

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления дисковой полумуфты
SIT

Студент(ка)	<u>С.В. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления дисковой полумуфты SIT.
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.
ТГУ Тольятти, 2017 г.

Данная квалификационная работа рассматривает вопросы проектирования маршрутно-операционной технология изготовления дисковой полумуфты SIT на базе типового технологического процесса. При этом ряд наиболее ответственных и лимитирующих операций подвергнуты совершенствованию. С этой целью производится проектирование прогрессивного режущего инструмента и разработка специального станочного приспособления. Кроме того, проводится анализ условий труда на производстве и оценивается его экологичность. По результатам этого анализа разрабатываются мероприятия по устранению выявленных недостатков. Также определена экономическая эффективность работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы	7
1.2 Описание технологичности детали	7
1.3 Задачи выпускной квалификационной работы	9
2 Технологическая часть работы	10
2.1 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	10
2.2 Выбор методов обработки поверхностей	12
2.3 Определение припусков на обработку	14
2.4 Разработка технологического маршрута	17
2.5 Выбор средств технологического оснащения	18
2.6 Проектирование технологических операций	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	28
3.1 Проектирование приспособления	28
3.2 Проектирование режущего инструмента	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
5 Экономическая эффективность работы	47
Заключение	51
Список использованных источников	52
Приложения	56

ВВЕДЕНИЕ

В современной технике широкое распространение получили муфты различных конструкций. Одна из самых распространенных является дисковая муфта в виду простоты ее конструкции. Кроме того муфты данной конструкции позволяют производить переключение без ударов и перегрузок зубчатых передач. Также дисковые муфты позволяют предохранять механизмы от перегрузок, что также является их существенным достоинством.

Полумуфта является одной из частей муфты установленной непосредственно на одном из валов двух соединяемых механизмов, что накладывает на ее точность, долговечность и износостойкость достаточно жесткие требования. Технология изготовления должна обеспечить все эти требования.

В данной работе сделана попытка разработки оптимального варианта технологического процесса изготовления дисковой полумуфты SIT с годовой программой выпуска 6000 деталей в год.

Целью данной работы является разработка такого технологического процесса изготовления дисковой полумуфты SIT, который обеспечит своевременное изготовление деталей при условии обеспечения их качества, объемов выпуска и минимальных затрат.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы

Полумуфта служит для соединения выходных валов двух механизмов и передачи крутящего момента.

Рассматриваемая деталь устанавливается на выходном валу по посадке с натягом. Крутящий момент воспринимается при помощи шлицев и передается входному валу посредством зубьев внешнего зубчатого венца через набор дисков и прижимной диск.

В процессе работы полумуфта испытывает знакопеременные нагрузки, причем величина этих нагрузок может быть значительной. Ведущий диск подвержен интенсивному адгезионному износу, т.к. работает в условиях сухого трения.

Условия работы можно охарактеризовать как умеренно агрессивные. Это объясняется тем, что ступица работает в производственном помещении и на нее не влияют неблагоприятные климатические условия, однако возможен контакт с различными химически активными технологическими жидкостями, что может привести к повреждению поверхности и преждевременному износу.

1.2 Описание технологичности детали

Технологичность детали оценим согласно рекомендаций и данных [1].

В качестве материала детали используется сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88: 0,2-0,5% углерода; 0,9-1,3% хрома; 0,85-1,15% марганца; 0,2-0,5% кремния; не более 0,05% серы и фосфора; не более 0,3% меди. Основные механические свойства: $\sigma_B = 510$ МПа, $HB = 170-190$ единиц.

Буква Л в конце маркировки указывает на то, что сталь обладает хорошими литейными свойствами. Исходя из этого наиболее эффективными методами для получения заготовки рассматриваемой детали являются методы литья [2].

Полумуфта имеет несложную конфигурацию, имеются ступени, убывающие по диаметру с одной стороны внутри и снаружи детали, что

облегчает обработку детали с одного станка. Вся механическая обработка будет типовой и не потребует применения каких-либо специальных методов обработки.

Применение специального инструмента и контрольно-измерительных приборов не требуется, т.к. все размеры выбраны из стандартизованного ряда чисел. Исходя из этого, на участке по обработке данной детали целесообразно применять универсальное оборудование и оснастку.

С точки зрения механической обработки технологичность детали определяется ее точностью и шероховатостью поверхностей детали. В данном случае эти показатели достаточно высоки, но снижение точности поверхностей приведет к снижению точности сборки узла, долговечности и ухудшению других эксплуатационных показателей, а увеличение шероховатости приведет к их интенсивному изнашиванию, а также к потерям энергии при работе.

На технологичность детали непосредственное влияние оказывает наиболее ответственные поверхности. С целью их определения необходимо систематизировать их по назначению согласно рекомендаций [3]. Для этого нумеруем все поверхности на соответствующем эскизе, который представлен на рисунке 1.1. Наиболее ответственными и точными являются исполнительные поверхности и основные конструкторские базы. Чем больше данных поверхностей, тем выше стоимость обработки детали и тем менее технологичной она считается.

Для рассматриваемой детали к основным конструкторским базам относятся - 1, 2; к исполнительным поверхностям - 9, 13, 19; к вспомогательным конструкторским базам - 9, 13, 19, 20; неуказанные поверхности являются свободными.

