

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 соединительной полумуфты
редуктора NMRV

Студент(ка)	<u>Е.А. Гриднев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</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 соединительной полумуфты редуктора NMRV. Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ Тольятти, 2017 г.

Данная квалификационная работа рассматривает технологический процесс изготовления соединительной полумуфты редуктора NMRV в форме маршрутно-операционной технологии. С этой целью производится ряд мероприятий технологической направленности такие как, выбор оптимального метода и проектирование заготовки, проектировании технологии изготовления и технологических операций. Наиболее ответственные операции усовершенствованы путем проектирования для них режущего инструмента и станочного приспособления. Проведен анализ безопасности технологического процесса. Рассчитана его экономическая эффективность.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.	7
1.2 Анализ технологичности детали	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.	8
1.4 Задачи работы.	9
2 Технологическая часть работы	10
2.1 Выбор типа и характеристик производства.	10
2.2 Выбор метода получения заготовки	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	12
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.	14
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.	17
2.6 Выбор средств технологического оснащения.	18
2.7 Проектирование технологических операций	24
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.	28
3.1 Проектирование приспособления	28
3.2 Проектирование режущего инструмента	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.	33
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список использованных источников	48
Приложения	51

ВВЕДЕНИЕ

Муфты получили широкое распространение в различных отраслях промышленности для соединения валов различных механизмов. Это объясняется простотой конструкции, надежностью и простотой обслуживания. Однако, это накладывает особо жесткие условия на технические характеристики и требования по надежности и долговечности на муфты. Поэтому к узлам и деталям, входящим в их конструкцию, также предъявляются повышенные требования.

Проектируемая технология изготовления полумуфты является основой обеспечения ее качества и обеспечения эксплуатационных показателей. В связи с этим основной целью данной работы является проектирование такого техпроцесса изготовления полумуфты редуктора NMRV, который обеспечит нам минимальные экономические затраты при обеспечении годовой производственной программы в размере 4000 деталей и заданного качества изготовления.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Полумуфта служит для соединения входного и выходного валов двух соединяемых механизмов и передачи крутящего момента между ними.

Полумуфта устанавливается на выходном валу по наружной поверхности. В процессе работы крутящий момент передается от выходного вала, который входит в зацепление с внутренним зубчатым венцом, входному валу, на котором установлена ответная полумуфта, через штифты входящие в соответствующие отверстия.

Нагрузки, возникающие при эксплуатации, могут быть значительными по величине, переменными по направлению, возможны ударные нагрузки.

Рабочая среда является умеренно агрессивной, т.к. муфта работает в закрытом производственном помещении, но в непосредственном контакте с окружающей средой, что может привести к попаданию на нее различных технологических жидкостей, а также стружки и грязи.

1.2 Анализ технологичности детали

Разработку данного раздела проводим по рекомендациям [1, 2].

Проанализируем материал детали. В соответствии с данными [3] сталь 45Л ГОСТ 977-88 имеет следующий состав: С 0,42-0,5%, Cr 0,4%, Mn 0,45-0,9%, Si 0,2-0,52%, Ni 0,45%, S 0,04%, P 0,025%, Cu 0,3%. Буква Л в конце маркировки указывает на то, что сталь является литейной. Основные механические свойства: $\sigma_B = 470$ МПа, $\sigma_{02} = 360$ МПа, $HB = 174-230$ единиц. Исходя из приведенных характеристик, согласно данным [4] в нашем случае заготовку лучше всего получать методами литья.

Рассматриваемая деталь имеет ступенчатую конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Форма детали относительно несложная, типичная для деталей данной группы, поэтому механическая обработка типовая. Исходя из этого, деталь можно обрабатывать непосредственно по типовому технологическому процессу.

Точность и шероховатость 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. Увеличение шероховатости и уменьшение точности рабочих поверхностей приведет к их интенсивному изнашиванию, а также к потерям энергии при работе.

1.3 Систематизация поверхностей детали

При механической обработке особое внимание уделяется самым ответственным поверхностям, к которым относят базы детали и исполнительные поверхности. С целью их определения необходимо систематизировать их по назначению согласно рекомендаций [1]. Для этого нумеруем все поверхности на соответствующем эскизе, который представлен на рисунке 1.1.

В данном случае к основным конструкторским базам относятся - 5, 22; к исполнительным поверхностям - 9, 31; к вспомогательным конструкторским базам - 1, 9, 20, 27; неуказанные поверхности являются свободными.

