

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

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор полировального круга.

Для обработки выбираем круг с $D_k = 300$ и $V_k = 30$.

Круг полировальный 300' 30' 76,2' 25АМ28 КВ ГОСТ 51967-2002

По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 2250}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с}.$$

Для стали 19ХГН и заданной величине шероховатости $Ra 0,4$, выбираем лепестковый круг зернистостью 8 с углом наклона лепестков 0.

Для обработки по диаметру $\varnothing 185$ мм назначаем скорость детали $v = 25$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 185} = 43, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Назначим продольную подачу по [11] $S_{пр} = 4$ м/мин.

Назначим ускоренную подачу.

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

Радиальная деформация лепесткового круга

$$\delta = 1,5 \text{ мм.} \quad [11]$$

Основное время определяется по формуле

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

где F – площадь обрабатываемой поверхности;

T – высота лепесткового круга;

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

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

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

$$F = \pi \cdot d \cdot l + \pi(D - d_1)^2 / 4 = 3,14 \cdot 70 \cdot 95 + 3,14(185 - 70)^2 / 4 = 31922 \text{ , мм}^2.$$

$$T_0 = 10^{-2} \frac{31922}{63} 1 \cdot 0,36 \cdot 0,82 = 1,50 \text{ , мин.}$$

2.9.12 Расчет режимов резания на операцию 065 Полировальная.

Полировать поверхность 3, выдерживая размеры $22_{-0,040}^{-0,020}$, $122 \pm 0,5$.

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

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

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор полировального круга.

Для обработки выбираем круг с $D_k = 300$ и $V_k = 30$.

Круг полировальный 300' 30' 76,2' 25АМ28 КВ ГОСТ 51967-2002

По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 2250}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с}.$$

Для стали 19ХГН и заданной величине шероховатости Ra 0,4, выбираем лепестковый круг зернистостью 8 с углом наклона лепестков 0.

Для обработки по диаметру Ø185 мм назначаем скорость детали $v = 25$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 185} = 43, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Назначим продольную подачу по [11] $S_{пр} = 4$ м/мин.

Назначим ускоренную подачу.

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

Радиальная деформация лепесткового круга

$$\delta = 1,5 \text{ мм.} \quad [11]$$

Основное время определяется по формуле

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

где F – площадь обрабатываемой поверхности;

T – высота лепесткового круга;

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

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

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

$$F = \pi(D - d_1)^2 / 4 = 3,14(185 - 118)^2 / 4 = 3524, \text{ мм}^2.$$

$$T_0 = 10^{-2} \frac{3524}{63} 1 \cdot 0,36 \cdot 0,82 = 0,17, \text{ мин}.$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Станочное приспособление - это вспомогательное орудие производства для установки заготовок с целью обработки на металлорежущих станках.

В зависимости от типа станка станочные приспособления подразделяются на токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и т.д. В общем объёме средств технологической оснастки 50% составляют станочные приспособления.

С помощью станочных приспособлений можно решить три основные задачи:

- базирование обрабатываемых деталей на станках производится без выверки, что ускоряет процесс базирования и обеспечивает возможность автоматического получения размеров на настроенных станках;

- повышается производительность, и обеспечиваются условия труда рабочих за счёт применения многоместной, многопозиционной и непрерывной обработки;

- расширяются технологические возможности станков, что позволяет на обычных станках выполнять такую обработку или получать такую точность обрабатываемых деталей, которую на этих станках, выполнить было невозможно.

Приспособления различают в зависимости от типа производства. В массовом и крупносерийном производстве в основном применяют специальные приспособления, предназначенные для выполнения определённых операций для заданных заготовок на конкретном станке. В условиях серийного производства применяют приспособления агрегатного типа, состоящие из базовой части и сменных насадок. В мелкосерийном производстве широко распространены универсальные и универсально-сборные приспособления.

Проектирование приспособления находится в зависимости не только от типа производства, но и от технологического процесса изготовления детали, что обеспечивает на производстве тесную связь между технологом и конструктором

По специализации приспособления подразделяют на:

- универсальные;
- специализированные;
- специальные

В соответствии с исходными данными для среднесерийного производства принимаем специализированное приспособление с механизированным приводом.

