

АННОТАЦИЯ

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

На токарную чистовую операцию 015 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 025 фрезерную операцию разработан режущий инструмент с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин.

Работа содержит 55 страниц расчетно-пояснительной записки, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

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	39
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	55

ВВЕДЕНИЕ

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, переоснащение машиностроительных предприятий современным металлорежущим оборудованием, типизация и стандартизация технологических процессов, повсеместное внедрение в практику технологического проектирования компьютерного оборудования привели к переоценке существующих методов проектирования. В настоящее время технологическое проектирование – это комплексная система взаимодействия средств и методов, обуславливающих создание высококачественной технологической документации на основе широкого применения стандартных технологических решений. Освоение машиностроительными предприятиями новой технологической документации и внедрение единой системы технологической подготовки производства создали предпосылки для разработки и внедрения автоматических систем управления производственными процессами в целом.

Все эти мероприятия затрагивают вопросы технологии, стандартизации, автоматизации, организации, экономики и управления производством и должны рассматриваться комплексно.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса подшипника заданного качества, с необходимым объёмом выпуска продукции, имеющей минимальную себестоимость.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Деталь является корпусом, который устанавливается подшипник. Его назначение правильная ориентация составляющих в сборке.

1.2 Классификация поверхностей детали.

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

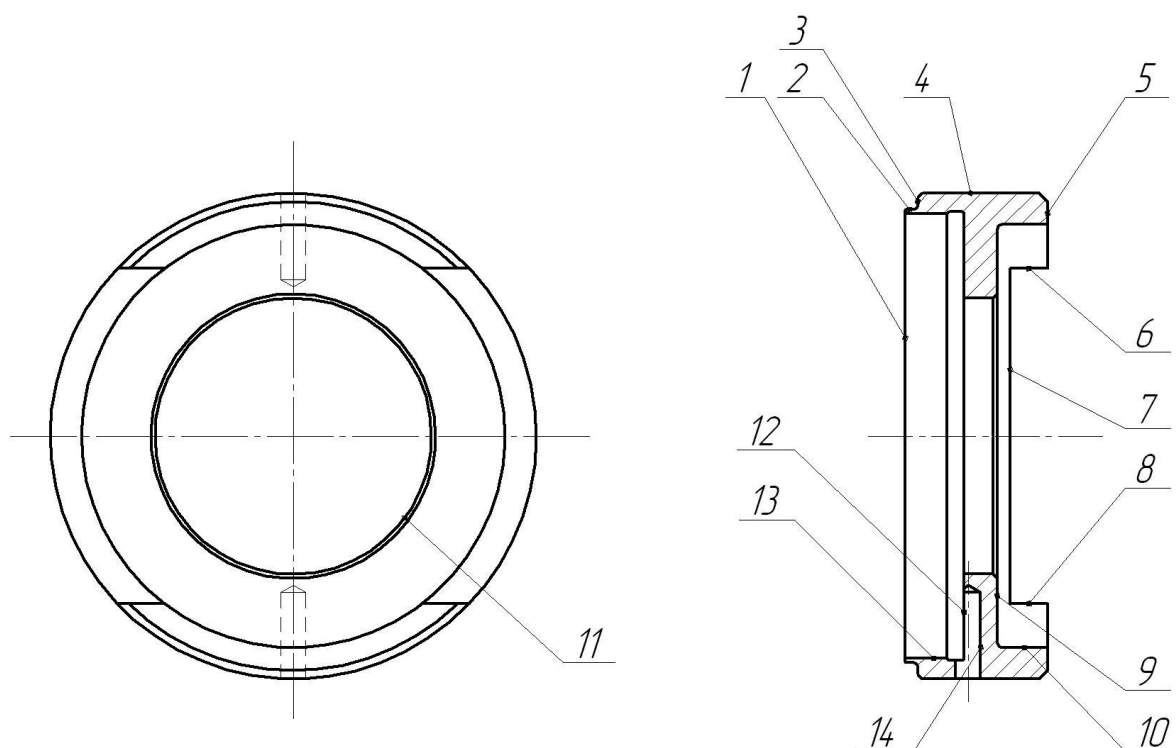


Рис. 1.1. Классификация поверхностей детали

Исполнительными в нашем случае это поверхности, осуществляющие ориентацию подшипника 12 и 13.

Основными конструкторскими базами являются торец 9 и центральное отверстие 11.

Вспомогательными конструкторскими базами являются отверстия 14.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [2] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 40X13. Данные приведены в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40X13 ГОСТ 5632-72

Химический элемент	Содержание
C (углерод)	0,36...0,45 %
Si (кремний)	до 0,8 %
Mn (марганец)	до 0,8 %
Cr (хром)	12...14 %
P (фосфор)	до 0,030 %
S (сера)	до 0,025 %
Ti (титан)	до 0,2 %
Ni (никель)	до 0,6 %
Cu (медь)	до 0,3 %
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства стали 40X13

σ_T	σ_B	δ_5	KCU	HB
МПа	МПа	%	Дж/см ²	не более
1450	1710	11	25	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 деталей «корпус подшипника» 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

В первую очередь при проектировании технологического процесса нужно определиться с типом производства. От этого зависит стратегия его разработки.

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 $m = 0,091$ кг и $N_r = 10000$ деталей в год выберем тип производства по таблице. [3]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен $N_r = 10000$ деталей в год, а масса детали $m = 0,091$ кг, то тип производства определяется как среднесерийное.

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

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 – 0,25 кг.

Вторым вариантом для сравнения является изготовление заготовки методом проката (прокат-труба Ø60x Ø30,5x19). Массу заготовки определяем при помощи 3D моделирования – 0,312кг.

Стоимость одного килограмма штампованных заготовок $C_{\text{зар}} = 0,630$ руб.

Стоимость одного килограмма заготовок из проката $C_{\text{зар}} = 0,230$ руб.

Стоимость одного килограмма стружки для обоих вариантов $C_{\text{отх}} = 0,0250$ руб.

Массу детали берем из чертежа $m_{\text{д}} = 0,091$ кг.

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

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

где $C_c = 0,505$ руб/кг; $E_H = 0,15$; $C_K = 1,115$ 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].

