

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления подшипника скольжения.
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.
ТГУ, Тольятти, 2017 г.

В выпускной квалификационной работе разрабатывается эффективный технологический процесс изготовления подшипника скольжения.

В работе анализируются исходные данные и на базе этого планируются основные мероприятия. Далее проектируется заготовка на основе знания типа производства и расчета припусков на обработку. Затем проектируется маршрутно-операционная технология и отдельные операции. Для снижения затрат на изготовление проектируется режущий инструмент и станочное приспособление. Экономические расчеты подтверждают правильность принятых решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	17
2.5 Разработка технологического маршрута.....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.7 Проектирование технологических операций.....	30
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	32
3.1 Проектирование приспособления	32
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
5 Экономическая эффективность работы.....	48
Заключение.....	52
Список использованных источников.....	53
Приложения.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Подшипники скольжения широко применяются в технике. Это обусловлено рядом их преимуществ. Они универсальны, обеспечивают долговечную работу опорных узлов, высокую точность работы точного оборудования, работают при высоких частотах вращения и других неблагоприятных условиях. Кроме того, они имеют достаточно простую конструкцию. Вследствие указанных преимуществ, данные подшипники применяются в ответственных узлах и механизмах. Выход из строя такого подшипника может привести к повреждению узла, а иногда и выходу из строя всей машины и даже ее разрушению.

Цель данной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления подшипника скольжения, который обеспечит необходимую производительность процесса при минимуме затрат на изготовление и условия обеспечения качества выпускаемой продукции.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Подшипник предназначен для установки в нем вала.

Деталь имеет достаточно сложную ступенчатую конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Подшипник устанавливается в корпусе. В процессе работы на подшипник воздействуют значительные рабочие нагрузки. В случае возникновения вибраций возможно появление ударных нагрузок. Работа механизма осуществляется в производственном помещении при соблюдении всех условий микроклимата, но при этом возникающие при работе температуры достаточно высоки.

1.2 Описание технологичности детали

Технологичность оцениваем по методике [1].

Материал заготовки – бронза БР0Ф7-0,2 ГОСТ 5017-2006.

Основные химический состав и механические свойства принимаем согласно [2].

Химический состав: железа до 0,05 %, кремния до 0,005%, никеля до 0,2%, фосфора 0,1 – 0,25%, алюминия до 0,002%, меди 91,27-92,8%, свинца до 0,02%, цинка до 0,3%, сурьмы до 0,002%, висмута до 0,002%, олова 7-8%, примеси 0,1%.

Механические свойства: $\sigma_B = 390$ МПа, $\sigma_{0,2} = 140$ МПа, $\delta = 40$ %. Эти механические характеристики обеспечивают нормальную работу детали.

Бронза имеет хорошую обрабатываемость резанием, коэффициент обрабатываемости $k_o = 0,9$.

Подшипник имеет достаточно сложную конфигурацию наружных поверхностей. Имеются ребра на торцовых поверхностях и значительная проточка на наружной цилиндрической поверхности. Обработка данных поверхностей достаточно трудоемка, но в целом может быть выполнена стандартным режущим инструментом и не вызовет затруднений. Форма внутренних поверхностей достаточно простая и также не вызовет затруднений.

Параметры цилиндрических поверхностей детали и торцов определяются условиями работы детали. Уменьшение точности этих поверхностей приведет к снижению точности сборки узла, долговечности и ухудшению других эксплуатационных показателей.

Из проведенного описания следует, что подшипник можно считать технологичной деталью.

1.3 Систематизация поверхностей детали

Ряд поверхностей детали являются наиболее ответственными, т.к. выполняют функциональное назначение детали или отвечают за ориентацию детали в пространстве. При механической обработке таким поверхностям необходимо уделить особое внимание, поэтому необходимо произвести их систематизацию [3].

На рисунке 1.1. представлена нумерация поверхностей детали. В соответствии с общепринятой классификацией основными конструкторскими базами относятся поверхности 13, 19, 48, 57, вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 1, 32, 33, 34, 35, 40, 41, исполнительными поверхностями 4, 23, все оставшиеся поверхности являются свободными.