3.1 Выбор схемы базирования заготовки.

Базирование - придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат станка или инструмента.

Схема базирования заготовки приведена на рисунке 3.1, а лишаемые степени свободы в таблице 3.1.

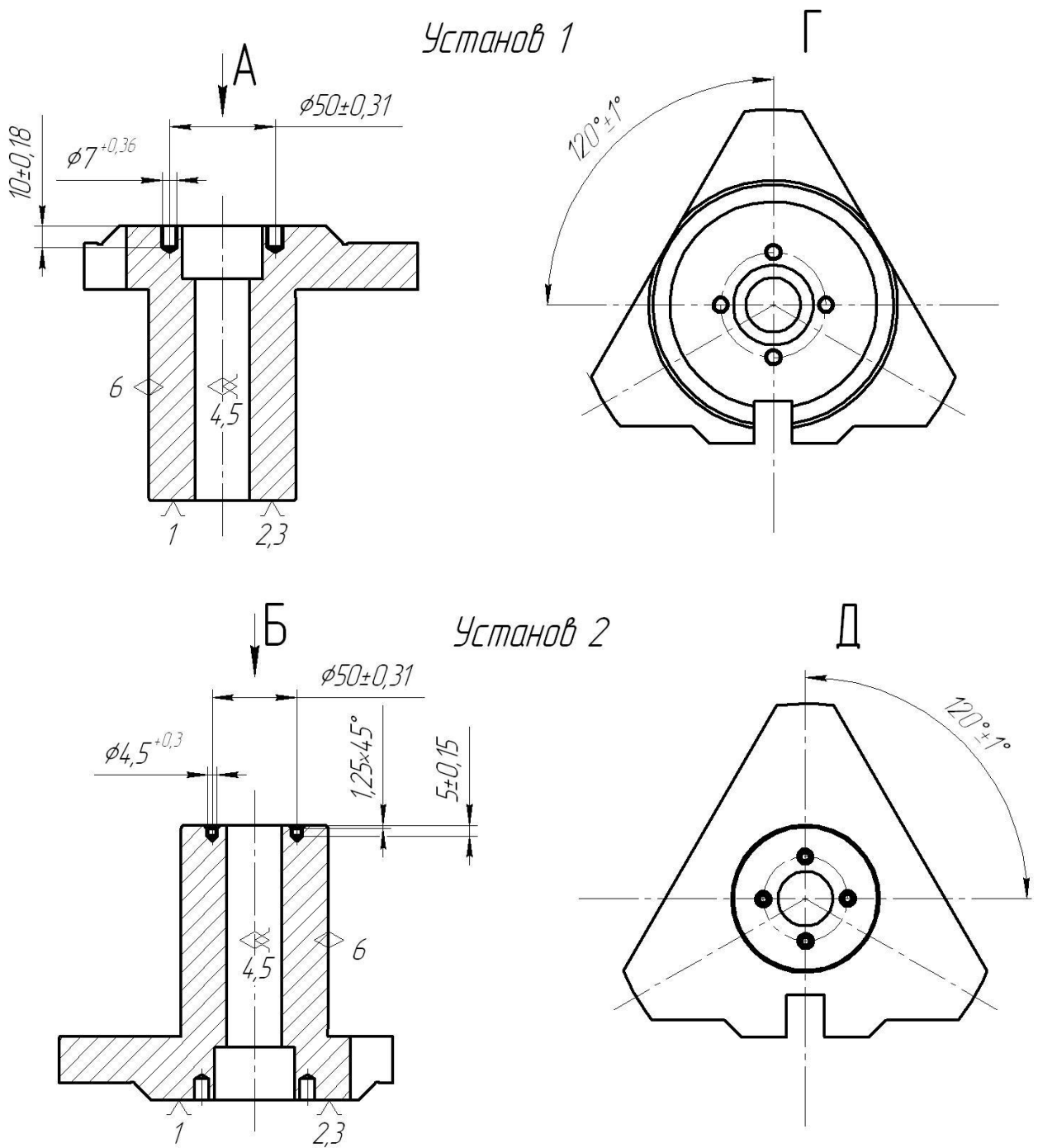


Рис. 10.1. Схема базирования заготовки

3.2 Выбор конструкции установочных элементов.