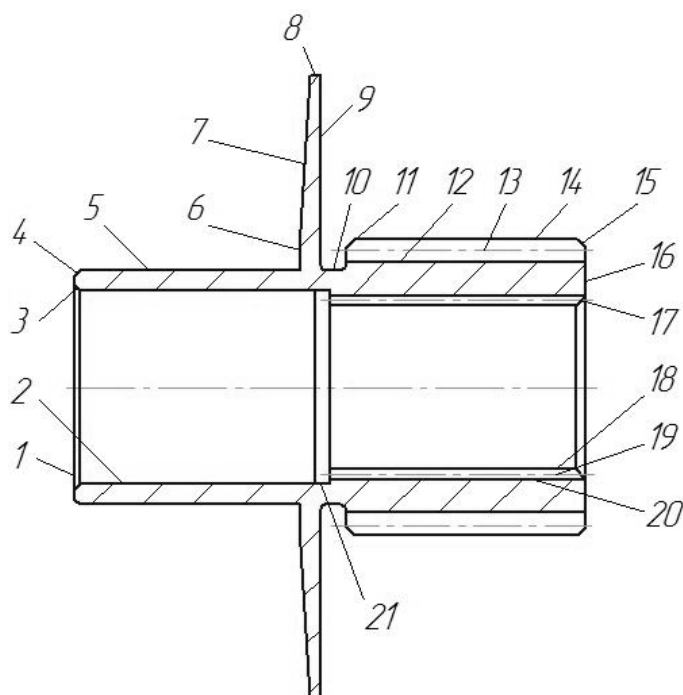


Рисунок 1.1 - Номера поверхностей

Делаем вывод о том, что деталь в целом технологична.

1.3 Задачи выпускной квалификационной работы

Анализ данных позволяет наметить ряд основных задач, которые необходимо решить для достижения ее цели:

- 1) на основе анализа возможных методов получения заготовок выбрать оптимальных для данных условий;
- 2) разработать современный и эффективный технологический процесс в маршрутно-операционной форме;
- 3) произвести проектирование технологических операций;
- 4) для наиболее ответственных и загруженных операций произвести их модернизацию путем разработки специальных приспособления и инструмента;
- 5) провести анализ опасных и вредных факторов, пожарной безопасности и экологичности проектируемого техпроцесса;
- 6) определить экономическую эффективность сделанных изменений.

2 Технологическая часть работы

2.1 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

В данном случае в качестве метода получения заготовки применимы литье в землю и литье в кокиль. Выбор между этими двумя возможными методами литья проведем на основе экономического анализа [7]. Эскиз планируемого варианта контура заготовки представлен на рисунке 2.1.

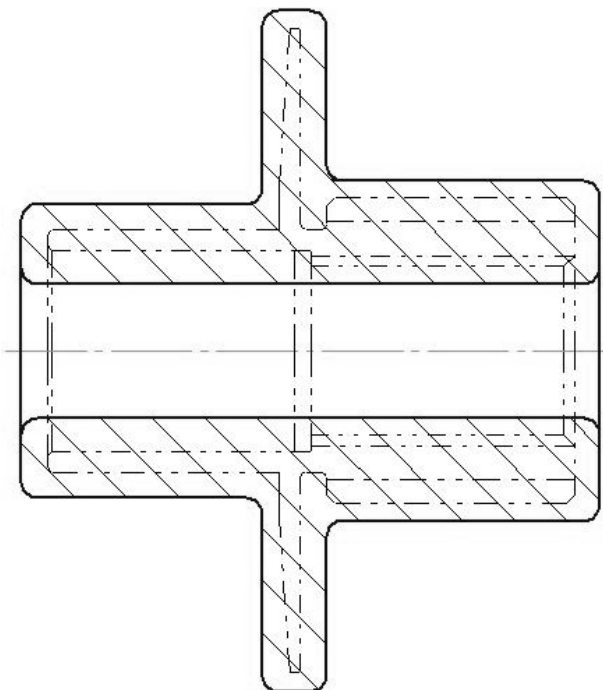


Рисунок - 2.1 – Вариант контура заготовки

Необходимо рассчитать технологические себестоимости изготовления детали различными методами и сравнить их.

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

где C_T - технологическая себестоимость;

$C_{ЗАГ}$ - стоимость кг заготовок;

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

$C_{ОТХ}$ - цена отходов.

Масса детали:

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

$$q = \frac{\pi}{4} (0,046^2 \cdot 0,049 + 0,122^2 \cdot 0,004 + 0,058^2 \cdot 0,047 - 0,038^2 \cdot 0,05 - 0,032^2 \cdot 0,05) \cdot 0,785 = 1,22 \text{ кг.}$$

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.

$$Q_1 = 1,22 \cdot 1,5 = 1,83 \text{ кг – для литья в землю.}$$

$$Q_2 = 1,22 \cdot 1,4 = 1,71 \text{ кг – для литья в кокиль.}$$

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.

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

Цена одной заготовки может быть определена:

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

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

h_T , h_M , h_C , h_B , $h_{П}$ – коэффициенты, которые учитывают характеристики заготовки и производства.

$$C_{ЗАГ1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 1,22 + 4,6 \cdot \left(\frac{83 - 1,22}{1,4} - \frac{83 - 1,22}{1,4} \right) = 42,26 \text{ руб.}$$

$$C_{T_2} = 31,46 \cdot 1,22 + 4,6 \cdot (71 - 1,22) - 1,4 \cdot (71 - 1,22) = 39,95 \text{ руб.}$$

Выбираем метод получения заготовки литьем в кокиль, как экономически более оправданный. Величину экономического эффекта от применения данного метода определим по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N \quad (2.6)$$

$$\mathcal{E} = (42,26 - 39,95) \cdot 6000 = 13860 \text{ руб.}$$

2.2 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей выбираются исходя из типа производства и экономически обоснованных областей применения методов обработки, которые содержатся в литературе [7].