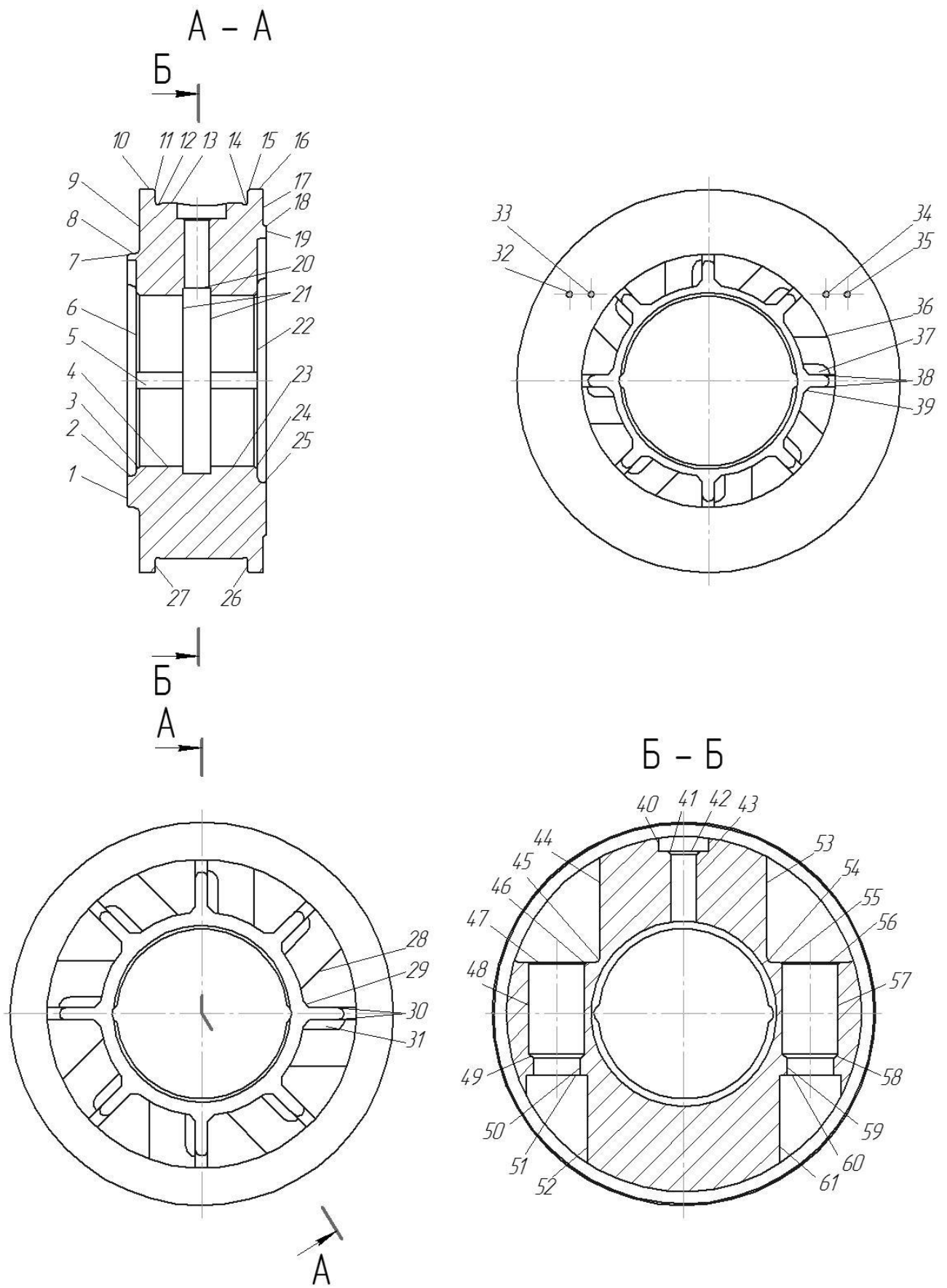


Рисунок 1.1 – Нумерация поверхностей

1.4 Задачи работы

На основании приведенного выше описания исходных данных сформулируем задачи, которые будут решены в ходе проектирования техпроцесса:

- 1) выбрать оптимальную по стоимости заготовку;
- 2) разработать технологию изготовления детали на базе типовой технологии;
- 3) для улучшения показателей ряда операций возможно проектирование станочного приспособления;
- 4) спроектировать специальный режущий инструмент;
- 5) оценить техпроцесс по параметрам его безопасности и соответствия экологическим нормам;
- 6) путем экономических расчетов подтвердить правильность принятых решений.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Исходя из имеющихся исходных данных, определим тип производства табличным методом [4]. Годовая программа выпуска деталей 6000 штук, масса 2,48 кг, тип производства среднесерийный.

Данному типу производства соответствуют следующие характеристики [1, 5]:

- групповая форма организации техпроцесса;
- выпуск изделий повторяющимися партиями;
- табличный выбор методов обработки;
- назначение припусков на механическую обработку по нормативам;
- разработка маршрутно-операционного техпроцесса на базе типового;
- достижение точности методом работы на настроенном оборудовании;
- соблюдение основных принципов базирования;
- универсальные и стандартные средства технологического оснащения;
- размещение оборудования на участке по группам;
- высокая квалификация работников.

2.2 Выбор метода получения заготовки

В нашем случае один из вариантов получения заготовки литье в землю другой вариант получения заготовки литье в кокиль. Выбор оптимального варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [9]. Для этого необходимо рассчитать технологические себестоимости изготовления детали различными методами и сравнить их.

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) \geq C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где C_T - технологическая себестоимость;

$C_{ЗАГ}$ - стоимость кг заготовок;

$C_{МЕХ}$ - стоимость механической обработки одного кг стружки;

$C_{ОТХ}$ - цена отходов.

Масса детали:

$$q = V \cdot \rho \quad (2.2)$$

Для упрощения расчетов построим 3D-модель детали при помощи системы КОМПАС-3D (рисунок 2.1). Масса рассчитывается при помощи прикладного пакета, в результате получим $q=2,48$ кг.

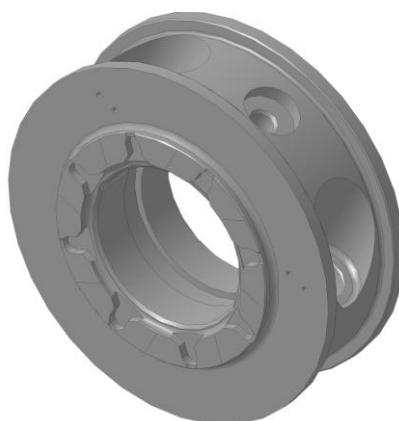


Рисунок 2.1 - 3D-модель подшипника опорно-упорного

Масса заготовки может быть определена упрощенно:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.3)$$

где K_p – коэффициент, который учитывает способ получения заготовки и форму детали.

$Q_1 = 2,48 \cdot 2,1 = 5,05$ кг – для литья в землю.

$Q_2 = 2,48 \cdot 1,9 = 4,69$ кг – для литья в кокиль.

Стоимость механической обработки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.4)$$

где C_C , C_K , E_H - соответствующие текущие, капитальные затраты и коэффициент определяющий эффективность капитальных вложений.

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.5)$$

где $C_{ШТ}$ - стоимость кг заготовки;

h_T , h_M , h_C , h_B , h_{II} - коэффициенты, которые учитывают характеристики заготовки и производства.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 2,48 + 4,6 \cdot \left(\frac{6,05 - 2,48}{1,4} - 1,4 \right) = 132,91 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 2,48 + 4,6 \cdot \left(\frac{4,69 - 2,48}{1,4} - 1,4 \right) = 117,61 \text{ руб.}$$