Установка - процесс базирования и закрепления заготовки в приспособлении.

Схема установки - изображение заготовки установленной на установочном элементе приспособления.

В качестве установочных элементов примем призму, в количестве двух штук.

3.3 Расчёт сил резания.

1. Обработка производится на вертикально-сверлильном станке 2Р135Ф2-1.

Выполняемые переходы:

- подрезка торца;
- зацентровка;
- сверление отверстий;
- растачивание;
- растачивание внутренних канавок.

Наибольшие силы резания возникают при сверлении отверстий, т.к. диаметр сверления при этом будет наибольшим $\varnothing 7$ мм и глубина резания $t=3,5$ мм. Поэтому расчёт сил резания будем вести при обработке данной поверхности.

Исходные данные: На вертикально-сверлильном станке сверлить четыре отверстия (поверхности 13), выдерживая размеры $\varnothing 7^{+0,36}$, $120^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $10 \pm 0,18$, $\varnothing 50 \pm 0,31$.

Материал заготовки - сталь 19ХГН, $\sigma_b=840$ МПа. Заготовка-штамповка. Охлаждение - эмульсией.

Схема зажима приведена на рис. 3.2.

3.4 Выбор схемы закрепления заготовки и расчёт усилия зажима.

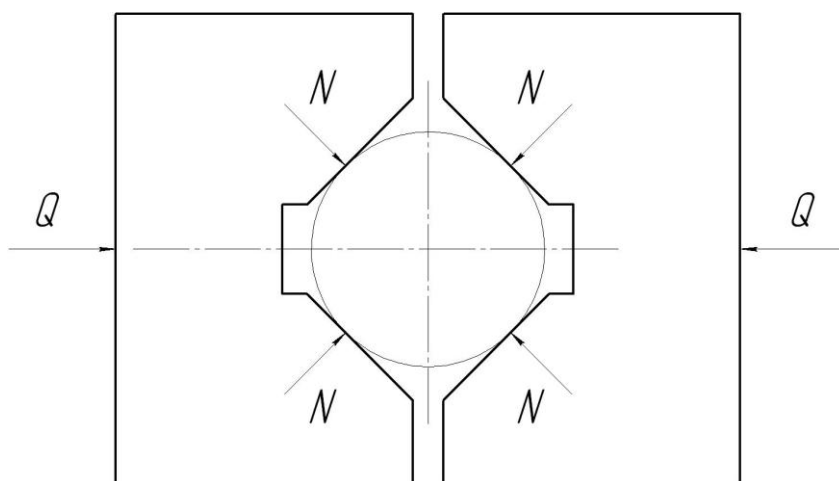


Рис. 3.2. Схема закрепления заготовки

Определим усилие зажима. [12]

Крутящий момент стремится повернуть заготовку относительно опорной поверхности призмы. Ему противодействуют силы трения на рабочих поверхностях призмы. Таким образом, усилие зажима можно определить по формуле

$$Q = \frac{Mk \cdot K \cdot \sin \alpha / 2}{D \cdot f},$$

где D - диаметр заготовки;

f - коэффициент трения;

K - коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где $K_0 = 1,5$ - коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_2 = 1,7$ - коэффициент затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$ - коэффициент учитывающий возрастание сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ - коэффициент механизации силового привода;

$K_5 = 1,0$ - коэффициент эргономичности ручных зажимных механизмов;

$K_6 = 1,5$ - коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов. [13]

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 4,59.$$

$$Q = \frac{122 \cdot 4,59 \cdot \sin \frac{90}{2}}{7 \cdot 0,1} = 565,7, \text{ Н.}$$

3.5 Выбор конструкции и расчёт силового привода.