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

где $C_{\text{шт}} = 0,630$ руб; $k_T = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_n = 1,0$. [4]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

$$C_{\text{заг}} = 0,630 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,5430 \text{ руб.}$$

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 $Q_{шт} = 0,250 \text{ кг}$; $q = 0,091 \text{ кг}$; $C_{отх} = 0,0250 \text{ руб/кг}$. [4]

Тогда по (2.3) имеем:

$$C_{ми} = 0,5430 \cdot 0,25 + 0,6723 (0,25 - 0,091) - 0,025 (0,25 - 0,091) = 0,2387 \text{ руб.}$$

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 $Q_{пр} = 0,312 \text{ кг}$.

Исходя из зависимости (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,5430 \cdot 0,312 + 0,6723 (0,312 - 0,091) - 0,025 (0,312 - 0,091) = 0,3125 \text{ руб.}$$

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

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_z = C_{пр} - C_{шт} N_z = (0,3125 - 0,2387) 10000 = 738 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, определяемое качеством точности IT и шероховатостью Ra. Назначим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1, 2, 3, 4, 5, 10, 12	14	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая
6, 8	9	6,3	Фрезерная
7	14	6,3	Фрезерная
9	14	3,2	Токарная черновая, Токарная чистовая
11, 13	7	0,8	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
14	12	6,3	Сверлильная

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.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
1	2	3	4	5
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Токарная черновая	5, 11	12	12,5
		9, 10	14	12,5
010	Токарная черновая	1, 2, 13	12	12,5
		3, 4, 12	14	12,5
015	Токарная чистовая	5	11	6,3
		9, 10	14	6,3
		11	9	3,2
020	Токарная чистовая	3, 4, 12	14	6,3
		1, 2	11	6,3
		13	9	3,2
025	Фрезерная	6, 8	9	6,3
		7	14	6,3
030	Сверлильная	14	11	6,3
040	Внутришлифовальная черновая	11	8	1,6
045	Внутришлифовальная черновая	13	8	1,6
050	Внутришлифовальная чистовая	11	7	0,8
055	Внутришлифовальная чистовая	13	7	0,8

1	2	3	4	5
060	Моечная			
065	Контрольная			

2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуск на поверхность $\varnothing 33H7^{(+0,025)}$ расчетно-аналитическим методом..

Исходные данные:

$$D = 49H7^{(+0,025)}; L = 3,5; Ra = 0,8.$$

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o. [6]$$

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,200 = 0,300, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм}.$$

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006, \text{ мм}.$$

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\sigma_{D_0}^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,701, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\sigma_{D_1}^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\sigma_{D_{TO}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\sigma_{D_3}^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0^2} = 0,060, \text{ мм}.$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(D_0 + TD_1) = 0,701 + 0,5(1,200 + 0,250) = 1,426, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(D_1 + TD_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(D_{TO} + TD_3) = 0,125 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,195, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(D_3 + TD_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,092, \text{ мм}.$$

$$D_{4\min} = 33,000, \text{ мм}.$$

$$D_{4\max} = 33,025, \text{ мм}.$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 33,000 - 2 \cdot 0,060 = 32,880, \text{ мм}.$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 32,880 - 0,039 = 32,841, \text{ мм}.$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 32,841 - 2 \cdot 0,125 = 32,591, \text{ мм}.$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 32,591 - 0,100 = 32,491, \text{ мм}.$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 32,491 \cdot 0,999 = 32,459, \text{ мм}.$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 32,459 - 0,062 = 32,397, \text{ мм}.$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 32,397 - 2 \cdot 0,263 = 31,871, \text{ мм}.$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 31,871 - 0,250 = 31,621, \text{ мм}.$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2 \cdot Z_{1\min} = 31,621 - 2 \cdot 0,701 = 30,219, \text{ мм}.$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 30,219 - 1,200 = 29,019, \text{ мм}.$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

$$D_{срi} = 0,5(D_{i\max} + D_{i\min}).$$

$$D_{cp0} = 0,5 D_{0max} + D_{0min} = 0,5(30,219 + 29,019) = 29,619, \text{ мм.}$$

$$D_{cp1} = 0,5 D_{1max} + D_{1min} = 0,5(31,871 + 31,621) = 31,746, \text{ мм.}$$

$$D_{cp2} = 0,5 D_{2max} + D_{2min} = 0,5(32,459 + 32,397) = 32,428, \text{ мм.}$$

$$D_{cpTO} = 0,5 D_{TOmax} + d_{TOmin} = 0,5(32,591 + 32,491) = 32,541, \text{ мм.}$$

$$D_{cp3} = 0,5 D_{3max} + D_{3min} = 0,5(32,880 + 32,841) = 32,861, \text{ мм.}$$

$$D_{cp4} = 0,5 D_{4max} + D_{4min} = 0,5(33,025 + 33,000) = 33,013, \text{ мм.}$$

Определим общий припуск

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

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_4.$$

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

$$2Z_{min} = 33,000 - 30,219 = 2,781, \text{ мм.}$$

$$2Z_{max} = 2,781 + 1,200 + 0,025 = 4,006, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,781 + 4,006) = 3,394, \text{ мм.}$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