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2	3	4	5
1	плоская	12	2,5	точение черновое - точение чистовое - термообработка - шлифование
2	цилиндрическая внутренняя	7	1,25	точение черновое - точение чистовое - термообработка - шлифование - шлифование чистовое
3	коническая внутренняя	12	12,5	точение чистовое - термообработка
4	коническая	12	12,5	точение чистовое -

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
				термообработка
5	цилиндрическая	7	1,6	точение черновое - точение чистовое - термообработка - шлифование - шлифование чистовое
6	плоская	12	12,5	точение черновое - термообработка
7	коническая	12	12,5	точение черновое - термообработка
8	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое - термообработка
9	плоская	12	3,2	точение черновое - точение чистовое - термообработка - шлифование
10	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое - термообработка
11	коническая	12	12,5	точение чистовое - термообработка
12	цилиндрическая	12	12,5	зубодолбление - термообработка
13	эвольвента	8 ст.т.	2,5	зубодолбление - шевингование - термообработка
14	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое - термообработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
15	коническая	12	12,5	точение чистовое - термообработка
16	плоская	12	12,5	точение черновое - точение чистовое - термообработка - шлифование
17	коническая внутренняя	12	12,5	точение чистовое - термообработка
18	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое - термообработка
19	плоская внутренняя	9	2,5	протягивание - термообработка
20	цилиндрическая внутренняя	7	2,5	протягивание - термообработка
21	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение чистовое - термообработка

2.3 Определение припусков на обработку

Для самой точной поверхности припуск определяем по следующей методике [8].

Минимальный припуск равен

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.7)$$

Составляющие припуска в данной формуле принимаются согласно справочных данных [8].

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимальный припуск равен:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.8)$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,938$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_{TO} + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,039) = 0,405$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,187$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.9)$$

$$Z_{cp2} = (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,938 + 0,763) / 2 = 0,851$$

$$Z_{cp3} = (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,405 + 0,295) / 2 = 0,35$$

$$Z_{cp4} = (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,187 + 0,155) / 2 = 0,171$$

Размеры равны:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.10)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.11)$$

Для термообработки:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.12)$$

Получим:

$$\begin{aligned}
D_{4\min} &= 38,000 \\
D_{4\max} &= 38,025 \\
D_{3\max} &= D_{4\max} - 2 \cdot Z_{4\min} = 38,025 - 2 \cdot 0,187 = 37,651 \\
D_{3\min} &= D_{3\max} - TD_3 = 37,651 - 0,057 = 37,551 \\
D_{\delta i \max} &= D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 37,651 - 2 \cdot 0,405 = 36,841 \\
D_{\delta i \min} &= D_{\delta i \max} - TD_{\delta i} = 36,841 - 0,18 = 36,661 \\
D_{2\max} &= D_{\delta i \max} \cdot 0,999 = 36,841 \cdot 0,999 = 36,81 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 36,81 - 0,1 = 36,71 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 36,71 - 2 \cdot 0,938 = 34,834 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 34,834 - 0,25 = 34,584
\end{aligned}$$

Средние значения размеров:

$$D_{icc} = \sqrt{D_{i\max} + D_{i\min}} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned}
D_{\bar{\delta}1} &= \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} = \sqrt{34,834 + 34,584} = 34,709 \\
D_{\bar{\delta}2} &= \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} = \sqrt{36,81 + 36,661} = 36,736 \\
D_{\bar{\delta}\delta i} &= \sqrt{D_{\delta i \max} + D_{\delta i \min}} = \sqrt{36,661 + 36,841} = 36,751 \\
D_{\bar{\delta}3} &= \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} = \sqrt{37,651 + 37,551} = 37,601 \\
D_{\bar{\delta}4} &= \sqrt{D_{4\max} + D_{4\min}} = \sqrt{38,025 + 38,00} = 38,013
\end{aligned}$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{1\max} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_1 + TD_4 \quad (2.15)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{\min} + 2Z_{\max}} \quad (2.16)$$

$$\begin{aligned}
2Z_{\min} &= 38,000 - 34,834 = 3,166 \\
2Z_{\max} &= 3,166 + 0,25 + 0,025 = 3,441 \\
2Z_{\bar{\delta}} &= 0,5 \cdot \sqrt{3,166 + 3,441} = 3,304
\end{aligned}$$

Припуски на оставшиеся поверхности определяем по нормативам [9, 10].

Для этого сначала определяем $Z_{i\min}$, затем определяем:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_{i-1} + TD_i} \quad (2.17)$$

Результаты заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№	Переход	Z_{\min}	Z_{\max}
1	1	1,6	3,775
	2	0,7	0,945
	3	0,4	0,497
5	1	1,7	3,93
	2	0,25	0,53
	3	0,25	0,32
	4	0,06	0,092
9	1	2,2	4,325
	2	1,0	1,195
	3	0,5	0,64
13	1	0,5	0,64
16	1	1,8	4,325
	2	0,8	1,045
	3	0,4	0,497

2.4 Разработка технологического маршрута

Маршрут разрабатывается с учетом типового маршрута и требований к точности поверхностей детали. Данный раздел выполняется согласно рекомендациям [11, 12]. Маршрут обработки указан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Маршрут изготовления детали

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	8, 9, 14, 16
2	010	1, 2, 5, 6, 7, 18
3	015	9, 10, 11, 14, 15, 16, 17
4	020	1, 2, 3, 4, 5, 21
5	025	19, 20
6	030	12, 13
7	035	
8	040	13
9	045	все
10	050	1, 16
11	055	9
12	060	2
13	065	5
14	070	2
15	075	5
16	080	все
17	085	все

2.5 Выбор средств технологического оснащения

Выбор технологического оборудования будем производить согласно рекомендаций [1, 14] и справочных данных [15, 16, 17]. Выбор приспособлений будем производить согласно рекомендаций [1, 14] и справочных данных [18, 19]. Выбор режущих инструментов будем производить согласно рекомендаций [1, 14] и справочных данных [18, 20]. Выбор средств контроля будем производить согласно рекомендаций [11, 12] и справочных данных [18, 21].

