

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка технологического процесса изготовления фланца
крепления карданного шарнира

Студент(ка)	<u>Мухутдинов А.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В работе выполнен технологический процесс изготовления фланца крепления карданного шарнира. Выполнено обоснование выбора метода получения и спроектирована заготовка. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами. Спроектирован режущий инструмент на одну из операций технологического процесса.

На 020 токарную чистовую операцию спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 030 протяжную операцию разработан режущий инструмент.

Графическая часть работы состоит из 7 листов формата А1, пояснительная записка содержит 55 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	30
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	35
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	40
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	53
ПРИЛОЖЕНИЯ	56

ВВЕДЕНИЕ

Отрасль науки, в которой исследуются закономерности технологических процессов изготовления машиностроительных изделий для использования результатов изучения для обеспечения необходимого качества изделий с наивысшими технико-экономическими показателями, называется технологией машиностроения.

Объектами технологии машиностроения являются технологические процессы, а предметами – исследование и установление внешних и внутренних связей, закономерностей технологического процесса. Исключительно на основе тщательного изучения их существует возможность построения прогрессивных технологических процессов, обеспечивающих изготовление изделий высокого качества с минимальными затратами.

Нынешняя технология машиностроения развивается по таким основным направлениям: создание новых материалов; разработка новых технологических процессов, принципов, методов и оборудования; механизация и автоматизация технологических процессов. [1]

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления фланца крепления карданного шарнира, заданного качества, с минимальной себестоимостью, используя современные научные достижения.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Фланец крепления карданного шарнира трактора служит для восприятия крутящего момента от привода с помощью внутренних шлицев и передачи его четырьмя отверстиями на шейке большого диаметра.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Для анализа классификации поверхностей пронумеруем их и представим на рисунке 1.1.

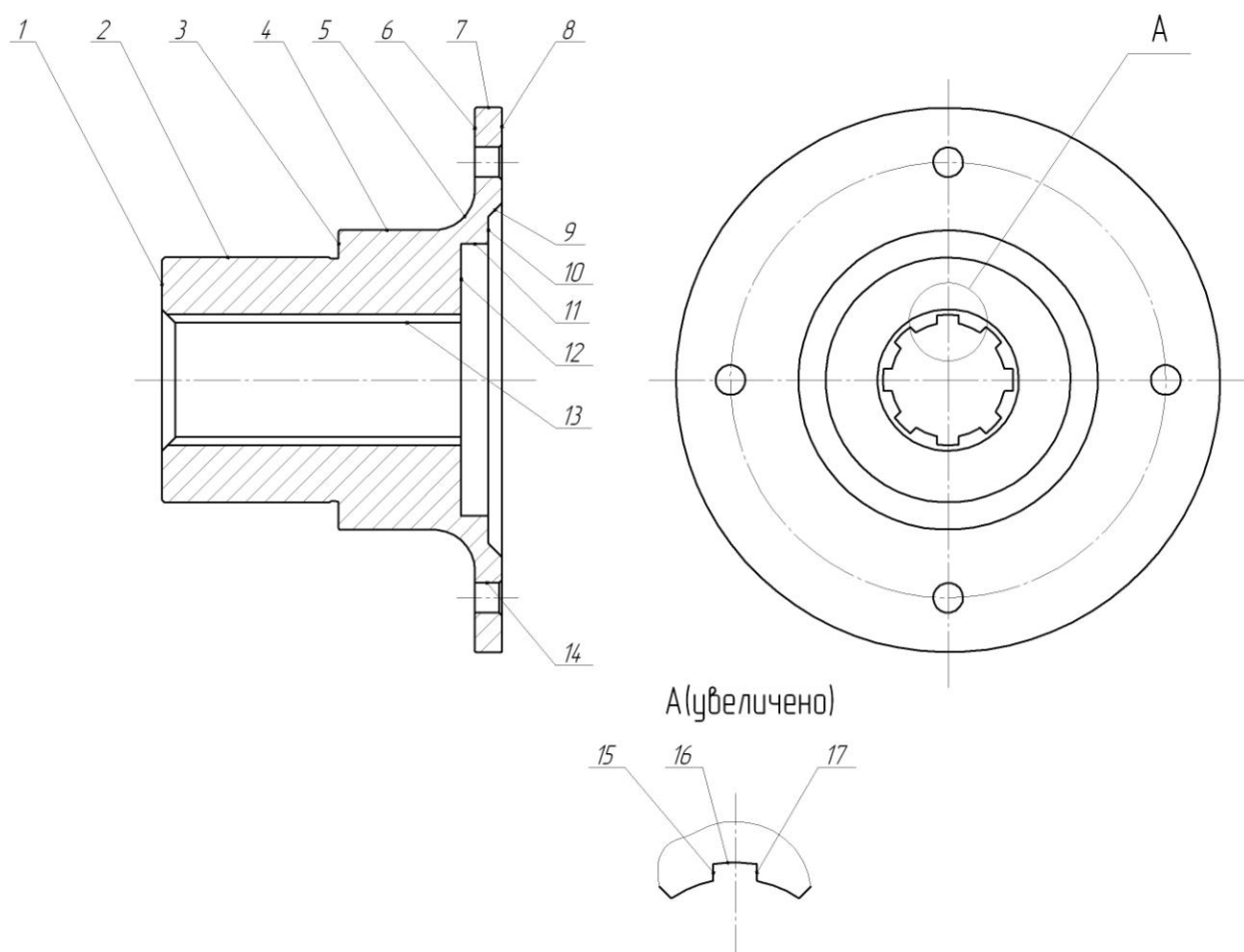


Рисунок 1.1 - Классификация поверхностей детали

Результаты классификации занесём в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	14, 15, 17
Основные конструкторские базы	2, 3
Вспомогательные конструкторские базы	8, 13
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными поверхностями в нашем случае являются боковые поверхности шлиц (15 и 17) и отверстия 14.

Основными конструкторскими базами являются шейка 2 и торец 3.

Вспомогательными конструкторскими базами являются центральное отверстие 13 и торец 8.

Оставшиеся поверхности будут свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [3] анализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 40X. Данные приведены в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40X по ГОСТ 4543-71 (в %).

Химический элемент	Содержание
C (углерод)	0,36...0,44 %
Mn (марганец)	0,5...0,8 %
Si (кремний)	0,17...0,37 %
Ni (никель)	до 0,3 %
P (фосфор)	до 0,035 %
S (сера)	до 0,035 %
Cu (медь)	до 0,3 %

Cr (хром)	0,8...1,1 %
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Механические свойства стали 40Х по ГОСТ 4543-71.