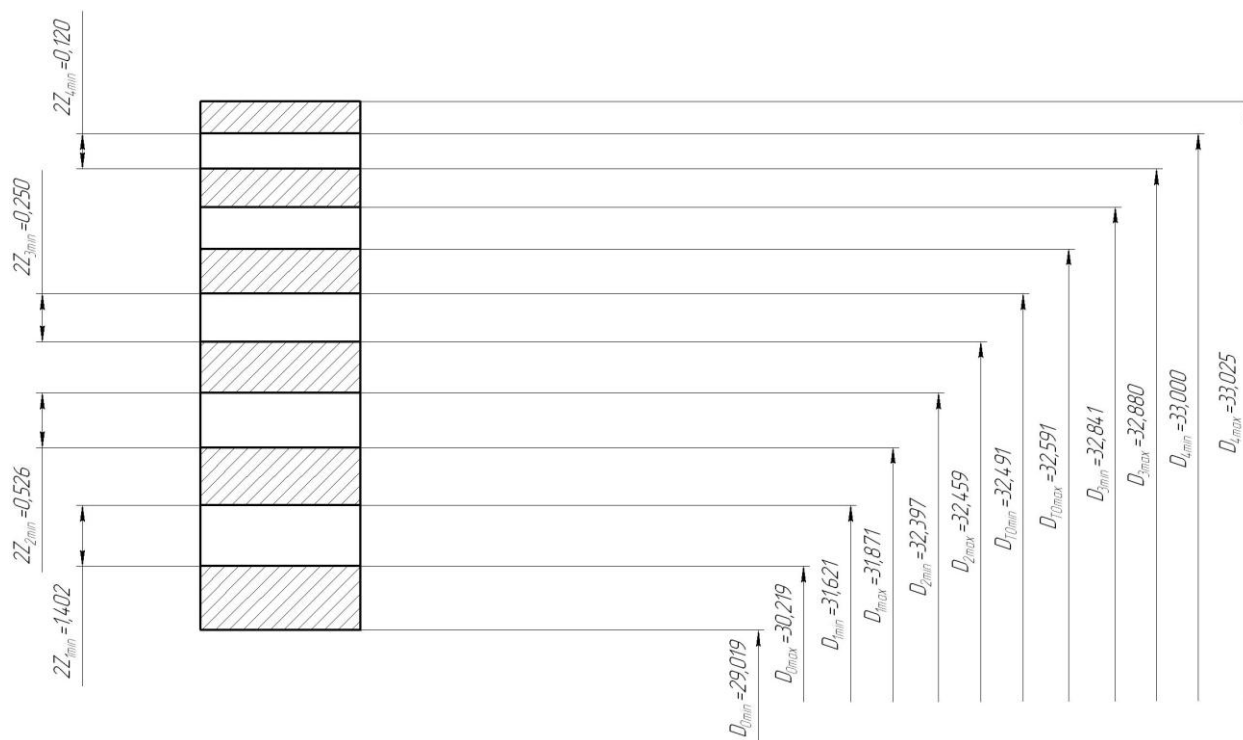


Рис. 2.1. Схема расположения полей допусков и припусков

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 [6] для нашей заготовки выбираем:

- 1) По [6] принимаем группу стали МЗ.
- 2) Штамповка на горячеховочной машине относится к классу точности

ТЗ.

- 3) Определим степень сложности:

При проектировании заготовки надо учитывать следующее:

- 1) припуски под обработку;
- 2) наличие черновых баз;
- 3) технические требования, предъявляемые к точности штамповки по

ГОСТ 7505-89.

Согласно данным ГОСТ 7505-89:

$$G_{\Pi} = 0,250\text{кг} .$$

$$G_{\Phi} = 0,420\text{кг} .$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{0,25}{0,42} = 0,60 .$$

Степень сложности заготовки-штамповки по данному показателю оцениваем, как С2.

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

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [6] принимаем, как 9.

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 с направляющими качения модели SAMAT-400XC.

Для фрезерной операции 025 выберем фрезерный вертикальный консольный станок модели 6P13Ф3 с системой числового программного управления CNC.

Для сверлильной операции 030 выберем вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой и крестовым столом модели 2P135Ф2-1, оснащенный системой числового программного управления.

Для внутришлифовальных операций 040, 045, 050 и 055 выберем полуавтомат внутришлифовальный универсальный высокой точности модели 3M227ВФ2, оснащенный системой числового программного управления.

ЧПУ с постоянной структурой совершенствуются в части схемно-конструкторских реализаций и элементной базы. Основным направлением развития этих устройств является введение памяти для хранения программ и расширение технологических возможностей.

В программных устройствах ЧПУ CNC алгоритм работы реализуется с помощью программ, вводимых в память устройства. Эти устройства построены по принципу малой вычислительной машины с набором программ: интерполяции, индикации, коррекции, постоянных циклов и других.

Оперативная система ЭВМ из отдельных подпрограмм в зависимости от характера обработки составляет программу, которая затем воспроизводится при обработке заготовок. Программный способ реализации функций управления определяет основные преимущества системы CNC: формирование стандартных циклов обработки, редактирование программ,

коррекция систематических погрешностей, изменение алгоритма работы, контроль правильности программы, поиск неисправностей системы и ЧПУ, технологические и экономические расчеты, выработка советов оператору и улучшение функционирования системы.

В системах автоматического управления используются самые разнообразные конструкции измерительных устройств, от качества работы которых в большей степени зависит работоспособность этих систем. По принципу действия измерительные устройства делятся на следующие типы: электромеханические, аналоговые, импульсные и кодовые. В электромеханических измерительных устройствах измерение величины перемещения управляемого объекта выполняется с помощью шкалы, на которой вместо рисок имеются ламели. Ламели соединяются проводами с программирующим устройством, посредством которого каждая из ламелей может быть включена избирательно в схему управления.

В системе программного управления кроме импульсной измерительной системы используются и другие. Так, например, для ограничения перемещений управляемого объекта за пределами допустимой зоны используется путевая система управления. В станках с ЧПУ используется и фазовая измерительная система для определения нулевого положения рабочего органа станка относительно начала координатных осей. Работу путевой и фазовой измерительных систем не программируют, поскольку их используют при наладке станка и в качестве ограничителей перемещения. Для программирования положения инструментального магазина чаще всего используется кодовая измерительная система. В конструкции механических узлов станков с ЧПУ также произошли изменения по сравнению с этими же группами обычных станков. Как уже отмечалось, в приводе главного движения все чаще встречается бесступенчатый регулируемый электрический или гидравлический привод. Увеличивается точность и жесткость самого шпинделя, в его конструкцию включаются устройства для автоматического зажима и разжима инструмента или приспособления. Смена

инструмента на станках с многопозиционными резцедержателями, револьверными шпиндельными головками, в которых предварительно установлен необходимый режущий инструмент, производится их поворотом и фиксацией по программе управления.

Поворотные резцедержатели и револьверные головки отличаются простотой конструкции и возможностью модульного построения. Однако эти устройства имеют ограниченное число инструментов до шести двенадцати штук. Увеличение инструментальных позиций может привести к возрастанию габаритных размеров, снижению жесткости конструкции и уменьшению рабочей зоны инструмента.

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.