Выбираем гидравлический привод по следующим параметрам:

Рабочий ход поршня гидравлического цилиндра, исходя из техники безопасности, принимаем равным $S_w = 35$ мм

Диаметр поршня находим по следующей формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P_B \cdot \eta}}, \text{ мм}, [13]$$

где, P_B - рабочее давления в цилиндре, принимаем равным $P_B = 1$ МПа;

η - КПД гидроцилиндра, принимаем равным $\eta = 0,9$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 565,7}{3,14 \cdot 1 \cdot 0,9}} = 28,3, \text{ мм.}$$

Для увеличения универсальности приспособления примем $D = 50$ мм.

По таблице определяем диаметр штока $d_{шт} = 18$ мм. [15]

3.6 Описание устройства и принципа действия приспособления.

Гидравлические тиски работают от гидроцилиндра двустороннего действия 1. При движении поршня цилиндра влево производится зажим заготовки, а при движении поршня вправо - разжим.

Перемещение поршня со штоком 13, соединённого через элемент 2 с планкой 10, вызывает движение уголка прикрепленного к планке. На уголок закрепляются две призмы, через которые и производится фиксация заготовки.

Движение второй губки тисков осуществляется следующим образом: перемещение поршня со штоком, который играет роль зубчатой рейки, задаёт вращение зубчатому колесу 3. Колесо в свою очередь задаёт перемещение другой зубчатой рейке 11. Рейка соединена с пластиной 14 при помощи гаек 28, а пластина в свою очередь при помощи винтов соединена с планкой 9, на которой закрепляется уголок. На уголок ввинчиваются две призмы, через которые и производится фиксация заготовки.

Чертеж тисков гидрозажимных представлен в графической части работы.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 030 Сверлильная ведется сверление четырех глухих отверстий $\phi 7$ глубиной 10 мм. Задача этого раздела – спроектировать режущий инструмент для этого перехода.

Эскиз вышеуказанного перехода представлен на рис. 4.1.