σ_T	σ_B	δ_5	КСУ	НВ
МПа	МПа	%	Дж/см ²	Не более
785	980	10	45	217

Химический состав и механические свойства материала позволяют обеспечить нормальную функцию детали в узле. Материал является недефицитным.

Заготовку можно получить или методом проката, или штамповкой на горизонтально-ковочной машине. В этих случаях конфигурация заготовки достаточно элементарна.

Конструкция детали в целом обеспечивает доступность инструмента к обрабатываемым поверхностям при всяком виде механической обработки. Это позволяет нам использовать в основном стандартный, а иногда унифицированный тип инструментов.

Также форма расположения поверхностей детали обеспечивает свободную доступность к обрабатываемым поверхностям инструментов для контроля.

В результате проведения анализа можно сделать вывод о достаточной технологичности детали.

1.4 Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали можно сформулировать следующие задачи работы, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении – обеспечить необходимую программу выпуска фланцев крепления карданного шарнира заданного

качества с минимальными затратами путем разработки техпроцесса его механической обработки: определим тип машиностроительного производства; выработаем стратегию проектирования технологического процесса; выполним технико-экономический расчет метода получения заготовки; разработаем технологический план обработки детали, разработав схемы базирования; выберем средства технологического оснащения на каждую операцию техпроцесса; рассчитаем на одну поверхность припуски по операциям техпроцесса, а на остальные – назначим табличным способом; рассчитаем режимы резания и определим содержание операций, спроектируем наладки; на одну из операций техпроцесса спроектируем режущий инструмент; для одной из операций спроектируем станочное приспособление.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Задачей технологической части работы является разработка технологического процесса изготовления детали. Это в свою очередь зависит от типа производства, поэтому первым делом определимся с типом производства.

2.1 Определение типа производства.

Стратегия разработки технологического процесса зависит от типа производства, который при прочих неизвестных условиях зависит от массы детали и объема выпуска деталей в год. В нашем случае при $m = 7,1$ кг и $N_r = 5000$ деталей в год выберем тип производства по таблице. [2]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен $N_r = 5000$ деталей в год, а масса детали $m = 7,1$ кг, то тип производства определяется как среднесерийное.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Для среднесерийного типа производства принимаем такую стратегию разработки техпроцесса, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с требуемым качеством и наименьшими затратами.

Руководствуясь [3], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса: заготовка – прокат или штамповка на ГКМ; повторяемость изделий – периодическая повторяемость партий; форма организации техпроцесса – переменнo-поточная; припуск на обработку – незначительный; оборудование – специализированное с ЧПУ или универсальное; расчет припусков – подробный по переходам.

Остальные параметры разработки техпроцесса берем по [3].

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Тип детали, ее материал и форма определяют метод получения заготовки. Данный тип заготовки рациональным способом можно получить прокатом или штамповкой. Оба способа позволяют получить заготовку необходимого качества.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой. [4]

Первым вариантом является изготовления заготовки методом штамповки. При этом класс точности заготовки определяемый по [4] – 3; класс сложности штамповки – 2; массу штамповки, определяем при помощи 3D моделирования – 9,8 кг.

Вторым вариантом для сравнения является изготовление заготовки методом проката (прокат-труба Ø208x Ø38x129,5). Массу заготовки определяем при помощи 3D моделирования – 33,2 кг.

Стоимость одного килограмма штампованных заготовок $C_{\text{заг}} = 0,315$ руб.

Стоимость одного килограмма заготовок из проката $C_{\text{заг}} = 0,115$ руб.

Стоимость одного килограмма стружки для обоих вариантов $C_{\text{отх}} = 0,0144$ руб.

Массу детали берем из чертежа $m_{\text{д}} = 7,1$ кг.

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [4].

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

где $C_c = 0,505$ руб/кг; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,115$ руб/кг. [4].

Далее по формуле (2.1) имеем:

$$C_{\text{мех}} = 0,505 + 0,15 \cdot 1,115 = 0,6723 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки с заготовки, полученной штамповкой [4].

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

где $C_{шт} = 0,315 \text{руб}$; $k_T = 0,9$; $k_C = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_{II} = 1,0$. [4]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Дальше определим себестоимость изготовления детали из штамповки [4].

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

где $Q_{шт} = 9,8 \text{кг}$; $q = 7,1 \text{кг}$; $C_{отх} = 0,0144 \text{руб/кг}$. [4]

Тогда по (2.3) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 9,8 + 0,6723 (9,8 - 7,1) - 0,0144 (9,8 - 7,1) = 4,4370 \text{руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из проката [4].

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

где $Q_{пр} = 33,2 \text{кг}$.

Исходя из зависимости (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2219 \cdot 33,2 + 0,6723 (33,2 - 7,1) - 0,0144 (33,2 - 7,1) = 24,5383 \text{руб.}$$

Следовательно, по себестоимости изготовления заготовки более экономичным является метод штамповки.

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = C_{ми} - C_{шт} N_2 = 4,5383 - 4,4370 \cdot 5000 = 1005065 \text{руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, которое в свою очередь определяется качеством точности IT и шероховатостью Ra, определим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№№ пов.	IT	Ra	Последовательность обработки
1	14	0,8	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование чистовое
2	7	0,8	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование черновое, Шлифование черновое
3, 8, 11	14	3,2	Точение черновое, Точение чистовое
4, 5, 6, 7, 9, 10, 12	14	6,3	Точение черновое, Точение чистовое
13	7	6,3	Точение черновое, Точение чистовое, Протяжная
14	10	6,3	Сверление
15, 17	9	3,2	Протягивание
16	12	6,3	Протягивание

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Операция	Обрабатываемые поверхности	IT	Ra
1	2	3	4	5
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Токарная черновая с ЧПУ	7, 8, 10, 11, 12	14	12,5
		9, 13	12	12,5
010	Токарная черновая с ЧПУ	1, 3, 4, 5, 6	14	12,5
		2	12	12,5
015	Токарная чистовая с ЧПУ	7, 9, 11	14	6,3
		8, 12	14	3,2
		10	11	6,3
		13	9	3,2
020	Токарная чистовая с ЧПУ	4, 5, 6	14	6,3

		1, 3	14	3,2
		2	9	3,2
025	Сверлильная с ЧПУ	14	14	6,3
030	Протяжная	13	8	3,2
035	Протяжная	15, 17	9	3,2
		16	12	3,2
045	Круглошлифовальная черновая с ЧПУ	1	14	1,6
		2	8	1,6
050	Внутришлифовальная с ЧПУ	13	7	3,2
055	Круглошлифовальная чистовая с ЧПУ	1	14	0,8
		2	7	0,8

2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуск на поверхность $\varnothing 90h7_{(-0,035)}$ расчетно-аналитическим методом.