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

2.9 Определение 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 $V_0 = 180$; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 59} = 485,8\text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 59 \cdot 400}{1000} = 74,1\text{ м/мин}.$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{6}{120} = 0,05\text{ мин}.$$

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 $V_0 = 180$; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 49,9} = 574,4\text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 49,9 \cdot 500}{1000} = 78,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{22}{150} = 0,15 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,05 + 0,15 = 0,20, \text{ мин.}$$

2.9.2 Определим режимы обработки для операции 010 - 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 $V_0 = 180$; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 58,6} = 489,1 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58,6 \cdot 400}{1000} = 73,6 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{20}{120} = 0,17 \text{ мин.}$$

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 $V_0 = 180; K_1 = 0,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 90$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 52,2} = 549,1 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 500$ мин⁻¹.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52,2 \cdot 500}{1000} = 82,0 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{150} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,17 + 0,12 = 0,29, \text{ мин.}$$

2.9.3 Определим режимы обработки для операции 015 - Токарная чистовая.

Переход 1.

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

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 0,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 90$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 58,6} = 489,1 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58,6 \cdot 400}{1000} = 73,6 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{6}{80} = 0,08 \text{ мин.}$$

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 $V_0 = 180$; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 50,5} = 567,6 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50,5 \cdot 500}{1000} = 79,3 \text{ м/мин}.$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{23}{100} = 0,23 \text{ мин}.$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,08 + 0,23 = 0,31, \text{ мин}.$$

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 $V_0 = 180$; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 53,6} = 534,7 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 53,6 \cdot 500}{1000} = 84,2 \text{ м/мин}.$$

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

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

Переход 2.

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

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

Скорость резания

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

$$\text{где } V_0 = 180; K_1 = 0,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0. \quad [11]$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 58} = 494,2 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58 \cdot 400}{1000} = 72,8 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{21}{80} = 0,26 \text{ мин.}$$

Переход 3.

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

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

Скорость резания

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

$$\text{где } V_0 = 180; K_1 = 0,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0. \quad [11]$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 52,8} = 542,8 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52,8 \cdot 500}{1000} = 82,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,02 + 0,26 + 0,18 = 0,46, \text{ мин.}$$

2.9.5 Определим режимы обработки для операции 025 - Фрезерная.

Глубина резания $t = 2,25, \text{ мм}$.

Подача $S_Z = 0,025 \text{ мм/зуб. [11]}$

Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 4$.

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

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

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

где $K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 0,1; K_{LV} = 1,0$.

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

$$D = 40 \text{ мм}; t = 2,25 \text{ мм};$$

$$S_0 = 0,1 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,74; m = 0,2; T = 30 \text{ мин. [11]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 40^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 2,25^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 77,7, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 77,7}{3,14 \cdot 40} = 618,6, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n=630 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 630}{1000} = 79,1, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63, \text{ мм/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{1 \cdot 58 \cdot 2}{63} = 1,84 \text{ мин.}$$

2.9.6 Определим режимы обработки для операции 030 - Сверлильная.

$$L = L_p + L_{\text{п}} + L_{\text{д}}, [11]$$

$$L_{\text{п}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{д}} = 1 \text{ мм.}$$

$$L = 10,3 + 1 + 1 = 12,3, \text{ мм.}$$

Стойкость инструмента

$$T_p = T_M \cdot \lambda.$$

Так как $\lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1$, то $T_M = 60$ мин.

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

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $v_{\text{ОАА}} = 15$ м/мин; $K_1 = 0,5$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [11]

$$v = 15 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,95 = 7,1, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 7,1}{3,14 \cdot 3} = 753,7, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 630$ мин⁻¹.

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

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

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{12,3 \cdot 2}{126} = 0,20, \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки для операции 040 -
Внутришлифовальная черновая.

Диаметр круга – 30,0 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

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].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 32,9} = 338,8, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{3,5}{100} + 0,05 = 0,11, \text{ мин.}$$

2.9.8 Определим режимы обработки для операции 045 -
Внутришлифовальная черновая.

Диаметр круга – 40 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

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].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 53} = 210,3, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,12, \text{ мин.}$$

2.9.9 Определим режимы обработки для операции 050 -
Внутришлифовальная чистовая.

Диаметр круга – 30 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

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].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 33} = 337,8, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{3,5}{100} + 0,05 = 0,11, \text{ мин.}$$

2.9.10 Определим режимы обработки для операции 055 -
Внутришлифовальная чистовая.

Диаметр круга – 40 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

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].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 53,1} = 209,9, \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,12, \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Эскиз операции представлен на рис. 3.1.

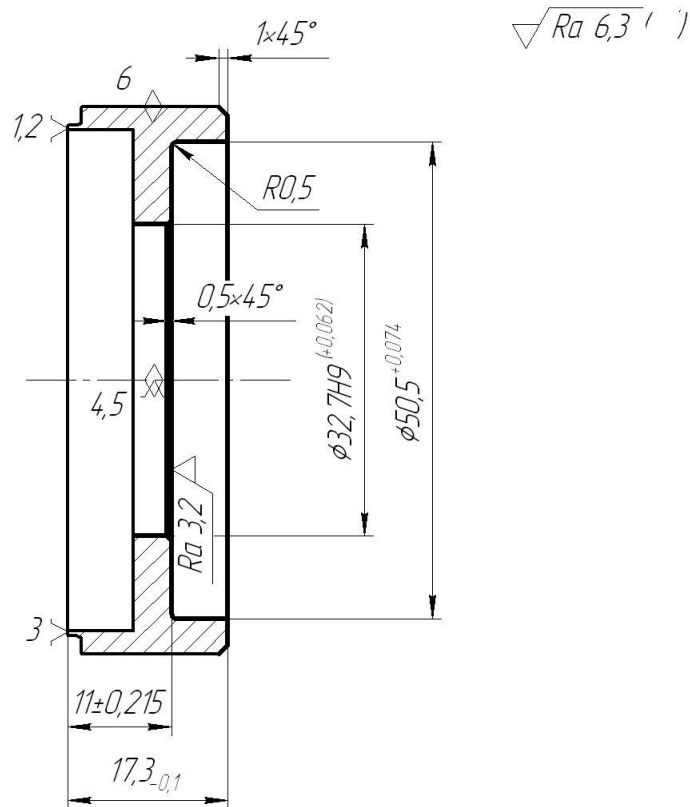


Рис. 3.1. Эскиз операции 020

3.2 Определение усилий резания.

Расчёт сил резания выполняем по методике, изложенной в [12].