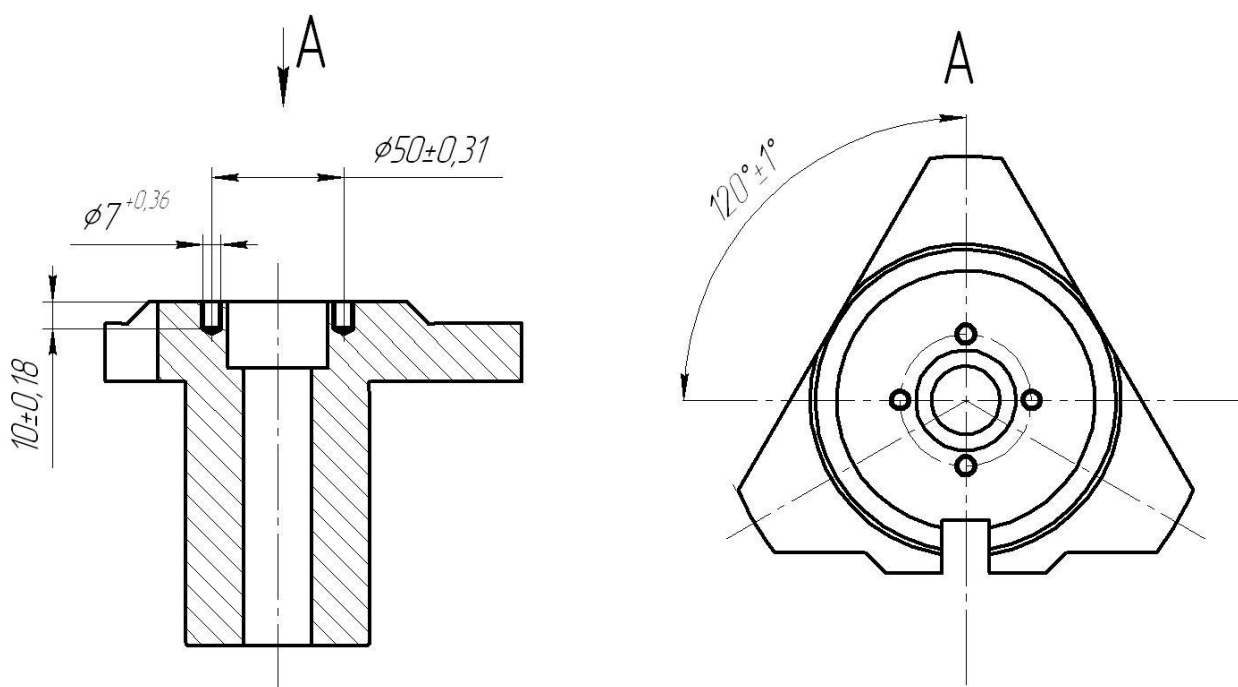


Рис. 4.1. Эскиз первого перехода операции 030

У спирального сверла два зуба, каждый из которых имеет свою вершину, главную и вспомогательную режущие кромки, свою переднюю поверхность, главную и вспомогательную задние поверхности. У сверла есть также поперечная режущая кромка (перемычка), которая позволяет сверлу обрабатывать отверстия диаметром до 12 мм в сплошном материале. [14]

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

Примем $\gamma = 6^\circ$.

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

Примем $\alpha = 12^\circ$.

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

Принимаем $2\varphi = 118^\circ$.

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

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

В качестве материала сверла принимаем быстрорежущую сталь Р6М5.

Главное движение при сверлении – вращательное D_r , а движение подачи – поступательное D_s . Скорость резания измеряется в м/мин на периферии инструмента

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

где $D = 7$ мм – диаметр обработанной поверхности;

$n = 400 \text{ мин}^{-1}$ – частота вращения инструмента.

При сверлении под глубиной резания t подразумевают расстояние от обработанной поверхности до оси сверла

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

В нашем случае $t = \frac{7}{2} = 3,5$ мм.

При сверлении осевую силу P_0 (силу подачи) рассчитывают по формуле

$$P_0 = C_p D^{Z_p} S^{y_p} k_p.$$

Сверло состоит из режущей части и хвостовика.

Глубина сверления равна 12 мм. С учетом будущих переточек примем длину режущей части сверла $l_p = 15$ мм.

Хвостовик должен осуществлять надежное крепление инструмента в приспособлении. В связи с этим примем хвостовую часть длиной $l_x = 30$ мм.

Рассчитаем длину всего сверла по формуле [15]

$$L = l_p + l_x = 15 + 30 = 45, \text{ мм.}$$

Для увеличения стойкостных характеристик данного инструмента нами предлагается нанести на режущую часть износостойкое покрытие TiN методом ионно-плазменной обработки. Это позволит увеличить износостойкость сверла приблизительно в 2,5 раза. [16]

Чертеж сверла представлен в графической части работы.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Техпроцесс изготовления детали - стакан плунжерного патрона 02-7113-5058».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были изменены и отличаются от базового техпроцесса. Нами в работе модернизирована 030 Шпоночно-фрезерная операция, где произведена замена режущего инструмента и автоматизировано зажимное приспособление. [19]

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	Сверление и зенкование отверстий	Операция 030 Сверлильная с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1; тиски гидрозажимные	Сталь 19ХГН; Р6М5; СОЖ: Укринол-1

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

В данном разделе приводится наименование модернизированных технологических операций технического объекта из таблицы 5.1, наименование опасных и вредных производственных факторов [19], согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, материалов,

веществ, которые являются источником опасного и вредного производственного фактора, нормативная техническая документация.

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	Операция 030 Сверлильная с ЧПУ	1) Повышенный уровень вибрации на рабочем месте. 2) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3) Опасность поражения электрическим током. 4) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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

[19]

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации на рабочем месте	Станок установлен на демпфирующих опорах, которые значительно снижают уровень вибрации	Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оператор выполняет работу, одев при этом наушники защитные. Наличие вытяжки на рабочем месте снижает уровень шума.	Наушники защитные. Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
3	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчатобумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
4	В связи с использованием СОЖ возникает повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор должен быть одет в респиратор фильтрующий.	Респиратор фильтрующий

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

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

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1	Е	1) тепловой поток; 2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах; 5) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; б) снижение	1) замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования;

Продолжение табл. 5.4

				видимости дыму.	в	3) образующиеся токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок; 4) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей; 5) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара.
--	--	--	--	-----------------	---	--

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

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

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе. Расклейка запрещающих знаков на участке.