Результаты выбора средств технологического оснащения оформим в виде таблиц 2.4, 2.5, 2.6, 2.7.

Таблица 2.4 - Выбор технологического оборудования

Опера ция	Наименование	Поверхности	<i>IT</i>	Оборудование
005	Токарная	8, 9, 14, 16	12	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
010	Токарная	1, 2, 5, 6, 7, 18	12	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
015	Токарная	9, 10, 11, 14, 15, 16, 17	10	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
020	Токарная	1, 2, 3, 4, 5, 21	10	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
025	Протяжная	19, 20	7	Горизонтально-протяжной 7Б55У
030	Зубодолбежная	12, 13	10 ст.т	Зубодолбежный 7А412
035	Зубофасочная			Зубофасочный ВС500
040	Шевинговальная	13	7 ст.т.	Шевинговальный ВС-Е02ВФ2
045	Термическая	все		
050	Шлифовальная	1, 16	8	Плоскошлифовальный 3Д722
055	Шлифовальная	9	8	Внутришлифовальный 3К227В
060	Шлифовальная	2	8	Внутришлифовальный 3К227В
065	Шлифовальная	5	8	Круглошлифовальный 3М153
070	Шлифовальная	2	7	Внутришлифовальный 3К227В
075	Шлифовальная	5	7	Круглошлифовальный 3М153В

Таблица 2.5 - Станочные приспособления

Опера ция	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
005	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
020	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
025	Протяжная	Опора шаровая		Опора шаровая специальная
030	Зубодолбежная	Упоры	Лепестки цанги	Оправка цанговая
035	Зубофасочная	Упоры	Лепестки цанги	Оправка цанговая
040	Шевинговальная	Упоры	Лепестки цанги	Оправка цанговая
045	Термическая			
050	Шлифовальная	Плита магнитная	Плита магнитная	Плита магнитная ГОСТ 17519-81
055	Шлифовальная	Упоры	Лепестки цанги	Оправка цанговая
060	Шлифовальная	Упоры	Кулачок	Патрон мембранный специальный
065	Шлифовальная	Упоры	Кулачок	Патрон мембранный специальный
070	Шлифовальная	Упоры	Кулачок	Патрон мембранный специальный
075	Шлифовальная	Упоры	Кулачок	Патрон мембранный специальный

Таблица 2.6 - Режущий инструмент

Операция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	T5K10	Резец контурный	Резец специальный
010	Токарная	T5K10	Резец контурный	Резец ГОСТ18882-73, Резец специальный
015	Токарная	T15K6	Резец контурный	Резец специальный
020	Токарная	T15K6, T5K10	Резец контурный, Резец расточной, Резец канавочный	Резец специальный, Резец T15K6 ГОСТ18882-73 φ=91°, Резец ГОСТ18882-73
025	Протяжная	P9	Протяжка шлицевая	Протяжка шлицевая ГОСТ25969-83
030	Зубодолбежная	P6M5	Долбяк прямозубый чашечный	Долбяк прямозубый чашечный тип 3 Ø 100 ГОСТ9323-79
035	Зубофасочная	P6M5	Фреза	Фреза специальная
040	Шевинговальная	P18	Шевер дисковый	Шевер дисковый Ø180 ГОСТ5392-80
045	Термическая			
050	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 25A80K6V

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
055	Шлифовальная	Электрокору нд	Круг	Круг 11 24A90M7V
060	Шлифовальная	Электрокору нд	Круг	Круг 1 24A46K7V
065	Шлифовальная	Электрокору нд	Круг	Круг 1 24A60K7V
070	Шлифовальная	Электрокору нд	Круг	Круг 1 23A60K5V
075	Шлифовальная	Электрокору нд	Круг	Круг 1 24A80K6V
080	Моечная			
085	Контрольная			

Таблица 2.7 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	IT	Контрольные приспособления
005	Ø58, Ø122, L=100, L=48	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89
010	Ø38, Ø46, Ø32, L=50, L=66, L=100	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
015	Ø58, Ø46, L=100, L=48, L=5	10	Нутромер ГОСТ10-88
020	Ø38, Ø46, Ø38,5, L=47, L=3, L=100	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
025	Ø32, Ø36, L=6	7	Калибр
030	Ø54, Ø49	10ст.т.	Калибр
035	L=1	12	Калибр
040	Ø54	7 ст.т.	Калибр
050	L=100	8	Скоба ГОСТ11098-75
055	L=48	8	Скоба ГОСТ11098-75
060	Ø38	8	Нутромер ГОСТ10-88
065	Ø46	8	Скоба ГОСТ11098-75
070	Ø38	7	Нутромер ГОСТ10-88
075	Ø46	7	Скоба рычажная ГОСТ11098- 75

2.6 Проектирование технологических операций

Режимы резания являются одним из ключевых показателей технологического процесса. Трудоемкость изготовления детали зависит в первую очередь от них, поэтому корректное их назначение крайне важно. Основываясь на типе производства в нашем случае будем использовать справочные данные [8, 22, 23, 24] и ниже приведенную методику.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.18)$$

где C_v , K_v , m , x , y - зависят от материала заготовки и инструмента, состояния поверхностей;

T – инструментальная стойкость;

t - глубина резания;

S - подача.