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad [12] \quad (3.1)$$

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

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

$$\text{Для } P_y : C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3. \quad [12]$$

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

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

$$K_{MP} = \left(\frac{1710}{750} \right)^{0,75} = 1,855,$$

$$\varphi = 60^0; \hat{E}_{\delta\delta_z} = 0,94; \hat{E}_{\delta\delta_\delta} = 0,8; \gamma = -3^0; \hat{E}_{\gamma\delta_z} = 1,05;$$

$$\hat{E}_{\gamma\delta_z} = 1,5; \lambda = +0,5^0; \hat{E}_{i\delta_z} = 1,03; \hat{E}_{i\delta_\delta} = 1,15$$

$$K_{p_z} = K_{MP} \cdot K_{\gamma p_z} \cdot K_{\lambda p_z} \cdot K_{np_z} = 1,855 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,886$$

$$K_{p_y} = K_{MP} \cdot K_{\gamma p_y} \cdot K_{\lambda p_y} \cdot K_{np_y} = 1,855 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 2,560$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 79,3^{-0,15} \cdot 1,886 = 263,4, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 79,3^{-0,3} \cdot 2,560 = 215,89, \text{ Н.}$$

3.3 Определение зажимного усилия.

Определим крутящий момент от силы резания, стремящийся повернуть заготовку, зажатую в кулачках:

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{263,4 \cdot 58,6}{2} = 7717,6, \text{ Н.} \quad (3.4)$$

Провороту заготовки препятствует момент от зажимной силы, рассчитываемый зависимостью:

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

где W - суммарное зажимное усилие, Н.

Из равенства M_p и M_3 рассчитаем необходимое зажимное усилие, которое бы препятствовало повороту изделия

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

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

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

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

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

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 263,4 \cdot 58,6}{0,3 \cdot 58,6} = 1580,4, \text{ Н.}$$

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

Данному моменту противостоит момент от зажимной силы

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

Прикладываемое к кулачкам усилие W_1 несколько увеличивается по сравнению с усилием W и определяется зависимостью:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{1580,4}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1859,3, \text{ Н.} \quad (3.10)$$

3.4 Расчёт механизма зажима.

Определим усилие Q , с которым действует проектируемый привод.

$$Q = \frac{W_1}{i_c}.$$

Данное соотношение для клинового механизма определяется по формуле:

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

где $\alpha = 15 \dots 30^\circ$. [13]

Принимаем $\alpha = 20^\circ$.

$$\varphi = \arctg \cdot f_1 = \arctg \cdot 0,1 = 5^\circ 43', \quad \varphi = \varphi_1 = 6^\circ. \quad [13]$$

Таким образом

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

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{1859,3}{1,9} = 978,6, \text{ Н.}$$

3.5 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:

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

где $P = 0,4$ МПа. [13]

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{978,6}{0,4}} = 55,9 \text{ мм.}$$

$D = 55,9 < 120$ мм, следовательно принимаем пневмопривод.

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

Рассчитаем 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 $S_a = 20$ мм.

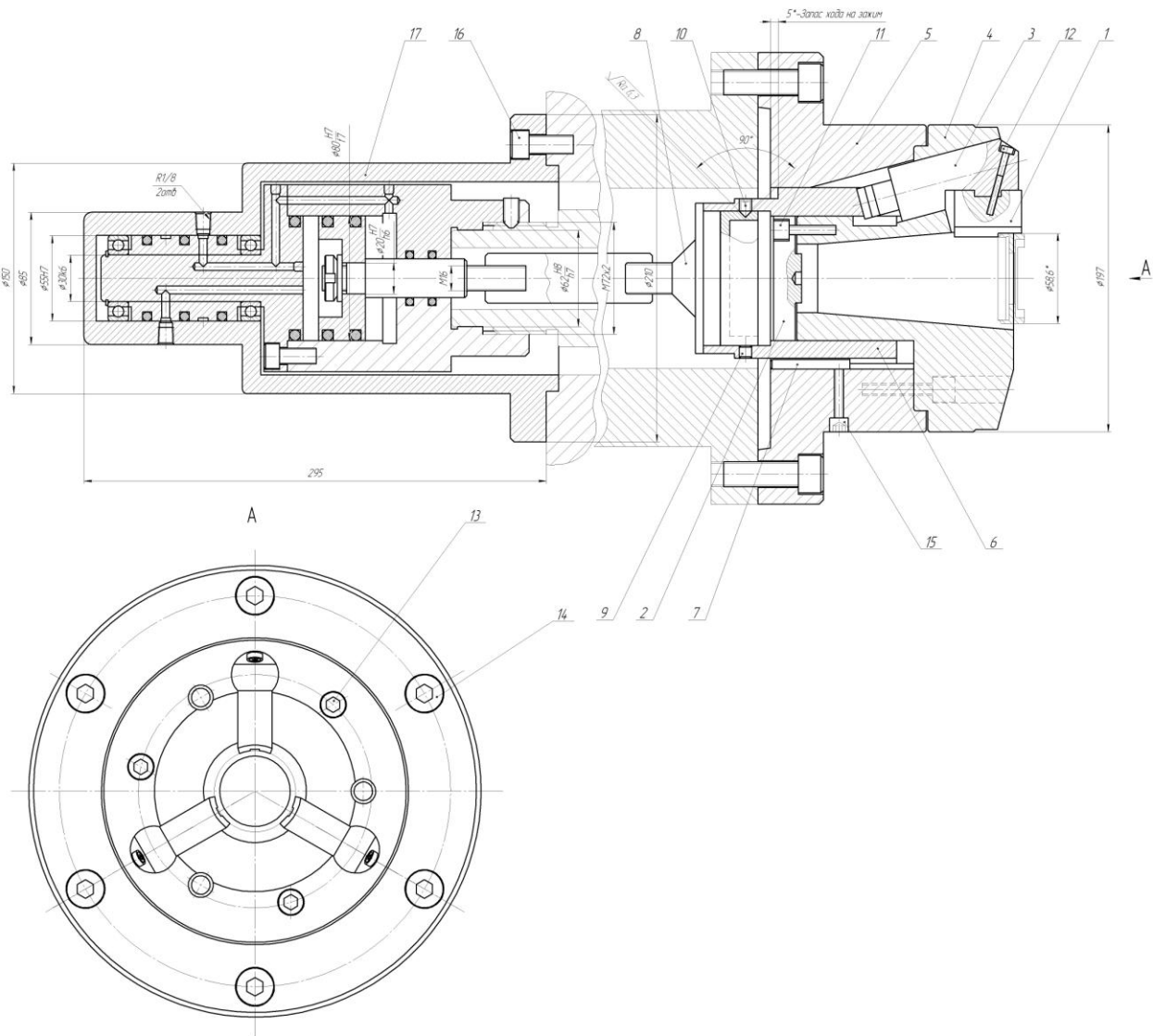


Рис. 3.2. Схема установки заготовки

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Схема операции представлена на рис. 4.1.