Исходные данные:

$$D = 90h7_{(-0,035)} \text{ мм}; L = 61,5 \text{ мм}; Ra = 0,8 \text{ мкм.}$$

На обработку данной поверхности назначаем технологические переходы: черновое точение; чистовое точение; закалка (ТО); черновое шлифование; чистовое шлифование.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o. \text{ [6]}$$

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,2 = 0,550, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,350 = 0,088, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,035 = 0,009, \text{ мм} .$$

Определим установочную погрешность заготовки ε в станочном приспособлении на каждом переходе.

Определим минимальные значения припусков для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} . [6]$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,550^2 + 0,025^2} = 0,951, \text{ мм} .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288, \text{ мм} .$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135, \text{ мм} .$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,014^2 + 0} = 0,064, \text{ мм} .$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(d_{i-1} + Td_i) . [6]$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(d_0 + Td_1) = 0,951 + 0,5(2,200 + 0,350) = 2,226, \text{ мм} .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(d_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507, \text{ мм} .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(d_2 + Td_3) = 0,135 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,206, \text{ мм} .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(d_3 + Td_4) = 0,064 + 0,5(0,054 + 0,035) = 0,109, \text{ мм} .$$

$$d_{4\min} = 89,965 \text{ мм} .$$

$$d_{4\max} = 90,000 \text{ мм} .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 90,000 + 2 \cdot 0,064 = 90,128, \text{ мм} .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 90,128 + 0,035 = 90,163, \text{ мм} .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 90,163 + 2 \cdot 0,135 = 90,433, \text{ мм} .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 90,433 + 0,140 = 90,573, \text{ мм} .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 90,573 \cdot 0,999 = 90,482, \text{ мм} .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 90,482 + 0,087 = 90,569, \text{ мм} .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 90,569 + 2 \cdot 0,288 = 91,145, \text{ мм} .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 91,145 + 0,350 = 91,495, \text{ мм} .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 91,495 + 2 \cdot 0,951 = 93,397, \text{ мм} .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 93,397 + 2,200 = 95,597, \text{ мм} .$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) . [6]$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(95,597 + 93,397) = 94,497, \text{ мм} .$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(91,495 + 91,145) = 91,320, \text{ мм} .$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(90,590 + 90,482) = 90,526, \text{ мм} .$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(90,573 + 90,433) = 90,503, \text{ мм} .$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(90,163 + 90,128) = 90,146, \text{ мм} .$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(90,000 + 89,965) = 89,983, \text{ мм} .$$

Определим общий припуск

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} . [6]$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 . [6]$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) . [6]$$

$$2Z_{\min} = 93,397 - 90,000 = 3,397, \text{ мм} .$$

$$2Z_{\max} = 3,397 + 2,2 + 0,035 = 5,632, \text{ мм} .$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,397 + 5,632) = 4,515, \text{ мм} .$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

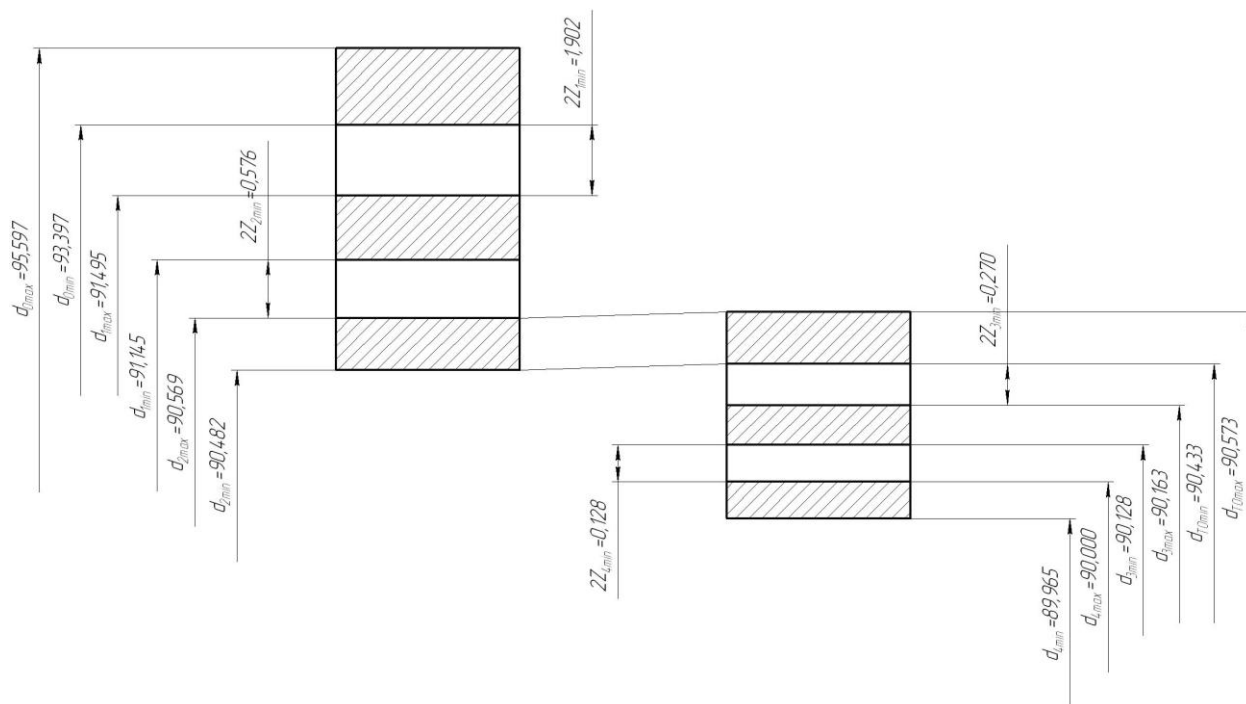


Рисунок 2.1 - Схема расположения полей допусков и припусков на поверхность $\text{Ø}90h7(-0,035)$.

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки, выполненной методом штамповки, будем учитывать надлежащие пункты:

- 1) припуски для обработки;
- 2) черновые базы;
- 3) требования, предъявляемые к степени точности;
- 4) уклоны штамповки.

По ГОСТ 7505-89 [7] для нашей заготовки выбираем:

- 1) По [7] принимаем группу стали М2.
- 2) Штамповка на горячековочной машине относится к классу точности

Т3.