Частота определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.19)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.20)$$

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.21)$$

где C_p, K_p, n, x, y - учитывают реальные условия обработки.

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.22)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_s = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.23)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.24)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.25)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.26)$$

Составляющие определяем по методике [22, 23, 24].

В таблице 2.8 представлены полученные в результате расчетов режимы резания.

Таблица 2.8 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
005	1	0,6	219	1600	96	0,1	0,76
010	1	0,6	219	1600	84	0,09	1,11
	2	0,3	223	1600	105	0,22	
015	1	0,3	230	1600	96	0,2	1,03
	2	0,15	240	2000	8	0,03	
020	1	0,3	231	1600	46	0,1	1,08
	2	0,15	239	2000	52	0,17	
	3	0,1	242	2000	2	0,01	
025	1		4,5		103	0,03	0,54
030	1	0,4	24	225	53	2,04	2,96
035	1			600		0,45	1,25
040	1	0,02		290	49	4,2	5,03
050 А	1	0,035	15		60	1,68	2,42
050 Б	1	0,035	15		40	1,73	2,48
055	1	0,0022	25	300	40	2,08	2,96
060	1	0,0075	25	200	52	1,63	2,47
065	1	0,024	30	200	45	1,85	2,74
070	1	0,0025	25	200	52	1,94	2,83
075	1	0,011	30	200	45	1,1	1,83

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

В данном случае приспособление будем проектировать на одну из самых ответственных операций с нестандартной схемой базирования по эвольвентной поверхности. Базирование детали необходимо осуществлять по зубчатому венцу, что обеспечит необходимую точность обработки (рисунок 3.1). Для реализации данной схемы базирования спроектируем мембранный патрон. Для этого воспользуемся методикой и справочными данными [25, 26, 27].

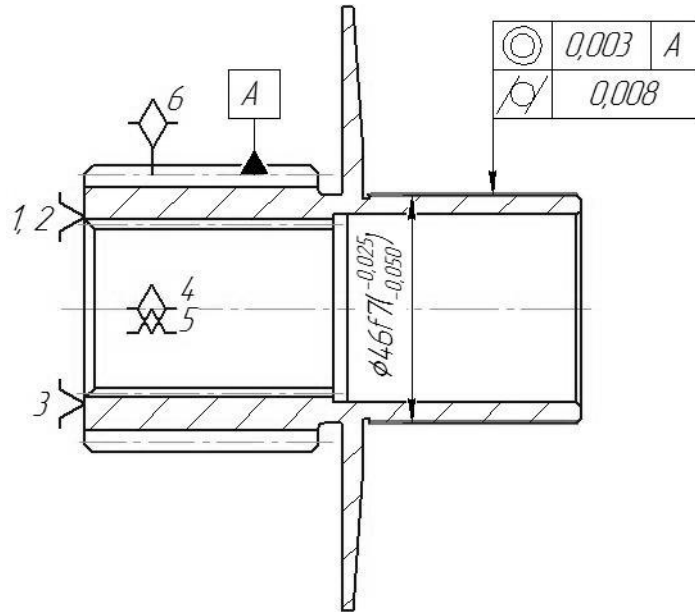


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Сначала определяем мощность при резании

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \quad (3.1)$$

где C_N , r , y , z , q - учитывают реальные условия обработки.

$$N = 0,36 \cdot 28^{0,35} \cdot 0,092^{0,4} \cdot 2,5^{0,4} \cdot 46^{0,3} = 0,6 \text{ кВт}$$

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} K_{PZ} \quad (3.2)$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) P_z \cdot K_{PY} \quad (3.3)$$

где K_p - коэффициент, который учитывает реальные условия резания.

$$P_z = \frac{0,6 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 219 \text{ Н.}$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) \cdot 219 \cdot 1,25 = 329 \text{ Н.}$$

В данном случае установочным элементом удобнее всего принять ролик.

Определяем параметры ролика:

$$d = 2 \left[r_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + r_2 \cdot \sin \alpha_2 \right] \quad (3.4)$$

где r_0, r_2 – параметры зубчатого колеса.

$$r_0 = r_d \cdot \cos \alpha_1 \quad (3.5)$$

где r_d – делительная окружность.

$$r_0 = 54 \cdot \cos 20 = 50,743 \text{ мм.}$$

Расстояние от центра патрона до точки контакта:

$$r_2 = r_0 - 0,3 \cdot m \quad (3.6)$$

$$r_2 = 50,743 - 0,3 \cdot 4 = 48,543 \text{ мм.}$$

Угол α_2 равен:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_0}{r_2} \quad (3.7)$$

$$\cos\alpha_2 = \frac{50,743}{58,18} = 0,872; \quad \alpha_2 = 30^{\circ}12'45''$$

Угол γ равен:

$$\gamma = \frac{\pi}{z} - \left(\frac{s}{2r_0} + \theta_1 \right) + \theta_2 \quad (3.8)$$

$$\theta_1 = \operatorname{tg}\alpha_1 - \alpha_1 \quad (3.9)$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg}\alpha_2 - \alpha_2 \quad (3.10)$$

Получаем:

$$\theta_1 = \operatorname{tg}0,349 - 0,349 = 0,0149$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg}0,475 - 0,475 = 0,039196$$

$$\gamma = \frac{\pi}{27} - \left(\frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 \right) + 0,039196 = 0,09259$$

$$\gamma = 5^{\circ}11'56'' = 15,98 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр ролика равным 16 мм.