Продолжение табл. 5.6

	Контроль правильной эксплуатации оборудования.	
--	--	--

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, 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.)
Сверление и зенкование отверстий	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Попадание использованной СОЖ в почву. Попадание стружки в почву.

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

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

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

5.6 Заключение.

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

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

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

Базовый вариант.

На операции 030 выполняется сверлильная операция в два этапа: первый – сверление 4-х отверстий, второй этап, после переворачивания заготовки – сверление и зенкерование еще 4-х отверстий. Все эти действия выполняются на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ станке, модель 2P135Ф2-1. Заготовка закрепляется в тиски. Из всего множество выполняемых действий нас интересует сверление вторых и четверных отверстий, т.к. именно данный инструмент (сверло) в проектном варианте будут изменен. Для выполнения детально рассмотренных действий используется сверло из быстрорежущей стали P6M5.

Проектный вариант.

Как уже говорилось именно инструмент сверло, выполненный из быстрорежущей стали P6M5, в проектном варианте измен, а именно на него нанесено покрытие TiN, позволяющее увеличить стойкость инструмента в 1,5 раза. Рассмотренные совершенствования никак не скажется на времени выполнения операции, однако, это позволит сократить расходы на инструмент, из-за повышения стойкости, т.к. это привете к меньшему числу переточек. Других изменений на операции 030 сверление не предусмотрено.

После краткого описания предлагаемых изменений, необходимо подтвердить их экономическую целесообразность. с учетом указанных изменений Согласно методике определения капитальных вложений [20] мы рассчитали данную величину, которая составляет $K_{ВВ.ПП} = 19983,14$ руб.

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

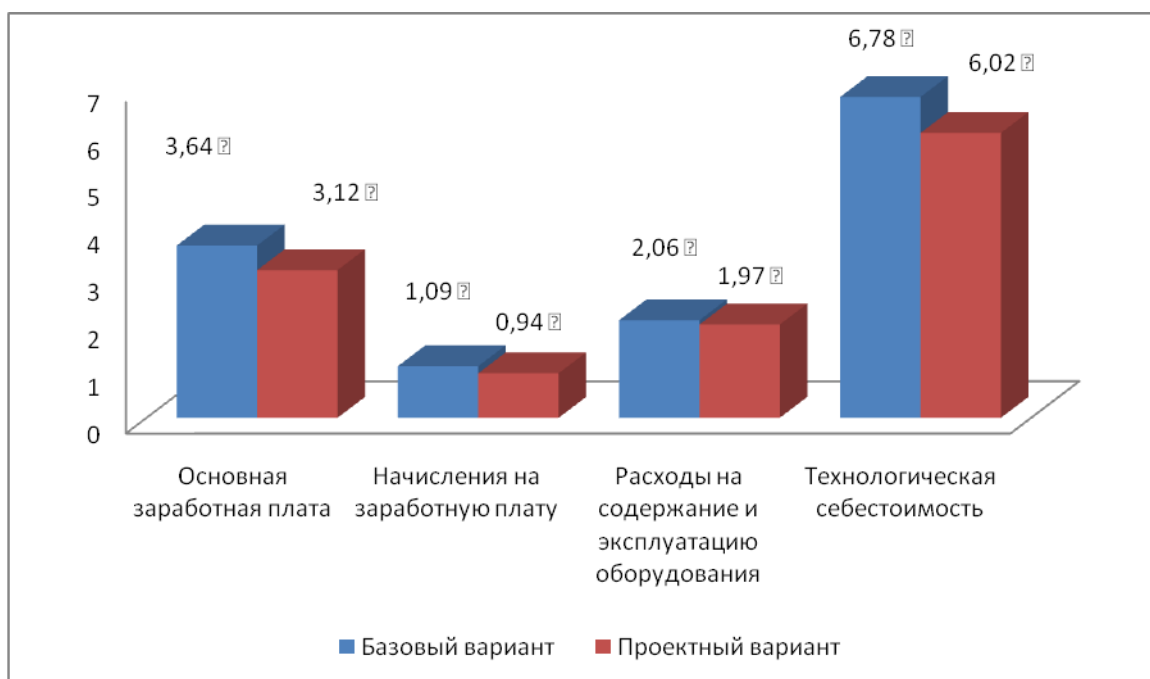


Рис. 6.1. Структура технологической себестоимости изготовления детали «Стакан» по двум сравниваемым вариантам