- 3) Определим степень сложности:

$$G_{\Pi} = 9,8 \text{ кг}.$$

$$G_{\Phi} = 34,4 \text{ кг}.$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{9,8}{34,4} = 0,28.$$

Степень сложности заготовки-штамповки по данному показателю оцениваем, как С3.

4) Определяем исходный индекс штамповки для необходимости назначения допускаемых отклонений, допусков и припусков.

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [7] принимаем, как 12.

2.8. Выбор оборудования.

Для технологического обеспечения техпроцесса оборудованием преимущественно необходимо применять станки, оснащенные системой числового программного управления.

Для токарных операций 005, 010, 015 и 020 принимаем токарный станок с числовым программным управлением горизонтальной компоновки модели SAMAT-400XC с направляющими качения.

Для сверлильной операции 025 выберем вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой и крестовым столом модели 2P135Ф2-1, оснащенный системой числового программного управления.

Для протяжных операций 030 и 035 выберем вертикальный протяжной станок модели 7534, предназначенный для обработки протягиванием сквозных отверстий различных размеров и форм.

Для 045 круглошлифовальной черновой операции выбираем круглошлифовальный прецизионный станок с устройством числового программного управления модели 3M151Ф2, предназначенный для наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических и пологих конических поверхностей методами врезного и продольного шлифования.

Для внутришлифовальной операции 050 выберем полуавтомат внутришлифовальный универсальный высокой точности модели 3M227ВФ2, оснащенный системой числового программного управления.

Для 055 круглошлифовальной чистовой операции выбираем круглошлифовальный прецизионный станок с устройством числового программного управления модели 3M151Ф2, предназначенный для

наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических и пологих конических поверхностей методами врезного и продольного шлифования.

Большинство станков с ЧПУ имеют инструментальные магазины, из которых автооператор захватывает необходимый инструмент и переносит его в шпиндель станка, предварительно удалив отработанный инструмент из шпинделя станка. Конструкция устройства для смены инструмента в значительной степени зависит от типа магазина. При относительно небольшой вместимости не более 30 инструментов применяют дисковые инструментальные магазины, размещаемые непосредственно на шпиндельной бабке станка. Относительно оси вращения магазина инструмент может располагаться параллельно, радиально или наклонно. При большом числе инструментов свыше 30 используют многосекционные барабаны, многорядные дисковые магазины или ленточные цепные магазины. Такие магазины устанавливаются непосредственно на станке или на отдельной стойке.

Стремление сократить потери времени при установке и снятии заготовки на станке привело к появлению различных приспособлений, позволяющих производить загрузку одновременно с обработкой. Для этого, например, используются столы с двумя рабочими позициями: на одной из позиций производится обработка, а на другой снятие и установка следующей заготовки. Анализ подобных приспособлений показывает, что в универсальных станках с ЧПУ используются принципы и конструктивные решения, которые наиболее характерны для специального оборудования.

Для обеспечения высокой точности позиционирования при управлении исполнительным механизмом на подходе к заданной координатной точке используют, как правило, постоянный программный цикл торможения. Этот цикл включается в конце рабочего хода или точного позиционирования и обеспечивает постепенное снижение скорости движения управляемого объекта от заданного значения до нуля в точке позиционирования.

Использование программного цикла торможения повышает точность позиционирования в десятки раз.

Выбранное технологическое оборудование, режущий инструмент, средства контроля и технологическая оснастка представлены в сопроводительной документации к технологическому процессу, находящейся в приложениях.

2.9 Расчёт режимов резания.

2.9.1 Определим режимы обработки для операции 005 - Токарная черновая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0\text{мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,3\text{мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200,6} = 285,8\text{мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 250\text{мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,6 \cdot 250}{1000} = 157,5\text{м/мин}.$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{75} = 0,64\text{мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0\text{мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,3\text{мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 130} = 441,0 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 400$ мин⁻¹.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 400}{1000} = 163,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{165}{120} = 1,38 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,64 + 1,38 = 2,02, \text{ мин.}$$

2.9.2 Определим режимы обработки для операции 010 - Токарная черновая.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0$ мм принимаем подачу $S_0 = 0,3$ мм/об. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200,6} = 285,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 250$ мин⁻¹.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,6 \cdot 250}{1000} = 157,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{189}{75} = 2,52 \text{ мин.}$$

2.9.3 Определим режимы обработки для операции 015 - Токарная Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3\text{мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2\text{мм/об} . [11]$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 . [11]$

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

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

Из паспорта станка $n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157,0 \text{ м/мин} .$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{49}{50} = 0,98 \text{ мин} .$$

Переход 2..

В зависимости от глубины резания $t = 0,3\text{мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2\text{мм/об} . [11]$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 . [11]$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 130} = 441,0 \text{ мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка $n_\phi = 400 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 400}{1000} = 163,3 \text{ м/мин} .$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{165}{80} = 2,06 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,98 + 2,06 = 3,04, \text{ мин.}$$

2.9.4 Определим режимы обработки для операции 020 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 0,5 \text{ мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 91} = 629,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 91 \cdot 500}{1000} = 142,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{100} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3 \text{ мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

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

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

Из паспорта станка $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157,0 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{189}{50} = 3,78 \text{ мин.}$$

Переход 3.

В зависимости от глубины резания $t = 3,75 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.} \quad [11]$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 52} = 1002,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 1000}{1000} = 163,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{6}{200} = 0,03 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,02 + 3,78 + 0,03 = 3,83, \text{ мин.}$$

2.9.5 Определим режимы обработки для операции 025 - Сверлильная.

Переход 1.

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

где L_p – длина резания;

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_D = 3,5 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 3,5 + 1 = 14,5 \text{ , мм.}$$

Стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda .$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $v_{TAB} = 15$ м/мин; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [11]

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 11} = 309,8 \text{ , мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка $n = 250$ мин⁻¹.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 250}{1000} = 8,6 \text{ , м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{14,5 \cdot 4}{50} = 1,16, \text{ мин.}$$

Переход 2.

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

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_D = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ , мм.}$$

Стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda .$$

При $\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1$ $T_M = 60$ мин.

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

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об.

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

где $v_{TAB} = 10$ м/мин; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [11]

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 7,1}{3,14 \cdot 13} = 173,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 160$ мин⁻¹.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 160}{1000} = 6,5, \text{ м/мин.}$$

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

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

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,16 + 0,25 = 1,41, \text{ мин.}$$

2.9.6 Определим режимы обработки для операции 030 - Протяжная.