В данном случае метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели, поэтому для дальнейшего проектирования выбираем его.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей выбираются исходя из их характеристик, таких как точность, шероховатость и твердость. При этом необходимо учитывать ряд рекомендаций [8] и тип производства. Результаты представлены в форме таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	Поверхность	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут
1	2	3	4	5
1	плоская	12	1,25	точение черновое- точение чистовое- точение тонкое
2	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое
3	коническая внутренняя	12	12,5	точение чистовое
4	цилиндрическая внутренняя	7	1,25	точение черновое - точение чистовое- точение тонкое
5	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	фрезерование
6	плоская внутренняя	12	12,5	точение черновое
7	коническая	12	12,5	точение чистовое
8	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
9	плоская	12	12,5	точение черновое
10	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
11	коническая	12	12,5	точение черновое
12	цилиндрическая	12	12,5	точение чистовое
13	цилиндрическая	6	1,25	точение черновое - точение чистовое- точение тонкое
14	цилиндрическая	12	12,5	точение чистовое
15	коническая	12	12,5	точение черновое
16	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
17	плоская	12	12,5	точение черновое

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
18	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
19	плоская	12	1,25	точение черновое - точение чистовое- точение тонкое
20	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое
21	плоская внутренняя	12	12,5	точение черновое
22	плоская внутренняя	12	12,5	точение черновое
23	цилиндрическая внутренняя	7	1,25	точение черновое - точение чистовое- точение тонкое
24	коническая	12	12,5	точение чистовое
25	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое
26	плоская	12	12,5	точение чистовое
27	плоская	12	12,5	точение чистовое
28	плоская	12	12,5	фрезерование
29	плоская	12	12,5	фрезерование
30	плоская	12	12,5	фрезерование
31	плоская	12	12,5	фрезерование
32	коническая внутренняя	12	12,5	сверление
33	коническая внутренняя	12	12,5	сверление
34	коническая внутренняя	12	12,5	сверление
35	коническая	12	12,5	сверление

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
	внутренняя			
36	плоская	12	12,5	фрезерование
37	плоская	12	12,5	фрезерование
38	плоская	12	12,5	фрезерование
39	плоская	12	12,5	фрезерование
40	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	фрезерование
41	коническая внутренняя	12	12,5	фрезерование
42	плоская внутренняя	12	12,5	фрезерование
43	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление
44	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование
45	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование
46	коническая внутренняя	12	12,5	фрезерование
47	плоская	12	12,5	фрезерование
48	цилиндрическая внутренняя	7	2,5	сверление – фрезерование- зенкерование
49	коническая внутренняя	12	12,5	фрезерование
50	цилиндрическая	12	12,5	сверление
51	плоская	12	12,5	фрезерование
52	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование
53	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование
54	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
55	коническая внутренняя	12	12,5	фрезерование
56	плоская	12	12,5	фрезерование
57	цилиндрическая внутренняя	7	2,5	сверление - фрезерование- развертывание
58	коническая внутренняя	12	12,5	фрезерование
59	цилиндрическая	12	12,5	сверление
60	плоская	12	12,5	фрезерование
61	цилиндрическая	12	12,5	фрезерование

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Припуска для обработки поверхности $\varnothing 55H7 \left(\begin{smallmatrix} 0,03 \\ \end{smallmatrix} \right)$ ведем расчетно-аналитическим методом [9].

Минимальный припуск:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,25^2 + 0,025^2} = 0,551$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,03^2 + 0,025^2} = 0,239$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,012^2 + 0,02^2} = 0,123$$

Максимальный припуск:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \left(TD_{i-1} + TD_i \right) \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned}
Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 0,551 + 0,5 \cdot (0 + 0,12) = 1,111 \\
Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,239 + 0,5 \cdot (0,12 + 0,046) = 0,322 \\
Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,123 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,03) = 0,161
\end{aligned}$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (1,111 + 0,551) / 2 = 0,831 \\
Z_{cp2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,322 + 0,239) / 2 = 0,281 \\
Z_{cp3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,161 + 0,123) / 2 = 0,142
\end{aligned}$$

Максимальные и минимальные диаметры:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} - 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned}
D_{3\min} &= 55,000 \\
D_{3\max} &= 55,030 \\
D_{2\max} &= D_{3\max} - 2 \times Z_{3\min} = 55,030 - 2 \cdot 0,123 = 54,784 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 54,784 - 0,046 = 54,738 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \times Z_{2\min} = 54,784 - 2 \cdot 0,239 = 54,306 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 54,306 - 0,12 = 54,186 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \times Z_{1\min} = 54,306 - 2 \cdot 0,551 = 53,204 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 53,204 - 1,0 = 52,204
\end{aligned}$$

Средние диаметры:

$$D_{icc} = (D_{i\max} + D_{i\min}) / 2 \quad (2.11)$$

$$D_{3cp} = (D_{3max} + D_{3min}) / 2 = (55,030 + 55,000) / 2 = 55,015$$

$$D_{2cp} = (D_{2max} + D_{2min}) / 2 = (54,784 + 54,738) / 2 = 54,761$$

$$D_{1cp} = (D_{1max} + D_{1min}) / 2 = (54,306 + 54,186) / 2 = 54,246$$

$$D_{0cp} = (D_{0max} + D_{0min}) / 2 = (53,204 + 52,204) / 2 = 51,204$$

Общие припуски:

$$2Z_{min} = D_{3max} - D_{0min} \quad (2.12)$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_3 \quad (2.13)$$

$$2Z_{cp} = \frac{2Z_{min} + 2Z_{max}}{2} \quad (2.14)$$

$$2Z_{min} = 55,030 - 52,204 = 2,826$$

$$2Z_{max} = 2,826 + 1,0 + 0,03 = 3,856$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2,826 + 3,856) = 3,341$$

Таблица 2.2 - Припуски и операционные размеры

Переход	Название перехода	IT	TD	a	Δ	ε	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{cp}	D_{\min}	D_{\max}	D_{cp}
0	Отливка		1,0	0,3	0,25	-	-	-	-	52,204	53,204	51,204
1	Точение черновое	10	0,12	0,2	0,03	0,025	0,551	1,111	0,831	54,186	54,306	54,246
2	Точение чистовое	8	0,046	0,1	0,012	0,025	0,239	0,322	0,281	54,738	54,784	54,761
3	Точение тонкое	7	0,03	0,05	0,008	0,02	0,123	0,161	0,142	55,000	55,030	55,015

Припуски на обработку остальных поверхностей определяем по нормативам [7, 10]. В таблице 2.3 представлены результаты.