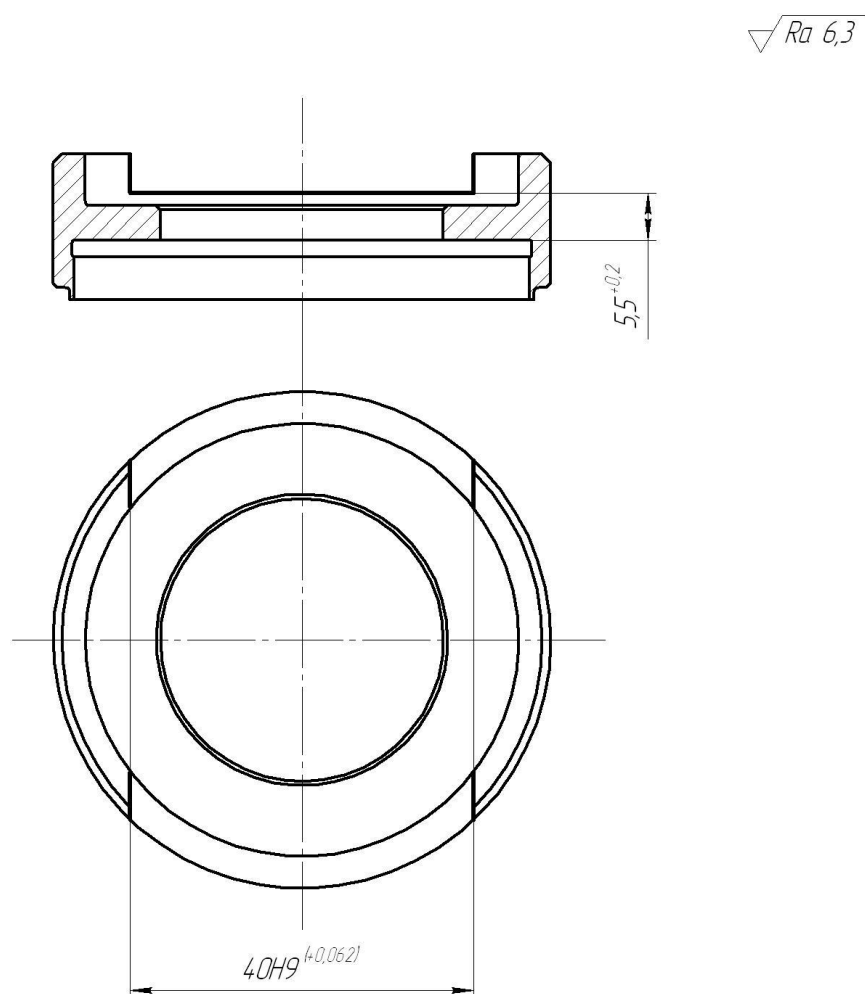


Рис. 4.1. Схема операции 025 Фрезерная

Твёрдосплавные фрезы бывают монолитными, то есть полностью изготавливаться из твёрдого сплава и сборные. [14]

Широкое распространение в промышленности получили сборные твёрдосплавные фрезы. Фрезы с режущими пластинами, припаянными к корпусу, обладают таким недостатком - при износе одной пластины, приходится перезатачивать все.

Операция заточки инструмента из твёрдого сплава весьма трудоёмка. Это объясняется низкой шлифуемостью твёрдосплавных пластин. В связи с

этим наибольшее распространение получили сборные фрезы со вставными ножами. Ножи из твердого сплава закрепляют в пазах корпуса инструмента.

В настоящее время большое распространение получили фрезы с механическим креплением сменных круглых или многогранных неперетачиваемых пластин из твёрдого сплава. Эти фрезы удобны в эксплуатации, обеспечивают рост износостойкости. Применение их сокращает затраты на инструмент.

После износа режущую пластинку поворачивают и включают в работу неизношенную грань пластины. При полном же износе режущих кромок проводится смена всего комплекта пластинок. Поворачивать или заменять пластины можно прямо на станке, где выполняется операция. Требуемую точность размеров пластин достигают шлифованием их по торцу и диаметру.

При фрезеровании процесс стружкообразования сопровождается теми же явлениями, что и при точении. Наряду с этим процесс фрезерования имеет свои характерные особенности. Толщина срезаемого слоя на протяжении всей дуги контакта зуба фрезы с заготовкой переменна. Она варьируется в радиальном направлении от центра вращения фрезы. Толщина срезаемого каждым зубом фрезы слоя переменна и изменяется от некоторой минимальной величины до максимальной и наоборот. При фрезеровании в работе одновременно находится несколько режущих кромок инструмента и работают они прерывисто.

Если главное движение (вращение инструмента) и движение подачи при фрезеровании направлены навстречу друг другу, то имеет место встречное фрезерование, обычно называемое фрезерованием против движения подачи. Если главное движение и движение подачи направлены в одну сторону, то имеет место попутное фрезерование, обычно называемое фрезерованием по движению подачи.

Достоинство встречного фрезерования - это работа зубьев фрезы. При этом инструмент снизу подходит к твердому поверхностному слою и срезает стружку. Недостаток – это присутствие начального скольжения зуба по

наклепанной поверхности, которую образует предыдущий зуб, что вызывает повышенный износ инструмента.

Попутное фрезерование приводит к срезанию слоя максимальной толщины в тот момент, когда зуб фрезы входит в металл, а нулевая толщина оказывается в момент выхода зуба. В этом случае фреза прижимает заготовку к поверхности стола, а стол прижимается к направляющим станины станка. Работа при попутном фрезеровании протекает более равномерно и обеспечивает более высокое качество обработанной поверхности, чем при встречном фрезеровании.