Осевая сила резания

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

где $q_0 = 72$ Н/мм; $S = 0,04$ мм/зуб. [11]

$$k_{PM} = 1; k_{PO} = 1; k_{PK} = 1. [11]$$

$$\sum l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c},$$

$$Z_p = \frac{l}{t+1},$$

$$Z_p = 105/10 = 11.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\sum l_p = \frac{3,14 \cdot 41,9 \cdot 11}{2} = 526,3, \text{ мм.}$$

Осевая сила резания

$$P = 9,81 \cdot 3789,1 = 37133,2, \text{ Н.}$$

Скорость резания $V = 8$ м/мин. [11]

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

где $N_{\text{д}} = 11$ кВт; $\eta = 0,85$.

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{37133,2} = 1,54, \text{ м/мин.}$$

$$T_0 = \frac{105}{1000} = 0,11, \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки для операции 035 - Протяжная.

Скорость резания $V = 8$ м/мин. [11]

$$\sum l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c},$$

$$Z_p = \frac{l}{t+1},$$

$$Z_p = 105/10 = 11.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\sum l_p = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 11}{2} = 602,9, \text{ мм.}$$

Осевая сила резания

$$P = 9,81 \cdot 3789,1 = 42539,2, \text{ Н.}$$

$$T_0 = \frac{105}{1000} = 0,11, \text{ мин.}$$

2.9.8 Определим режимы обработки для операции 045 -

Круглошлифовальная черновая.

Диаметр круга – 250,0 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [11]

Подача $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$. [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 43,1} = 258,6, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 90,1} = 123,7, \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{79}{100} + 0,05 = 0,86, \text{ мин}.$$

2.9.9 Определим режимы обработки для операции 050 -
Внутришлифовальная.

Диаметр круга – 40 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [11]

Подача $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$. [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 42} = 265,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \cdot [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{105}{100} + 0,05 = 1,12, \text{ мин.}$$

2.9.10 Определим режимы обработки для операции 055 -
Круглошлифовальная чистовая.

Диаметр круга – 250 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – 6.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [11]

Подача $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$. [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 90} = 123,8, \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \cdot [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{79}{100} + 0,05 = 0,86, \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Сбор исходных данных.

На 020 Токарной чистовой операции осуществляется точение наружных и внутренних поверхностей. Схема обработки показана на рис. 3.1.

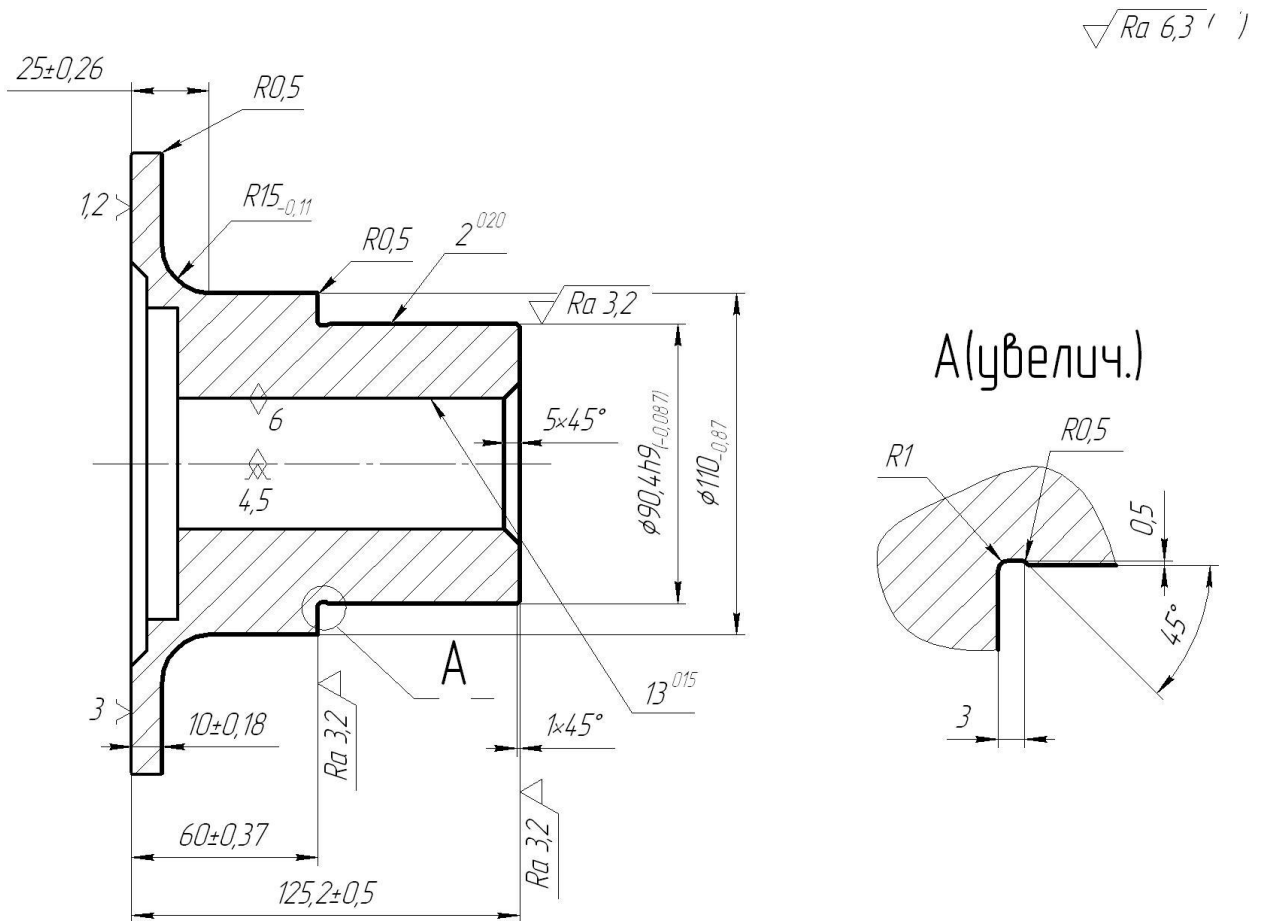


Рисунок 3.1 - Схема обработки.

3.2 Определение сил резания.

Составляющие P_z и P_y рассчитываем по формуле:

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

где C_p , x , y , n – постоянные коэффициенты для конкретных условий обработки.