Таблица 2.3 - Припуски на обработку

№	Переход	Z_{\min}	Z_{\max}
1, 19	1	0,55	1,175
	2	0,25	0,425
	3	0,08	0,18
10, 16	1	1,1	1,78
13	1	1,0	1,67
	2	0,4	0,497
	3	0,2	0,238
48, 57	1	0,4	0,525
	2	0,1	0,144

На основе полученных данных проектируем заготовку. Определяем ее основные параметры согласно данным [11].

2.5 Разработка технологического маршрута

Разработка технологических маршрутов производится исходя из типа производства с учетом рекомендаций [12, 13].

Таблица 2.4 - Технологический маршрут

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	2	3
1	005	4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25
2	010	1, 2, 6, 8, 9, 10, 13, 16, 26, 27
3	015	4, 19, 23, 24
4	020	1, 3, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 27
5	025	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55,

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
		56, 57, 58, 59, 60, 61
6	030	5, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
7	035	28, 29, 30, 31
8	040	4, 19, 23
9	045	1, 13
10	050	все
11	055	все

Полученный технологический маршрут используем для формирования плана обработки. При этом учитываем рекомендации [12].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Выполнение данного этапа задача многофакторная. Для ее корректного выполнения воспользуемся рекомендациями [1, 13].

Выбор моделей технологического оборудования производим согласно справочным данным [14, 15, 16]. Результаты выбора представлены в таблице 2.5.

Выбор станочных приспособлений производим согласно справочным данным [17, 18]. Результаты выбора представлены в таблице 2.6.

Выбор режущего инструмента производим согласно справочным данным [19, 20]. Результаты выбора представлены в таблице 2.7.

Выбор средств контроля производим согласно справочным данным [21, 22]. Результаты выбора представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.5 - Выбор технологического оборудования

Операция	Наименование	Поверхности	IT	Оборудование
005	Токарная	4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25	10	Токарный Haas SL-10
010	Токарная	1, 2, 6, 8, 9, 10, 13, 16, 26, 27	10	Токарный Haas SL-10
015	Токарная	4, 19, 23, 24	8	Токарный Haas SL-10
020	Токарная	1, 3, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 27	8	Токарный Haas SL-10
025	Многооперационная	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61	7	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
030	Многооперационная	5, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39	12	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
035	Многооперационная	28, 29, 30, 31	12	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
040	Токарная	4, 19, 23	7	Токарный Haas SL-10
045	Токарная	1, 13	6	Токарный Haas SL-10
050	Моечная	Все		Моечная машина
055	Контрольная	Все		Контрольный стол

Таблица 2.6 - Станочные приспособления

Опера ция	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
005	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
010	Токарная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая
015	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
020	Токарная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая
025	Многооперацион ная	Торец кулачков	Кулачки	Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89
030	Многооперацион ная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
035	Многооперацион ная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
040	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
045	Токарная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая
050	Моечная			
055	Контрольная			

Таблица 2.7 - Режущий инструмент

Операция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	CD1810 GC1025	Резец контурный, Резец расточной, Резец расточной канавочный	Резец контурный CCGW060202T01530F CD1810 "Sandvik", Резец расточной CCGW060202T01530F CD1810 "Sandvik", Резец расточной канавочный MB-07B030-02- 11R/L GC1025"Sandvik"
010	Токарная	CD1810	Резец контурный Резец расточной	Резец контурный CCGW060202T01530F CD1810 "Sandvik" Резец расточной CCGW060202T01530F CD1810 "Sandvik"
015	Токарная	GC1125	Резец контурный Резец расточной	Резец контурный CCET 06 02 01- UM GC1125 "Sandvik", Резец расточной CCET 06 02 01-

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5
				UM GC1125 "Sandvik"
020	Токарная	GC1125	Резец контурный, Резец расточной	Резец контурный ССЕТ 06 02 01-UM GC1125 "Sandvik", Резец расточной ССЕТ 06 02 01-UM GC1125 "Sandvik"
025	Многооперационная	GC1220, P12Ф2К8М3, GC4014, GC1025, P10R	Сверло, Фреза концевая, Концевая фреза, для обработки фасок, Зенкер	Сверло спиральное R840-0800-30-A0A GC1220 "Sandvik", Фреза концевая специальная Ø10 P12Ф2К8М3, Сверло спиральное 880-D1500L20-02 GC4014 "Sandvik", Концевая фреза для обработки фасок 326R08-B3502012-CH GC1025 "Sandvik", Развертка 830B-E06D1800H7S12 P10R "Sandvik"
030	Многооперационная	GC1220, H10F	Сверло, Фреза	Сверло спиральное R840-0300-30-A0A GC1220 "Sandvik"

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5
				Фреза концевая R216.32-04030-AC08A H10F "Sandvik", Фреза концевая R216.32-06030-AC08A H10F "Sandvik"
035	Многооперационная	H10F	Фреза	Фреза концевая R216.32-04030-AC08A H10F "Sandvik"
040	Токарная	GC1125	Резец контурный, Резец расточной	Резец контурный TCEX 06 T1 00R/L-F GC1125 "Sandvik", Резец расточной TCEX 06 T1 00R/L-F GC1125 "Sandvik"
045	Токарная	GC1125	Резец контурный	Резец контурный TCEX 06 T100R/L-F GC1125 "Sandvik"
050	Моечная			
055	Контрольная			

Таблица 2.8 - Средства контроля

Опера ция	Размер для контроля	<i>IT</i>	Контрольные приспособления
005	Ø55, Ø60, Ø66, Ø100, L=9, L=18, L=42, L=45	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88
010	Ø55, Ø62, Ø82, Ø124, L=6, L=36, L=41, L=45	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88
015	Ø55, L=1x45, L=45	8	Калибры, нутромер ГОСТ10-88
020	Ø115, L=1x45, L=6, L=36, L=41, L=45	8	Калибры, скоба рычажная ГОСТ11098-75
025	Ø8, Ø16, Ø15, Ø18, Ø20, Ø26, Ø28, L=0,5x45, L=1x45, L=17, L=20, L=27, L=28,5, L=30, L=52,5	7	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибры, скоба рычажная ГОСТ11098-75
030	Ø3, L=0,5, L=3, L=4, L=12, L=28, L=42	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибры
035	L=0,5, L=3, L=4, L=12, L=28, L=42	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибры
040	Ø55, L=45	7	Нутромер ГОСТ10-88
045	Ø115, L=45	6	Скоба рычажная ГОСТ11098-75

2.7 Проектирование технологических операций

Задача раздела – спроектировать технологические операции, обеспечивающие минимум затрат на обработку заготовки.