Примем передний угол для нашего случая $\gamma = 12^\circ$. [15]

Принимаем главный задний угол для нашего случая $\alpha = 20^\circ$. [15]

Скорость резания, ограничивающую режущими свойствами и геометрией фрезы, условиями обработки и свойствами материала заготовки, рассчитывают по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot d^q}{T^m \cdot S_z^x \cdot t^y \cdot B^r \cdot z^n} \cdot \frac{K_v}{60}.$$

Глубина резания $t = 2,25, \text{мм}$.

Подача $S_z = 0,025 \text{ мм/зуб}$. [11]

Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где $z = 4$.

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

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

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

где $K_{MV} = 1,0$; $K_{UV} = 0,1$; $K_{LV} = 1,0$.

Тогда $K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$.

$$D = 40 \text{ мм}; t = 2,25 \text{ мм};$$

$S_0 = 0,1 \text{ мм/об}$; $C_V = 7,0$; $K_V = 0,5$; $q = 0,4$; $x = 0$; $y = 0,74m = 0,2$; $T = 30 \text{ мин.}$ [11]

$$V = \frac{7,0 \cdot 40^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 2,25^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 77,7, \text{ м/мин.}$$

Эскиз фрезы торцевой представлен на рис. 4.1.

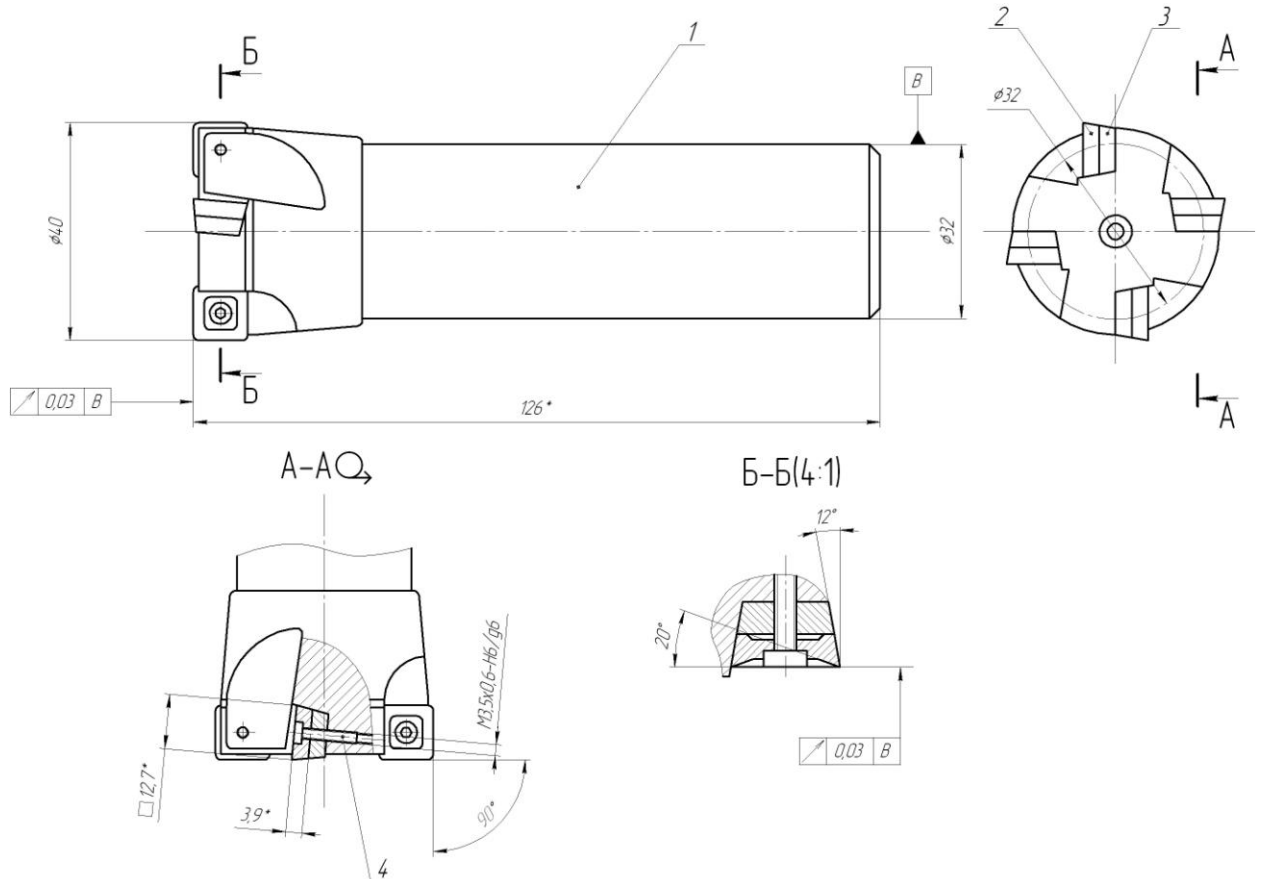


Рис. 4.1. Фреза торцевая:

(1 – корпус; 2 – режущая твердосплавная пластина; 3 – опорная пластина; 4 – винт крепежный)

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления корпуса подшипника».

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 стацион 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 корпуса подшипника. 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 ПРОЕКТА

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 чистовая	
<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление, управляемое оператором.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,39$ мин</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление с автоматическим зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,39$ мин</p>
Операция 025 – Фрезерная	
<p><u>Оборудование</u> – фрезерная станок с ЧПУ, модель 6P13Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление.</p> <p><u>Инструменты</u> – торцевая фреза с напайными твердосплавными пластинами. $T_o = 1,84$ мин.</p>	<p><u>Оборудование</u> – фрезерная станок с ЧПУ, модель 6P13Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление.</p> <p><u>Инструменты</u> – торцевая фреза с быстросменными четырехгранными пластинами с механическим креплением. $T_o = 1,84$ мин.</p>

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

- программа выпуска изделия, равная 10000 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.