Для P_z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$. [12]

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

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

$$\text{где } K_{MP} = \left(\frac{\delta_6}{750} \right)^{0,75}, \quad (3.3)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,222,$$

$$\varphi = 60^0; K_{ypz} = 0,94; K_{ypy} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{pz} = 1,05; K_{pz} = 1,5; \quad [12]$$

$$\lambda = 0,5^0; K_{npz} = 1,03; K_{npy} = 1,15$$

$$K_{pz} = K_{MP} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,918 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9332$$

$$K_{py} = K_{MP} \cdot K_{ypy} \cdot K_{py} \cdot K_{npy} = 0,918 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,2668$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 157,0^{-0,15} \cdot 0,9332 = 117,65, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 157,0^{-0,3} \cdot 1,2668 = 87,01, \text{ Н.}$$

3.3. Определение зажимного усилия.

Определим крутящий момент от силы резания, стремящийся провернуть заготовку, зажатую в кулачках (рис. 3.2):

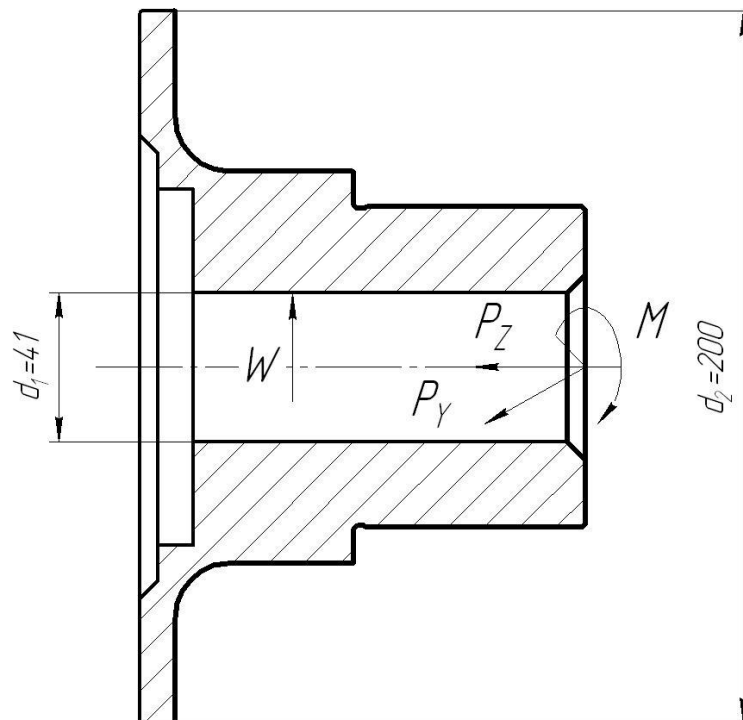


Рисунок 3.2. Схема действия сил.

$$M \cdot p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{117,65 \cdot 41}{2} = 2412, \text{ Н м.} \quad (3.4)$$

Провороту заготовки препятствует момент от зажимной силы, рассчитываемый зависимостью:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (3.5)$$

Из равенства M_p и M_3 рассчитаем необходимое усилие зажима, которое бы препятствовало провороту изделия [12]

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K p_z \cdot d_1}{f d_2}, \quad (3.6)$$

Коэффициент запаса K в зависимости от особенностей выполнения операции определяется зависимостью:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.7)$$

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

$$K_{py} = 2,52; f = 0,3.$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f d_2} = \frac{1,8 \cdot 117,65 \cdot 41}{0,3 \cdot 200} = 144,7, \text{ Н.}$$

$$M_p^{11} = P_y \ell. \quad (3.8)$$

Данному моменту противостоит момент от зажимной силы

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (3.9)$$

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{144,7}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 170,2, \text{ Н.} \quad (3.10)$$

3.4 Расчёт механизма зажима.

Определим усилие Q , с которым действует проектируемый привод.

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

Для клинового это соотношение определяется зависимостью:

$$i_{c.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (3.11)$$

где $\alpha = 15 \dots 30^\circ$. [12]

Принимаем $\alpha = 20^\circ$.

$$\varphi = \operatorname{arctg} \cdot f_1 = \operatorname{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 43', \quad \varphi = \varphi_1 = 6^\circ. \quad [12]$$

Передаточное отношение:

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

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{170,2}{1,9} = 89,6, \text{ Н.}$$

3.6 Расчёт силового привода.

В сравнительном расчете сделаем попытку применения пневматического привода, так как в каждом производстве имеется пневмосистема для подачи воздуха. Определим диаметр поршня пневмоцилиндра:

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (3.15)$$

где $P = 0,4$ МПа. [12]

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{89,6}{0,4}} = 16,9.$$

$D = 16,9 < 120$ мм, тогда принимаем пневматический привод с давлением воздуха $P = 0,4$.

Для увеличения номенклатуры зажимаемых заготовок принимаем диаметр поршня $D = 80$ мм.

Ход поршня

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

где $S_w = 0,4$ мм.

$$i_n = \frac{1}{i_c}.$$

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

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

Увеличиваем S_a на 10...15 мм, согласно рекомендациям [12], а значит

$$S_a = 20 \text{ мм}$$

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На 035 Протяжной операции обрабатывается внутреннее посадочное отверстие детали протяжкой круглой. Задача этого раздела спроектировать инструмент для этой операции. Диаметр отверстия перед обработкой $D_0 = 41,1$ мм. Диаметр отверстия после обработки $D = 41,9H8^{(+0,039)}$.

Расчёт режущей части протяжки.

Расчёт будем вести по методике [14]

Исходные данные:

Исходный диаметр отверстия заготовки до протягивания $D_0 = 41,1$ мм.

Диаметр отверстия заготовки после обработки $D = 41,9$ мм.

Верхнее предельное отклонение получаемого отверстия $+0,039$ мм.

Нижнее предельное отклонение получаемого отверстия 0 .

Длина обрабатываемого отверстия $L_0 = 105$ мм.

Материал заготовки – сталь 40Х.

Предел прочности обрабатываемого материала $\sigma_B = 980$ МПа.

Определение геометрических параметров режущей части протяжки.

Задний угол режущих зубьев принимаем $\alpha_{r0} = 3^\circ$. [14]

Передний угол для обработки стали с $\sigma_B = 980$ МПа принимаем $\gamma_{r0} = 12^\circ$.

[14]

Рассчитаем припуск для обработки.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2}IT = 41,9 + \frac{1}{2}0,039 = 41,920, \text{ мм}.$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{41,920 - 41,1}{2} = 0,410, \text{ мм}.$$

Определим шаг режущих зубьев

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

$$t = 1,3\sqrt{105} = 13,3, \text{ мм.}$$

Принимаем $t = 14$ мм.