На всех операциях механической обработки технологического процесса используется инструмент фирмы «Sandvik», который обладает высокой производительностью и стойкостью. В связи с этим необходимо использование данных по режимам резания из каталога [19]. Нормирование техпроцесса проводим согласно данным [23].

Таблица 2.9 - Режимы резания и нормирование операций

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
005	1	0,3	500	1280	32	0,08	1,2
	2	0,3	350	1688	56	0,11	
	3	0,02	120	636	4	0,31	
010	1	0,3	500	1280	82	0,21	0,98
	2	0,3	500	1280	24	0,06	
	3	0,3	350	1800	6	0,01	
015	1	0,06	340	1080	21	0,32	1,62
	2	0,06	210	1200	43	0,6	
020	1	0,06	340	870	48	0,92	2,16
	2	0,06	340	870	24	0,46	
	3	0,06	210	1210	3	0,08	
025	1	0,2	100	3980	32	0,04	7,6
	2	0,027мм/зуб	254	8100	60	0,07	
	3	0,05	300	5300	205	0,77	
	4	0,027мм/зуб	254	8100	2900	3,32	
	5	0,027мм/зуб	254	8100	1100	1,26	

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8
	6	0,04мм/зуб	90	4800	230	0,6	
	7	0,15 мм/зуб	180	3180	62	0,02	
030	1	0,15	100	3980	28	0,02	
	2	0,027мм/зуб	254	8100	448	0,51	
	3	0,027мм/зуб	254	8100	58	0,07	
035	1	0,027мм/зуб	254	8100	800	0,91	1,51
040	1	0,02	210	670	20	1,49	4,45
	2	0,02	180	1040	43	2,07	
045	1	0,02	210	580	44	3,79	7,33
	2	0,02	210	580	24	2,07	

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Одна из самых ответственных операций данного технологического процесса – операция тонкого точения. Для реализации теоретической схемы базирования стандартные средства механизированные технологического оснащения отсутствуют, поэтому необходимо провести его проектирование. С этой целью будем использовать рекомендации и справочные данные [24, 25].

На данной операции выполняется точение наружной цилиндрической поверхности и торца. На рисунке 3.1 представлен эскиз операции.

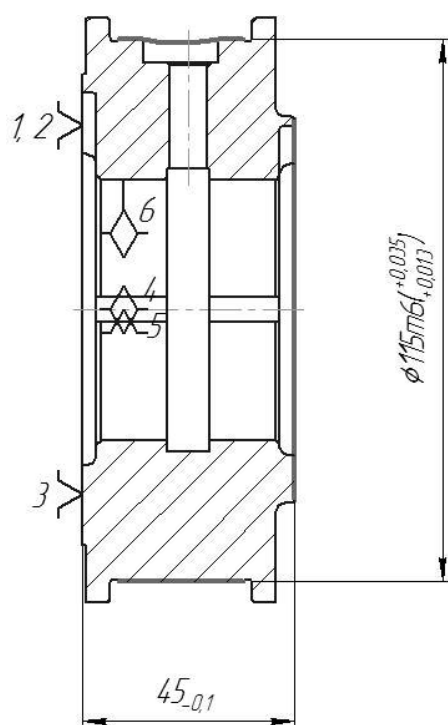


Рисунок 3.1. - Эскиз операции

Вид и материал заготовки – отливка после чернового и чистового точения, из бронзы БрОФ-7-0,2 с $\sigma_b=390$ МПа.

Режущий инструмент – резец контурный TCEX 06 T1 00R/L-F GC1125 "Sandvik".

Режимы резания: $t=0,2$ мм, подача $S=0,02$ мм/об., $V=210$ м/мин, $n=580$ об/мин.

Металлорежущий станок: токарный с ЧПУ HAAS SL-10.

Расчет сил резания проводим по методике [9].

Силы резания определяем:

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

где C_p , x , y , n , K_p – коэффициенты и показатели, которые учитывают реальные условия обработки.

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (3.2)$$

Значения составляющих определяются по таблицам [9].

Получим:

$$K_p = 1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,78$$

$$P_z = 10 \cdot 55 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,02^{0,66} \cdot 210^0 \cdot 0,78 = 64,9 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима составим схему установки заготовки (рисунок 3.2).

Момент от силы P_z :

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (3.3)$$

Момент от усилия закрепления:

$$M_{3pz} = \frac{3Wf \cdot d_3}{2} \quad (3.4)$$

где W - усилие зажима;

Из условия равновесия моментов M_{Pz} и M_{3pz} усилие зажима равно:

$$W = \frac{KP_z \cdot d_o}{3fd_3} \quad (3.5)$$

где K – коэффициент запаса.

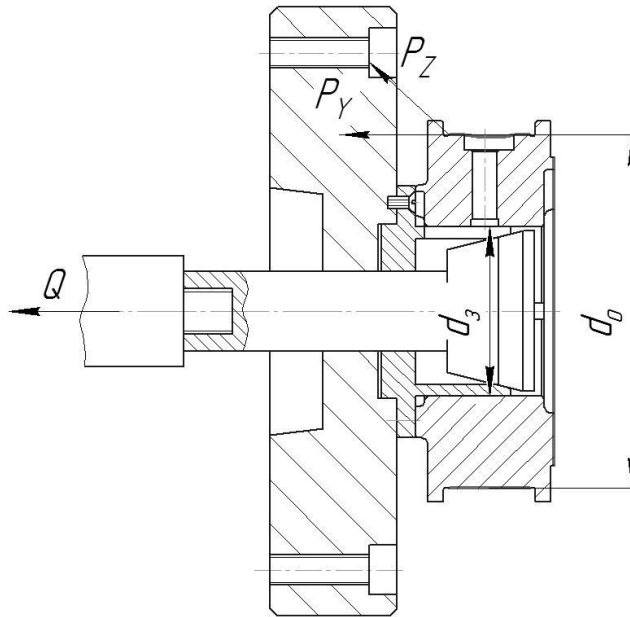


Рисунок 3.2 - Схема установки заготовки

Получим:

$$W = \frac{2,5 \cdot 64,9 \cdot 115}{3 \cdot 0,2 \cdot 55} = 566 \text{ Н.}$$

Определяем усилие привода:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.7)$$

где α , φ – углы наклона и трения соответственно на поверхности цанги.

$$Q = 566 \cdot \operatorname{tg}(5 + 6,5) = 223 \text{ Н.}$$

Определим диаметр поршня для создания усилия Q :

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.8)$$

где P – избыточное давление рабочей среды;

d – диаметр штока.