Расстояние от оси патрона до оси ролика:

$$L^{\perp} = \frac{r_0}{\cos\alpha_3} \quad (3.11)$$

Координата места контакта ролика и зуба:

$$r_2^{\perp} = \sqrt{\left(L^{\perp} \cdot \sin\alpha_3 - \frac{d^{\perp}}{2} \right)^2 + r_0^2} \quad (3.12)$$

Угол α_3 равен:

$$\alpha_3 = \frac{s}{2 \cdot r_0} + \theta_1 + \frac{d^1}{2 \cdot r_0} - \frac{\pi}{z} \quad (3.13)$$

$$\alpha_3 = \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 + \frac{16}{2 \cdot 50,743} - \frac{\pi}{27} = 0,069987$$

Получим:

$$L^1 = \frac{50,743}{\cos 32^\circ 31'} = 60,052$$

$$r_2^1 = \sqrt{\left(60,052 \cdot \sin 32^\circ 31' - \frac{16}{2}\right)^2 + 50,743^2} = 56,17 \text{ мм.}$$

Радиус выступов зубьев колеса больше чем r_2^1 , значит, контакт по кромке отсутствует.

Определяем максимальный зазор для данного случая

$$S_{\max} = 0,025 + 0,011 = 0,036 \text{ мм.}$$

Радиальная сила для одного кулачка равна:

$$Q = \frac{k \cdot M_p}{n \cdot f \cdot b} \quad (3.14)$$

$$Q = \frac{1,5 \cdot 6355}{3 \cdot 0,15 \cdot 3,6} = 5884 \text{ Н.}$$

Момент на изгиб:

$$M_{\text{изг}} = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b} \quad (3.15)$$

где l – определяется предварительным прочерчиванием.

$$M_{\text{изг}} = \frac{5884 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

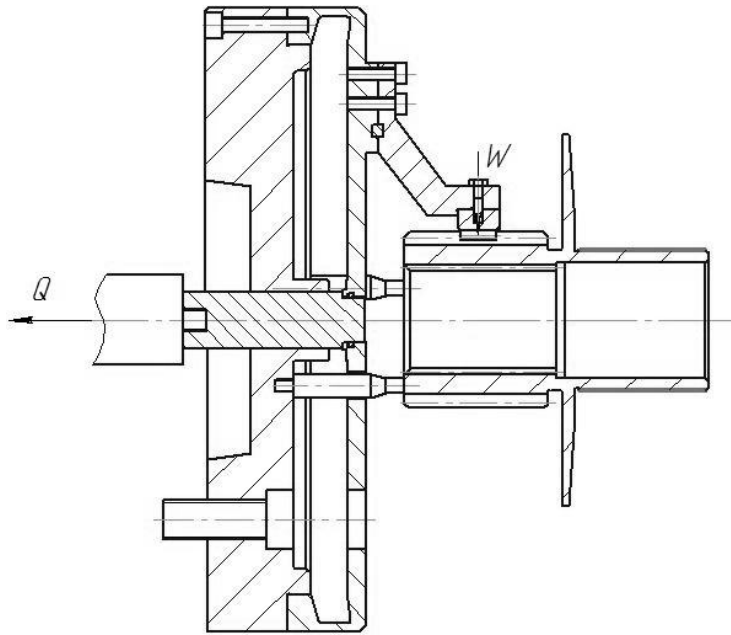


Рисунок 3.2 - Схема закрепления

Жесткость мембраны:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 \cdot (-\mu^2)} \quad (3.16)$$

где h – толщина стенки.

$$D = \frac{2.1 \cdot 10^5 \cdot 0.7}{12 \cdot (-0.3^2)} = 13462 \text{ Нсм.}$$

Угол на разжим:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (+\mu)} \quad (3.17)$$

где b – половина размера опорной поверхности.

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (+0,3)} = 0,0186.$$

Максимальный угол разжима кулачков:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l} \quad (3.18)$$

где δ – отклонение размера;

φ – угол на разжим;

Δ – необходимый минимальный зазор в роликах.

$$\varphi' = 0,0186 + \frac{0,025}{2 \cdot 5} + \frac{0,35}{2 \cdot 5} = 0,0561$$

Сила, возникающая на штоке:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}} \quad (3.19)$$

где a – половина диаметрального размера мембраны.

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 13462 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 8506 \text{ Н}$$

Напряжения, возникающие в мембране:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (\mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right) \quad (3.20)$$

Тогда:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 8506 \cdot 0,3}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left(\ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 10778 \text{ МПа.}$$

Диаметр поршня привода создающего исходное усилие:

$$D_{\text{пор}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.21)$$

где P – давление рабочей среды.

$$D_{\text{пор}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5884}{1}} = 88 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр гидроцилиндра равным 90 мм.

Определим точность установки в проектируемом приспособлении:

$$\varepsilon_{\text{ПП}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} + \varepsilon_{\text{н.з.}} \quad (3.22)$$

где ε_6 - погрешность, возникающая при базировании;

ε_3 – погрешность, возникающая под воздействием усилия закрепления.

$$\varepsilon_{\text{нз}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{pn}}^2} \quad (3.23)$$

где $\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность, возникающая от неперпендикулярности шпинделя;

ε_{pn} – погрешность, возникающая от биения установочного элемента.