Назначим размеры стружечных канавок:

$$h = 4; c = 4; r = 2; R = 10; F_k = 12,57. [14]$$

Определим толщину среза, приходящегося на зуб

$$a_z = \frac{F_k}{K \cdot L_0} = \frac{12,57}{4 \cdot 105} = 0,030,$$

где $K = 4. [14]$

Определим число одновременно работающих зубьев

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{105}{14} + 1 = 8,5. \text{ Принимаем } q = 9.$$

Определим силу, приходящуюся на миллиметр обрабатываемого контура

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

где $C_p = 4,3. [14]$

$$K_\gamma = \frac{90 - \gamma}{75} = \frac{90 - 12}{75} = 1,04.$$

$$P_z = 4,3 \cdot 980 \cdot 0,030^{0,85} \cdot 1,04 = 222,5, \text{ Н.}$$

Определим усилие протягивания

$$P_T = \pi \cdot P_z \cdot D \cdot q = 3,14 \cdot 222,5 \cdot 41,9 \cdot 9 = 263461, \text{ Н.}$$

Определим напряжения в канавке

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 263461}{3,14(41,1 - 2 \cdot 4)^2} = 306,33, \text{ МПа.}$$

По [14] принимаем наибольший диаметр хвостовика

$$d_1 = 40 \text{ мм.}$$

Определим напряжение в опасном сечении хвостовика,

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{263461}{804,2} = 327,6,$$

где $F_x = 804,2. [14]$

Определим количество черновых зубьев

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

Принимаем $a'_z = 0,010; z' = 2$.

$$z = \frac{0,410 - 2 \cdot 0,010}{0,030} + 1 = 14.$$

Определяем диаметры черновых зубьев:

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

$$D_1 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (1-1) = 41,1, \text{ мм.}$$

$$D_2 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (2-1) = 41,16, \text{ мм.}$$

$$D_3 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (3-1) = 41,22, \text{ мм.}$$

$$D_4 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (4-1) = 41,28, \text{ мм.}$$

$$D_5 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (5-1) = 41,34, \text{ мм.}$$

$$D_6 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (6-1) = 41,40, \text{ мм.}$$

$$D_7 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (7-1) = 41,46, \text{ мм.}$$

$$D_8 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (8-1) = 41,52, \text{ мм.}$$

$$D_9 = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (9-1) = 41,58, \text{ мм.}$$

$$D_{10} = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (10-1) = 41,64, \text{ мм.}$$

$$D_{11} = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (11-1) = 41,70, \text{ мм.}$$

$$D_{12} = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (12-1) = 41,76, \text{ мм.}$$

$$D_{13} = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (13-1) = 41,82, \text{ мм.}$$

$$D_{14} = 41,1 + 2 \cdot 0,030 (14-1) = 41,88, \text{ мм.}$$

Определяем диаметры чистовых зубьев:

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

$$D_{q1} = 41,880 + 2 \cdot 0,005 \cdot 1 = 41,890, \text{ мм.}$$

$$D_{q2} = 41,880 + 2 \cdot 0,005 \cdot 2 = 41,900, \text{ мм.}$$

Определим длину режущей части

$$l_p = t(z + z') = 14(14 + 2) = 224, \text{ мм.}$$

Определим параметры калибрующей части.

Задний угол принимаем $\alpha_r = 1^\circ$.

Принимаем передний угол $\gamma_r = 1^\circ$.

Выберем число калибрующих зубьев по [14]:

$$z_K = 6.$$

Определим шаг калибрующих зубьев

$$t_K \approx (2/3)t = 10, \text{ мм}.$$

Номинальный диаметр всех калибрующих зубьев протяжки

$$D_K = D_{\max} = 41,900, \text{ мм}.$$

Ленточку на зубьях протяжки принимаем $f = 0,3 \text{ мм}$.

Определим длину калибрующей части

$$l = k_K \cdot z_K = 10 \cdot 6 = 60, \text{ мм}.$$

Размеры хвостовика назначаем по [15].

Длина передней направляющей

$$l_{\text{ПН}} = (0,8 \dots 1,0)L_0 = 0,9 \cdot 105 = 95, \text{ мм}.$$

Длина задней направляющей

$$l_{\text{ЗН}} = (0,6 \dots 0,8)L_0 = 0,7 \cdot 105 = 74, \text{ мм}.$$

Расстояние до первого зуба

$$L_1 = 180 + l_{\text{ПН}} = 180 + 95 = 275, \text{ мм}.$$

Общая длина протяжки

$$L = L_1 + l_p + l_K + l_{\text{ЗН}} = 275 + 224 + 60 + 74 = 633, \text{ мм}.$$

Должно соблюдаться условие $L \leq 40D$.

$$633 < 1676.$$

Принимаем форму стружкоразделительных канавок [14]

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

Определяем количество канавок

$$n_C = 1,85\sqrt{D} = 1,85\sqrt{41,9} = 12.$$

$$\frac{180}{n_C} = \frac{180}{12} = 15^\circ.$$

Твердость после термической обработки режущей части HRC 62...66.

Твердость после термической обработки хвостовой части HRC 44...50.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления фланца крепления карданного шарнира».

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Точение чистовое	Операция 015 Токарная чистовая	Оператор станка с ЧПУ	Станок SAMAT-400XC; токарный поводковый патрон	Сталь 40X; т/с Т15К6; б/р; СОЖ-Волгол

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Токарная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок СА500СФ3К оснащенный системой программного управления

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного	Регламентированная процедура по	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	оборудования	обучению по охране труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

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

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный станок SAMAT-400XC оснащенный системой	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения

1	2	3	4	5	6
		программног о управления	плавящихся твердых веществ и материалов (В)	промасленно й ветоши	на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средств ва первич ного пожаро тушени я	Средств а мобиль ного пожаро тушени я	Установ ки станции арного пожаро тушени я и/или пожаро тушащи е систем ы	Средств а автомат ики для пожаро тушени я	Оборуд ование для пожаро тушени я	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротуше ния (механизиров анный и немеханизир ованный)	Сигнализ ация, связь и оповещен ие при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнет ушите ли,	Пожар ные автомо	Систе мы пенног	Техни ческие средств	Напор ные пожар	Веревки пожарные карабины	Лопаты, багры, ломы,	Автомат ические извещат

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
ящики с песко м, пожар ные краны	били и пожар ные лестни цы	о пожар отуше ния	ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные	Ные рукава и рукавн ые развет вления	пожарные противога зы, респирато ры	топоры	ели

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные

1	2	3
	автоматов в электроустановках станков	инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

1	2	3	4	5
Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования).	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
Точение	Токарный станок SAMAT-400XC, оснащенный системой ЧПУ	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления фланца крепления карданного шарнира. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 6.1