Используя методику составления калькуляции полной себестоимости [20] мы рассчитали ее значения, по базовому варианту – 20,08 руб.; а по проектному варианту – 17,43 руб.

Опираясь на полученные данные, проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [20], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (0,08 - 17,43) \cdot 5000 = 13250 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 13250 \cdot 0,2 = 2650 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 13250 - 2650 = 10600 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{19983,14}{10600} + 1 = 2,89 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 10600 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 22323,6 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 22323,6 - 19983,14 = 2340,46 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{22323,6}{19983,14} = 1,12 \text{ руб./руб.}$$

Рассматриваемые изменения технологического процесса изготовления детали «Стакан», можно считать экономически обоснованными и необходимым. Так как, во-первых, они привели к снижению себестоимости на 13,2%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений составит 2340,46 руб., что также свидетельствует эффективности работы. Кроме того предприятия сможет получить прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,12 руб., а окупить вложенные средства в течении трех лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления детали «Стакан» плунжерного патрона 02-7113-5058 заданного качества и необходимой программы выпуска. Техпроцесс оснащен современным оборудованием и средствами технологического оснащения.

На операции 020 Токарная чистовая и 030 Сверлильная разработаны технологические наладки.

Для закрепления заготовки на 030 Сверлильной операции разработано станочное приспособление – тиски гидрозажимные.

Для этой же операции разработана конструкция спирального сверла, имеющее износостойкое покрытие.

В работе выполнены разделы безопасности и экологичности технического объекта и экономическая эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
3. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
5. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
7. 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.
8. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
9. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.

10. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.
11. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
12. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.
13. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.
14. Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.
15. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.
16. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
17. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.
18. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

19. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
20. 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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Б12	38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ СА500СФ3К	1	16045	322	1	1	1	1	142	1
О13	Точить поверхность 7, выдерживая размер 130.6 ± 0.5 ; точить поверхность 6, выдерживая размер $\varnothing 71.3_{-0.3}$;									
О14	точить поверхность 5, выдерживая размер 30.8 ± 0.26 ; сверлить поверхность 10, выдерживая размер $\varnothing 25.5^{+0.52}$.									
МК										

<i>T15</i>	<i>392190 Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73.; 393410 Микрометр ГОСТ 6507-90.</i>
<i>T16</i>	<i>393120 Калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ – II – 250 – 0.05 ГОСТ 166-89.</i>
<i>МК</i>	

О15	<i>фрезеровать поверхность 20, выдерживая размеры 158 ± 0.5;</i>
Т16	<i>фрезеровать поверхность 14 и 15, выдерживая размеры $18^{+0.43}$; 20 ± 26.</i>
Т17	<i>XXXXXX Специальное зажимное приспособление;</i>
МК	

A15	<i>XX. XX. XX 040 4236 Торцекруглошлифовальная черновая программная ИОТ № 76</i>
Б16	<i>38 1025 7 Торцекруглошлифовальный ЧПУ GA-2020CNC 1 16045 322 1 1 1 1 142 1</i>
МК	

О15	396110 Патрон мембранный кулачковый ГОСТ 3889 – 80;
Т16	397130 Круг 1 250' 25' 76.2' 24А F25 К6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781 – 2007;
Т17	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.
МК	

A14	38 1337 3 065 4196 Полировальная ИОТ № 79
Б15	38 1337 3 Шлифовально – полировальный ст-к ДШ-111А 1 16045 322 1 1 1 1 142 1
О16	Полировать поверхность 3, выдерживая размеры: $22_{-0.040}^{-0.020}$; 122 ± 0.5 .
МК	

<i>MK</i>	