Получаем:

$$\varepsilon_{\text{нз}} = \sqrt{0^2 + 0,003^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\text{ПП}} = \sqrt{0^2 + 0^2} + 0,003 = 0,003 \text{ мм.}$$

Спроектированное приспособление отвечает всем предъявляемым к нему требованиям.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Стандартные резцы имеют ряд недостатков. Во-первых, затрачивается значительное время на смену режущих пластин, также не всегда стандартные крепления обеспечивают необходимую надежность закрепления режущей пластины, Во-вторых, стандартные резцы в ряде случаев не обеспечивают удовлетворительное стружкообразование. Спроектируем расточной резец, лишенный данных недостатков. Для решения данной задачи будем использовать методику [28].

Наиболее эффективны в данном случае резцы с твердосплавными пластинами. В нашем случае для эффективного использования технологического оборудования токарного станка с ЧПУ модели SAMAT 135 NC будем использовать трехгранную пластину из твердого сплава Т5К10.

Для обеспечения необходимых параметров обработки, необходимо обеспечение главного угла в плане $\varphi = 93^\circ$.

Рассчитываем площадь сечения стружки:

$$F = t \cdot S \quad (3.24)$$

Получаем $F = t \cdot S = 0,53 \cdot 0,3 = 0,16 \text{ мм}^2$.

Зная площадь сечения срезаемого слоя, принимаем параметры резца согласно рекомендаций [28] и указываем их на рабочем чертеже резца.

Для крепления режущей пластины к корпусу используем систему с штифтом. Необходимо определить минимально допустимый диаметр данного штифта.

Расчет производим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}}, \quad (3.25)$$

Величину Q_1 определяем из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1, \quad (3.26)$$

Откуда,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.27)$$

$$Q_1 = \frac{460}{0,7} = 657 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_{\dot{a}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 657}{3,14 \cdot 510}} = 1,28 \text{ мм.}$$

Диаметр штифта принимаем с запасом равным 3 мм, т.к. данный расчет может не учитывать ряд фактических условий обработки, таких как разнотвердость заготовки, состояние поверхности и т.д.

Спроектированный резец включает в себя державку 1, в которой установлен винт 7, фиксирующий прихват 6, который прижимает режущую пластину 2 к оси 5.

Для решения проблемы связанной с неудовлетворительным стружкообразованием на режущей пластине выполним уступ, который позволит получить большую деформацию стружки, в результате чего она будет ломаться. Конструктивные параметры данного уступа взяты по данным [23] и представлены на рабочем чертеже резца.

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 SAMAT 135 NC с системой программного управления	25ХГЛ, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut
2	Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Внутришлифовальный станок 3K227B	25ХГЛ, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

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 SAMAT 135 NC с системой программного управления
Шлифовальная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Внутришлифовальный станок 3K227B

Продолжение таблицы 4.2

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

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	Участок механической обработки	Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления Внутришлифовальный станок 3K227B	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	Установки	Средства	Оборудование	СИЗ для 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 высокодавления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – 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
Точение	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Шлифование	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о 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	Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления Внутришлифов альный станок	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	3К227В			отходов должен производиться своевременно

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

1	2
Название технического объекта	Точение, Сверление
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 снижения	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В результате выполнения раздела был разработан комплекс 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 «дисковая полумуфта sit». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «025 – Токарная» и «075 – Шлифовальная», представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 025 – Токарная	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16K20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный, ВК8.</p> <p>$T_O = 0,49 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,31 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ SAMAT 135NC.</p> <p><u>Оснастка</u> – 3-хкулачковый патрон ГОСТ 2675-80.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный специальный, Т5К10.</p> <p>$T_O = 0,28 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,08 \text{ мин}$</p>
Операция 075 – Шлифовальная	
<p><u>Оборудование</u> – круглошлифовальный станок, модель 3М153В.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон мембранный с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный ПП 150×10×60 24А25СМ17К.</p> <p>$T_O = 1,1 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,28 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – круглошлифовальный станок, модель 3М153В.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон мембранный механизированный.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный ПП 150×10×60 24А25СМ17К.</p> <p>$T_O = 1,1 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,83 \text{ мин}$</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 [29], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения «операции 025 – Токарная» и «операции 075 – Шлифовальная». По исходному варианту технологического процесса она составляет 15,7 руб., а по проектируемому – 12,97 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.

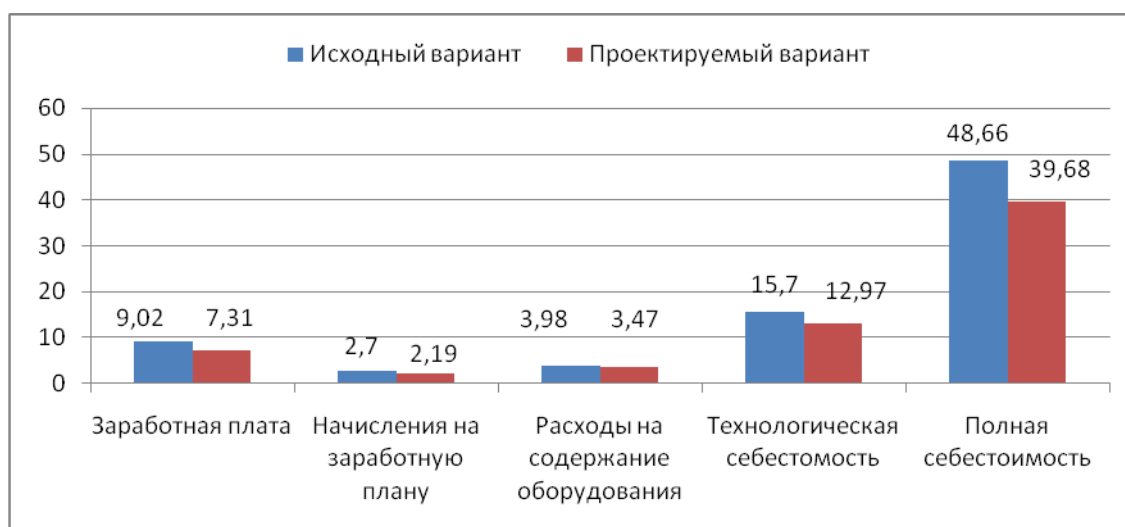


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 [29], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 108095,12 руб. и учитывает изменяющиеся позиции при выполнении анализируемых операций «025 – Токарная» и «075 – Шлифовальная».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [29], 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	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	43104
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск.}} \text{ руб.}$	123105,02
4	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД, руб.}$	15009,91
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,14