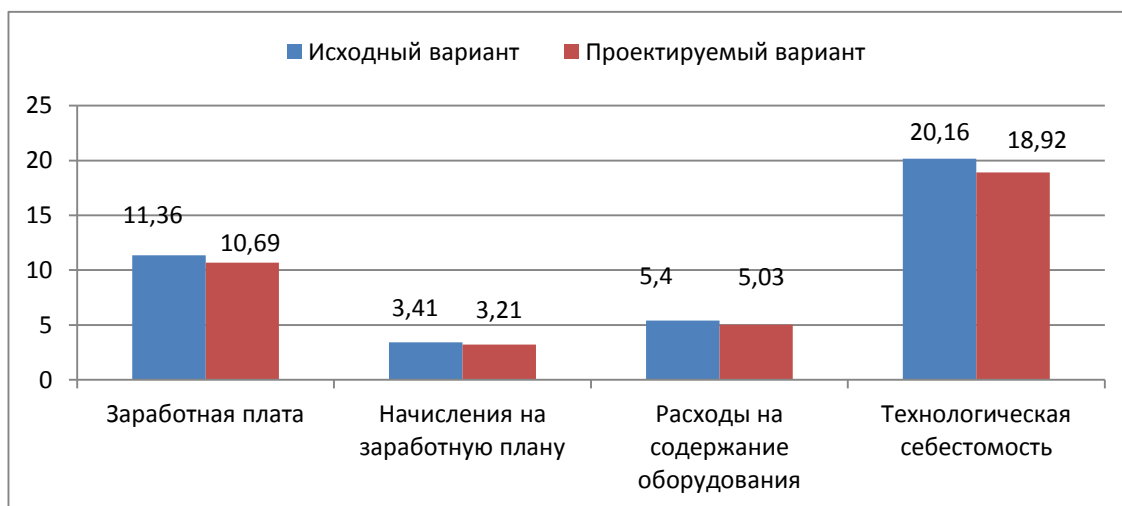


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

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.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 37883,8 руб., в состав которой входят затраты на инструмент, приспособление и проектирование.

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.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	$C_{\text{полн}}$, руб.	61,7	58
2	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	29600	
3	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	3	
4	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$, руб.	47004,8	
5	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \mathcal{ЧДД}$, руб.	9121,1	
6	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,24	

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. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 9121,1 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 3 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,24 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 корпуса подшипника, сделан технико-экономический анализ и спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на одну из поверхностей детали, техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На токарную чистовую операцию 015 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 025 фрезерную операцию разработана конструкция торцевой фрезы с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Экономический расчет показал эффективность принятых решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. - 568 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. Маталин А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 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. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. 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.

9. 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.
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. 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.
15. Гогеридзе, Р.М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. учреждений / Р.М.Гогеридзе. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 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.																	
														б	1		
Разраб.	Самоха																
Пров.	Логинов																
				ТГУ													
				Корпус													
Н. Контр.																	
М01																	
	Код	ВВ	МЦ	ВН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры					КД	МЗ			
М02	-	166	0.091	1		0,6	16	∅50х38					1	0.25			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпа.	Тшт.
A01	ХХ. ХХ. ХХ	005	4233	Токарная черновая программная ИОТ № 63													
B02	38 1021 5	Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС					1	16045	322	1	1	1	1	284	1		
003	Точить поверхность 5, выдерживая размер 17,9 _{-0.18} ; точить поверхности 10, выдерживая размеры ∅49,9 ^{+0.74} ;																
004	точить поверхность 9, выдерживая размер 11,3±0,215;																
005	точить поверхность 11, выдерживая размер ∅32,6 ^{+0.25} .																
Т06	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80;																
Т07	392190 Резец сборный проходной отогнутой правый Т15К6 ГОСТ 18879-82;																
Т08	392190 Резец сборный расточный Т15К6 ГОСТ 9795-84;																
Т09	393311 Штангенциркуль ШЦЦ - 1 - 150 - 0.05 ГОСТ 166-89;																
10																	
A11	ХХ. ХХ. ХХ	010	4233	Токарная черновая программная ИОТ № 63													
B12	38 1021 5	Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС					1	16045	322	1	1	1	1	284	1		
013	Точить поверхность 4, выдерживая размер ∅58,6 _{-0.74} ; точить поверхность 3, выдерживая размер 31,3±0,31; точить поверхность 2,																
014	выдерживая размер ∅54,7 ^{+0.3} ; точить поверхность 1, выдерживая размер 17,6 _{-0.18} ; точить поверхность 13, выдерживая r-р ∅52,2 ^{+0.3} ;																
МК																	

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.	
001	Сверлить 2 отверстия (поверхность 14), выдерживая размеры: $\varnothing 3^{+0.2}$, $10.3^{+0.3}$.															
T02	XXXXXX Приспособление специальное;															
T03	391290 Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком $\varnothing 3$ Р6М5 ГОСТ 2034-80;															
T04	393120 Калибр – пробка для контроля отверстий $\varnothing 3^{+0.2}$ ГОСТ 24851-81															
05																
A06	XX.XX.XX.	035	5030	Термическая ИОТ № 47												
B07	313732		Термическая печь													
O08	Закалить до 45...55HRC															
09																
A10	XX.XX.XX	040	4236	Внутришлифовальная программная черновая ИОТ № 76												
B11	3810257	Внутришлифовальный ст-к ЧПУ 3М225ВФ2			1	16045	322	1	1	1	1	284	1			
O12	Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 32.9^{+0.030}$.															
T13	396110 Патрон мембранный ГОСТ 3889 – 80;															
T14	397130 Шлифовальный круг 1 30' 35' 20' 25А F25 К6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007;															
T15	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.															
16																
A17	XX.XX.XX	045	4236	Внутришлифовальная программная черновая ИОТ № 76												
B18	3810257	Внутришлифовальный ст-к ЧПУ 3М225ВФ2			1	16045	322	1	1	1	1	284	1			
МК																

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
																	6	6			
A	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.					
A01	<i>XX.XX.XX.</i>			<i>065</i>	<i>0130</i>	<i>Промывка ИОТ № 59</i>															
B02	<i>X74306 Промывочный агрегат мод. М2-400</i>																				
O03	<i>Промыть все поверхности</i>																				
O4																					
A05	<i>XX.XX.XX.</i>			<i>070</i>	<i>0220</i>	<i>Контрольная ИОТ № 91</i>															
B06	<i>X92122 Плита 1 – 1 – 630x400 ГОСТ 10905 - 86</i>																				
O07	<i>Контролировать 50% размеров детали</i>																				
O8																					
O9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
МК																					