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 015 – Токарная	
<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.	<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.
<u>Оснастка</u> – станочное приспособление с механическим зажимом.	<u>Оснастка</u> – станочное приспособление с автоматическим зажимом.
<u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 3,83$ мин	<u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 3,83$ мин

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Анализируя использованные данные табл. 6.1 видно что основное время на операции не изменилось, но за счет применения станочного приспособления с автоматизированным зажимом изменится вспомогательное время на операции, что повлияет на штучное время

выполнение операции. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 5000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 6.1

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по всем расходам, связанным с производством детали. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

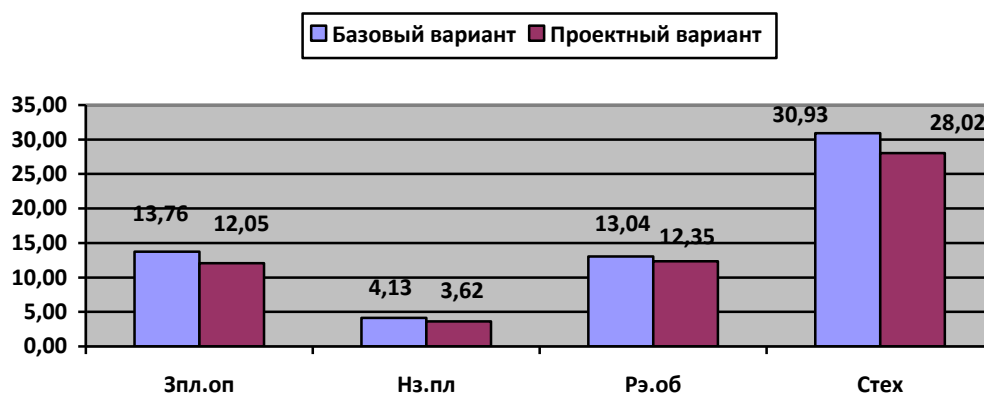


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 38896,19 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и приспособление.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	$S_{\text{полн}}$, руб.	81,27	72,12
2	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	36600	
3	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	2	
4	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$, руб.	44798,4	
5	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$, руб.	5902,2	
6	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,15	

Если быть более точными, то получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 5902,2 руб., рассчитано значение срока окупаемости – 2 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия, и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,15 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления фланца крепления карданного шарнира, сделан технико-экономический анализ и спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на одну из поверхностей детали, техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На 020 токарную чистовую операцию спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом, а также выполнена технологическая наладка.

На 030 протяжную операцию разработана конструкция круглой протяжки.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность проделанной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маталин А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с.
2. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
3. 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.
4. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
5. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
7. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
8. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
9. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В.

И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364 с.

10. 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.

11. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

12. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

14. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.

15. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 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. 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.

18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

19. 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.

20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 960 с.

22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

23. Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

24. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
																	6	4			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.					
А01	ХХ.ХХ.ХХ			030	4181	Протяжная ИОТ № 70															
Б02	38 1758 1	Горизонтально – протяжной станок 7512					1	17485	322	1	1	1	1	142	1						
О03	Протянуть поверхность 13, выдерживая размер $\varnothing 41,9^{+0,039}$.																				
Т04	XXXXXX Приспособление специальное со сферической опорой; 392302 Протяжка круглая Р6М5;																				
Т05	393120 Калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.																				
06																					
А07	ХХ.ХХ.ХХ			035	4181	Протяжная ИОТ № 70															
Б08	38 1758 1	Горизонтально – протяжной станок 7512					1	17485	322	1	1	1	1	142	1						
О09	Протянуть шлицы (поверхности 15, 16 и 17), выдерживая параметры: $\varnothing 48^{+0,25}$; $\varnothing 42^{+0,025}$; $8^{+0,076}_{+0,040}$ и $z=8$.																				
Т10	XXXXXX Приспособление специальное со сферической опорой; 392302 Протяжка шлицевая Р6М5;																				
Т11	393120 Калибр комплексного контроля шлицевых отверстий ГОСТ 24560-81.																				
12																					
А13	ХХ.ХХ.ХХ.			040	5030	Термическая ИОТ № 47															
Б14	313732	Термическая печь																			
О15	Закалить																				
16																					
А17	ХХ.ХХ.ХХ.			045	4236	Круглошлифовальная программная черновая ИОТ № 76															
Б18	38 1025 7	Круглошлифовальный станок ЧПУ 3М151Ф2					1	16045	322	1	1	1	1	142	1						
МК																					

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
																			6	5	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа															
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт.					
001	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 90.1_{-0.054}$, шлифовать поверхность 1, выдерживая размер $125.1_{\pm 0.5}$;																				
T02	396110 Патрон мембранный ГОСТ 3889 – 80;																				
T03	397130 Шлифовальный круг 11 125' 40' 20' 25A F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007;																				
T04	397130 Шлифовальный круг 1 250' 35' 76.2' 25A F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007;																				
T05	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																				
06																					
A07	XX.XX.XX 050 4236 Внутршлифовальная программная черновая ИОТ № 76																				
B08	38	1025	7	Внутршлифовальный ст-к ЧПУ 3M225ВФ2				1	16045	322	1	1	1	1	142	1					
009	Шлифовать поверхность 13, выдерживая размер $\varnothing 42^{+0.025}$;																				
T10	396110 Патрон мембранный ГОСТ 3889 – 80; 397130 Шлифовальный круг 1 40' 35' 30' 25A F16 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781 – 2007;																				
T11	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																				
12																					
A13	XX.XX.XX. 055 4236 Кругошлифовальная программная чистовая ИОТ № 76																				
B14	38	1025	7	Кругошлифовальный станок ЧПУ 3M151Ф2				1	16045	322	1	1	1	1	142	1					
O15	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 90_{-0.035}$; шлифовать поверхность 1, выдерживая размер $125_{\pm 0.5}$.																				
T16	396110 Патрон мембранный ГОСТ 3889 – 80; 397130 Шлифовальный круг 1 250' 35' 76.2' 25A F16 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007;																				
T17	397130 Шлифовальный круг 11 125' 40' 20' 25A F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007;																				
T18	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																				
МК																					

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
													6	6		
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01																
A02	XX.XX.XX.	060	0130	Промывка	ИОТ № 59											
B03	X74306 Промывочный агрегат мод. М2-400															
004	Очистить все поверхности															
05																
A06	XX.XX.XX.	065	0220	Контрольная	ИОТ № 91											
B07	X92122 Плита 1-1-630x400 ГОСТ 10905-86															
008	Контролировать 50% размеров детали															
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
МК																