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 – 15009,91 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 4 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,14 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 025 и 075 технологического процесса изготовления детали «дисковая полумуфта sit».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение данной работы позволило разработать технологический процесс изготовления полумуфты, который отвечает всем требованиям предъявляемым к нему, а именно, обеспечивает выпуск годовой программы в заданное время, обеспечивает необходимое качество и минимум затрат на изготовление.

Данных результатов удалось достигнуть благодаря грамотному проектированию заготовки, проведению соответствующих технологических расчетов и разработке маршрутно-операционной технологии изготовления полумуфты с использованием современных тенденций. Кроме того, с целью модернизации токарных операций был спроектирован резец со специальными канавками для дробления стружки. Также для шлифовальной операции было спроектировано приспособление – мембранный патрон. Соответствующие экономические расчеты подтвердили эффективность данного техпроцесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
2. Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
4. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
5. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
6. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
7. 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.
8. 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.
9. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

10. 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.

11. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.

12. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

13. 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.

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

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

18. 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.

19. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

20. 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, [1] с.

21. 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.

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

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

24. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

25. Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

26. 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.

27. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

28. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс]

: учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

29.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

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.063.008.000										
						Лит.	Лист	Листов								
Изм. № подл.	Разраб.	Егорев				Приспособление станочное										
	Проб.	Левашкин							Лит.	Лист	Листов					
Изм. № подл.	Н.контр.	Виткалов				ТГУ, ТМбз-1232										
	Утв.	Логинов														
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Стандартные изделия										
			13			Пробка М8 ГОСТ 12202-66	2									
			14			Пробка М10 ГОСТ 12202-66	1									
			15			Кольцо стопорное	1									
			16			ГОСТ 9060-69	1									
			17			Уплотнение	2									
						ГОСТ 8752-79										
Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание									
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание									

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>кол</i>	<i>Примечание</i>
		18		<i>Винт М8х32</i>	5	
				<i>ГОСТ 1491-80</i>		
		19		<i>Подшипник 904</i>	2	
				<i>ГОСТ 8338-85</i>		
		20		<i>Уплотнение</i>	2	
				<i>ГОСТ 8752-79</i>		
		21		<i>Демпфер</i>	2	
				<i>ГОСТ 8754-79</i>		
		22		<i>Винт М12х35</i>	3	
				<i>ГОСТ 1491-80</i>		
		23		<i>Прокладка</i>	1	
				<i>ГОСТ 8756-79</i>		
		24		<i>Гайка М20</i>	2	
				<i>ГОСТ 11878-87</i>		
		25		<i>Шайба</i>	1	
				<i>ГОСТ 11872-79</i>		
		26		<i>Винт М8х25</i>	8	
				<i>ГОСТ 14475-80</i>		
		27		<i>Винт М3х12</i>	3	
				<i>ГОСТ 14475-80</i>		
		28		<i>Шпонка ГОСТ23360-78</i>	3	
		29		<i>Винт М4х15</i>	6	
				<i>ГОСТ 14475-80</i>		

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

17.07.ТМ.063.008.000

Изм.	Лист	№ доким.	Подп.	Дата

Лист
2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

		Код наименования операции					Обозначение документа									
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМО	ЕН	ОП	Клп	Тлоз	Тшт
Б	Код наименования операции															
0 19	392190 Резец расточной ГОСТ 18882-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Диаметр НМ-50 ГОСТ10-88															
Т20	Диаметр НМ-50 ГОСТ10-88															
21																
А22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б23	381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1															
024	Точить поверхность 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17 в размер $\phi 46^{+0,12}$, $\phi 58^{+0,12}$, $1015^{+0,14}$, $496^{+0,14}$, $5^{+0,16}$, 16×45 , 2×45 .															
Т25	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец концевой специальный Т15К6;															
Т 26	393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.															
27																
А 28	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 29	381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1															
0 30	Точить поверхность 1, 2, 3, 4, 5, 21 в размер $\phi 46,62^{+0,1}$, $\phi 36,71^{+0,1}$, $\phi 38,5^{+0,14}$, $100,8^{+0,14}$, $50,4^{+0,12}$, $3^{+0,04}$.															
0 31	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец концевой специальный Т15К6;															
Т 32	392190 Резец расточной ГОСТ 18882-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18882-73 Т5К10;															
Т 33	393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Диаметр НМ-50 ГОСТ10-88															
34																
А 35	XX XX XX 025 4180 Протяжная															
Б 36	381756 Протяжная 7555У 3 16458 422 1P 1 1 1 1200 1															
0 37	Протянуть поверхность 19, 20 в размер $\phi 36^{+0,025}$, $6^{+0,06}$, $6^{+0,07}$.															
Т 38	396190 Опора шаровая; 392335 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9; 393110 Калибр.															
39																
А 40	XX XX XX 030 4152 Зубодолбежная															
Б 41	381517 Зубодолбежный 7А412 3 12287 422 1P 1 1 1 1200 1															
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