Для гидроцилиндра получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 223}{0,5} + 30^2} = 78 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное ближайшее большее значение диаметр поршня 90 мм.

Для расчета погрешности приспособления составим его размерную схему (рисунок 3.3).

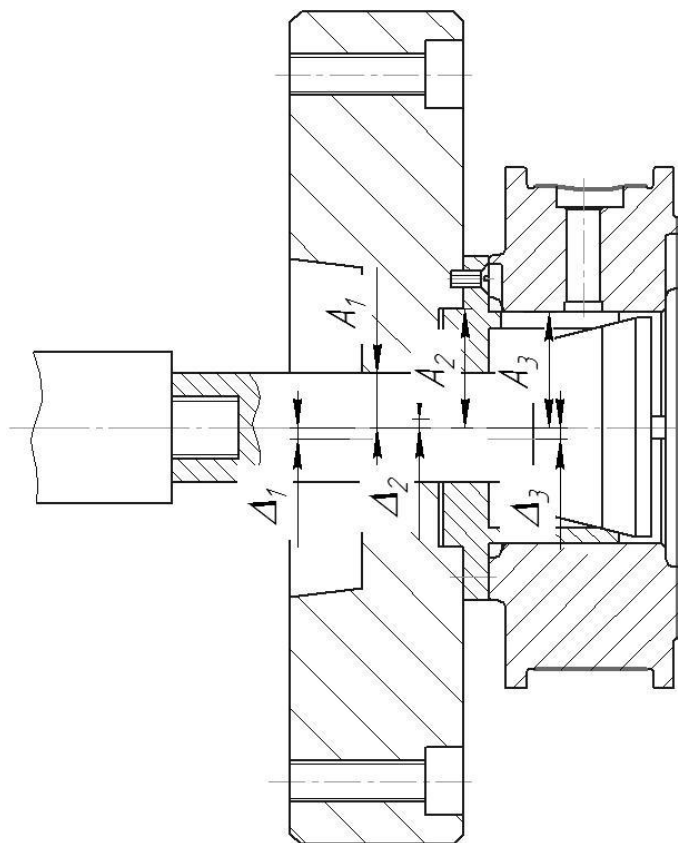


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей

На основе этой схемы составляем расчетную формулу:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.9)$$

где Δ_1 – неперпендикулярность выходному концу привода;

Δ_2 - колебания зазоров в сопряжении;

Δ_3 – допуск на изготовления размера.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,01^2 + 0,006^2 + 0,01^2} = 0,006 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,022 = 0,007 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ выполняется. Оправка удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из цанги 4, которая устанавливается в корпусе 1. Для зажима цанги служит конус 12, который через плунжер 8 связана с гидроцилиндром. Внутри гидроцилиндра располагается поршень 7. Для подачи масла к гидроцилиндру проведены отверстия, находящиеся в муфте 6.

Приспособление работает следующим образом.

После установки заготовки до упора в разжатую цангу масло подается в правую полость гидроцилиндра. Поршень, передвигаясь влево через плунжер перемещает конус влево по конической поверхности цанги, в результате чего лепестки цанги разжимаются, происходит центрирование и закрепление заготовки. При подаче масла в левую полость гидроцилиндра поршень, шток и плунжер возвращаются в исходное положение. Цанга высвобождается, при этом лепестки цанги под действием силы упругости сходятся, происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Для фрезерования отверстий на 025 операции используется дорогостоящий импортный инструмент. Рассчитаем и спроектируем фрезу с целью удешевления операции.

Вид и материал заготовки – отливка из бронзы БрОФ7-0,2 с $\sigma_B=390$ МПа. Производится фрезерование отверстий.

Шероховатость $Ra=6,3$ мкм., точность IT10.

Металлорежущий станок - вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2.

Расчет будем производить по методике, изложенной в [26].

Фрезу будем изготавливать из быстрорежущей стали P12Ф2К8М3 полученной методом порошковой металлургии, которая не уступает по своим физико-механическим свойствам аналогам из более дорогостоящих зарубежных сплавов.

Диаметр фрезы принимаем из конструктивных соображений равным 10 мм. Допуск на исполнительный размер инструмента зависит от точности получаемого им размера и назначается на несколько квалитетов ниже. Учитывая, что размер должен быть выполнен по 10 квалитету, принимаем точность изготовления инструмента по 7 квалитету $\varnothing 10^{+0,015}$.

У фрез для обработки заготовок из цветных металлов шероховатости $Ra=6,3$ мкм основные геометрические параметры определяются по рекомендациям [26].

Принимаем угол $\alpha=10^\circ$.

Передний угол $\gamma=12^\circ$.

Число зубьев фрезы $z = 4$

Особенностью данной фрезы является то, что окружной шаг ε в торцовом сечении делается неравномерным и принимается равным $90^\circ, 95^\circ, 90^\circ, 85^\circ$. Для достижения этой цели необходимо угол наклона винтовых канавок четных зубьев $\omega=35^\circ$, нечетных $\omega=32^\circ$. Это следует из расчетов выполненных по формуле [26]:

$$tg\Delta\varepsilon = \frac{tg(\omega_1 - \omega_2)}{2} \quad (3.10)$$

Выбираем цилиндрический хвостовик $\varnothing 10h7_{(-0,015)}$

Все выше перечисленные изменения, внесенные в конструкцию фрезы, согласно данным [26] позволят повысить стойкость инструмента в 1,5-2 раза и получить необходимое качество обработки за 1 переход.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок Haas SL-10 с системой программного управления	Бронза БРоФ 7-0,2, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Сверление отверстий, фрезерование, развертывание	Многооперационная	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-сверлильный станок Haas VF-2 с системой программного управления	Бронза БРоФ 7-0,2, смазочно-охлаждающая жидкость

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

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	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок Haas SL-10 с системой программного управления
Многооперационная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, вертикально-сверлильный станок Haas VF-2 с системой программного управления

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	

4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – 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	Регламентированная процедура по	Краги брезентовые с

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	оборудования, материалов	обучению по охране труда	двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Беруши «Лазер Лайт»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – 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 Наас SL-10 с системой программного управления Вертикально-сверлильный станок Наас VF-2 с системой программного управления	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокого давления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

<p>Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта</p>	<p>Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий</p>	<p>Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты</p>
<p>Точение</p>	<p>Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ</p>
<p>Сверление отверстий, фрезерование, развертывание</p>	<p>Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ</p>

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

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), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	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
Точение, Сверление отверстий, фрезерование, развертывание	Токарный станок Haas SL- 10 с системой программного управления Вертикально- сверлильный станок Haas	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукты	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	VF-2 с системой программного управления			отходов должен производиться своевременно

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение, Сверление отверстий, Фрезерование, Развертывание
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение пылеуловителей
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песковых площадок, биологических фильтров, флотационных установок, отстойников
Предлагаемые мероприятия для	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела стал комплекс разработанных мер по снижению и устранению опасных и вредных производственных факторов, обеспечению пожарной безопасности и сохранению экологии и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

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

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «подшипник скольжения». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «025 Многоцелевая» и «045 Токарная», представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 025 – Многооперационная	
<p><u>Оборудование</u> – фрезерный станок с ЧПУ, модель 6550Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – универсальная делительная головка УДГ-160, ГОСТ 8615-89.</p> <p><u>Инструмент</u> – фреза концевая $\varnothing 10$ мм, Р6М5.</p> <p>$T_O = 8,07$ мин; $T_{ШТ-К} = 10,1$ мин</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ HAAS VF-2.</p> <p><u>Оснастка</u> – универсальная делительная головка УДГ-160, ГОСТ 8615-89.</p> <p><u>Инструмент</u> – фреза концевая специальная $\varnothing 10$ мм, Р12Ф2К8М3.</p> <p>$T_O = 6,08$ мин; $T_{ШТ-К} = 7,6$ мин</p>
Операция 045 – Токарная	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка коническая.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец токарный контурный, ВК6М.</p> <p>$T_O = 7,68$ мин; $T_{ШТ-К} = 9,54$ мин</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ HAAS SL-10.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка цанговая.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный, ТСЕХ 06Т100RK-F, GC1125</p> <p>$T_O = 5,86$ мин; $T_{ШТ-К} = 7,33$ мин</p>

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 6000 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [27], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения «операции 025 – Многооперационной» и «операции 045 – Токарной». По исходному варианту технологического процесса она составляет 88,52 руб., а по проектируемому – 64,65 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

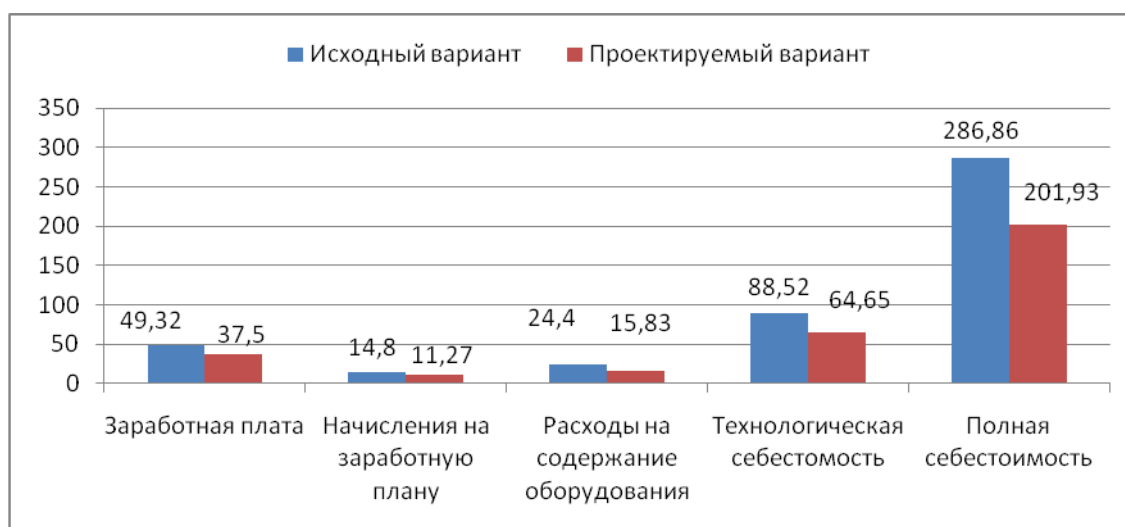


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [27], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 1234841,26 руб. и учитывает весь комплекс совершенствований по выполнению анализируемых операций «025 – Многофункциональной и 045 – Токарной».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [27], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе

которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	407664
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$, руб.	1291887,22
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = ЧДД$, руб.	57045,96
5	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,12

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 57045,96 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 4 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,12 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 025 и 045 технологического процесса изготовления детали «подшипник скольжения».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения работы стала разработка технологического процесса изготовления подшипника скольжения, отвечающего всем требованиям, предъявляемым к современным технологическим процессам. Для этого были проведены следующие мероприятия. Проектирование заготовки, расчет припусков и режимов резания, разработка технологии изготовления на базе типовой, спроектирована фреза усовершенствованной конструкции, разработано станочное приспособление, проведен экономический анализ предлагаемых усовершенствований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 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. - 782с.
3. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
4. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
5. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с.
6. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
7. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
8. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
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. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

11. Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.

12. 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.

13. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

14. www.int.haascnc.com

15. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

16. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

17. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.

18. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

19. www.sandvik-coromant.ru.

20. 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.

21. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

22. 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.

23. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

24. Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 416 с.

25. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

26. Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

27. 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Изм. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.083.008.000	Лит.				
						Лит.	Лист	Листов		
Изм. № подл.	Разраб.	Крысин			Оправка цанговая	Лит.	Лист	Листов		
	Проб.	Козлов				Д	1	2		
	И.контр.	Виткалов			ТГУ, ТМбз-1233					
	Утв.	Логинов								
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Формат	Зона	Поз.
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Формат	Зона	Поз.
					Документация					
				17.07.ТМ.083.008.000.СБ	Сборочный чертеж					
					Детали					
				17.07.ТМ.083.008.001	Корпус	1				
				17.07.ТМ.083.008.002	Корпус муфты	1				
				17.07.ТМ.083.008.003	Корпус привода	1				
				17.07.ТМ.083.008.004	Цанга	1				
				17.07.ТМ.083.008.005	Крышка привода	1				
				17.07.ТМ.083.008.006	Неподвижный корпус	1				
				17.07.ТМ.083.008.007	Поршень	1				
				17.07.ТМ.083.008.008	Плунжер	1				
				17.07.ТМ.083.008.009	Пробка	3				
				17.07.ТМ.083.008.010	Пробка	1				
				17.07.ТМ.083.008.011	Шток	1				
					Стандартные изделия					
					Винт М10х40	6				
					ГОСТ 11738-84					
					Винт М8х35	6				
					ГОСТ 11738-84					
					Гайка М14х15	2				
					ГОСТ 5927-70					

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дил.																				
Взам.																				
Подп.																				

Разработал	Крыгин																			
Проверил	Козлов																			
Утвердил	Логинов																			
Н. контр.	Виткалов																			

М101	БЛОК 7-02 ГОСТ 5017-2006																		
	Код	ЕВ	М10	ЕН	Н. рас.х.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры								КД	МЗ		
М102		166	2,48	1		0,53		φ127,5x49,5								1	4,69		

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции														
Б	Код, наименование оборудования																		

XX XX XX 000 Заготовительная
Литейная машина

05																			
406	XX XX XX 005 4110 Токарная																		
507	381101 Токарный Haas SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 1200 1 12																		
0 08	Точить поверхность и торцы 4. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 25 в размер φ100 ^{±0,12} , φ66 ^{+0,12} , φ60 ^{+0,12}																		
09	φ54. 186 ^{+0,12} , 46. 21 ^{±0,25} , 44. 88 ^{±0,25} , 42. 88 ^{±0,25} , 27. 88 ^{±0,15} , 9 ^{±0,15}																		
Т 10	396110 Патрон 3-х кличковый ГОСТ 2675-80, 392190 Резец контурный ССGW060202Т01530F С01810																		
Т11	"Sandvik", 392190 Резец расточной ССGW060202Т01530F С01810 "Sandvik", 392190 Резец расточной																		
Т12	канавочный MB-07B030-02-11R/L GC1025 "Sandvik", 393311 Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89, 393450																		
Т13	Диаметр HM-80 ГОСТ10-88.																		
14																			
А 15	XX XX XX 010 4110 Токарная																		
516	381101 Токарный Haas SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 1200 1 1200 1 0,98																		

МК

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции		Р	УТ	КР	КОМО	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт
					Код наименования обработки	проф.									
465	XX XX XX	040	4110	Токарная											
Б66	381101	Токарный	Haas	SL-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		733
067	Точить поверхность и торцы 4, 19, 23 в размеры $\phi 55^{+0,030}$, 45,08 ϕ .														
Т68	396110	Патрон 3-х	килачковый	ГОСТ 2675-80;	392190	Резец	контурный	TCEX 06 T100R/L-F	GC125						
Т69	"Sandvik"	392190	Резец	расточной	TCEX 06 T100R/L-F	GC125	"Sandvik"	393450	Нутромер	HM-80					
Т70	ГОСТ10-88.														
71															
472	XX XX XX	045	4110	Токарная											
Б73	381101	Токарный	Haas	SL-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		733
074	Точить поверхность и торцы 1, 13 в размеры $\phi 115^{+0,005}$, $\phi 115^{+0,012}$, 45 ϕ .														
Т75	396171	Оплавка	цанговая;	392190	Резец	контурный	TCEX 06 T100R/L-F	GC125	"Sandvik"						
Т76	393123	Скоба	рычажная	СР	ГОСТ11098-75.										
77															
478	XX XX XX	050	Маячная												
79															
480	XX XX XX	055	Контрольная												
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

Дубл.	Взам.	Подп.										
Разработ.	Крысин Казюб		ТГЧ		Кафедра ОТМП							
Проверил												
Начитр.	Выжмаев											
Наименование операции	Подшипник		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД	Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Многооперационная	Броф 7-02 ГОСТ 5017-2006	НВ 65	166	248		φ127,5 ^{+0,25}	4,69	1				025
Оборудование, устройства ЧПУ	Обозначение программы	То	Ть	Тю	Тш	Тип	СОЖ					
Надс VF-2		6,08				7,6	Увлажнот-1					
		0 или в	л	1	1	1	п	н	в			
№	1. Установить заготовку											
T 02	396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 391263 Сверло спиральное R840-											
T 01	0800-30-А0А GC1220 "Sandvik", 391801 Фреза концевая специальная φ10 P12Ф2К8МЗ; 391263 Сверло											
O 04	спиральное 880-01500L20-02 GC4014 "Sandvik", 391882 Концевая фреза для обработки фасок											
O 05	326R08-B3502012-SH GC1025 "Sandvik", 391701 Развертка 830B-E0601800H7S12 P10R "Sandvik", 393311											
O 06	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, 993610 Калибр, 391123 Скала рыночная УР ГОСТ 11098-75.											
O 07	2. Обработать поверхности 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58,											
O 08	59, 60, 61 выдерживая размеры согласно эскиза											
P 07	1				4,0		0,11	3980	100			
P 08	2				5,0		0,108	8100	254			
P 09	3				7,5		0,05	5300	300			