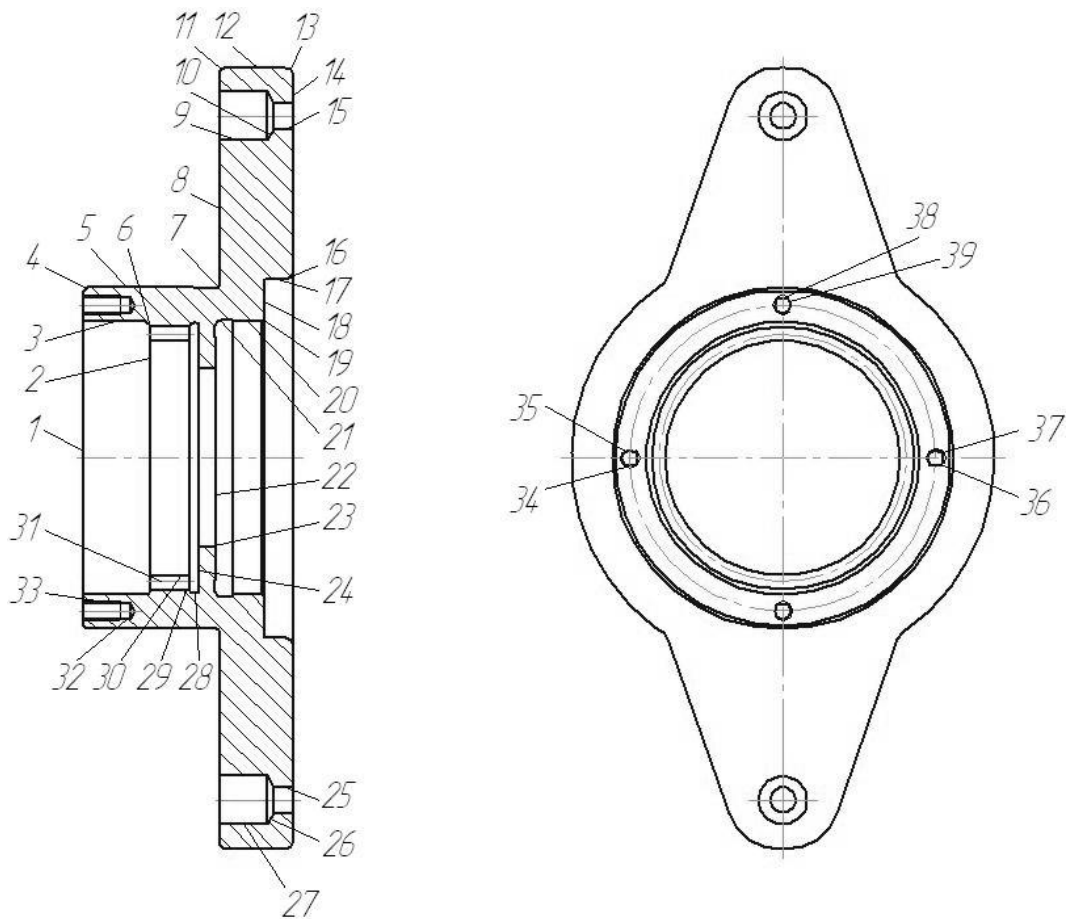


Рисунок 1.1 - Номера поверхностей

1.4 Задачи работы

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

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

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа и характеристик производства

Выбор методов разработки техпроцесса, используемой оснастки, и другие аспекты стратегии связанные со стратегией разработки техпроцесса зависят, прежде всего, от типа производства. Поэтому данный этап является ключевым. С этой целью можно воспользоваться данными [5]. В данном случае годовая программа выпуска составляет 4000 штук в год, а масса детали 3,21 кг, что соответствует среднесерийному производству.

Зная тип производства, для дальнейшего проектирования, следует учесть основные его характеристики [6]: форма организации производства непоточная; формирование техпроцесса на базе типового; маршрутная или маршрутно-операционная форма оформления техпроцесса; проектирование технологических операций на основе нормативных данных и эмпирических расчетов; использование универсальных и типовых средств оснастки.

2.2 Выбор метода получения заготовки

В данном случае один из вариантов получение заготовки литьем в землю, а другой вариант получения заготовки лить в кокиль [4].

Выбор окончательного варианта получения заготовки произведем на основе экономического анализа [1, 7].

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

где C_T - технологическая себестоимость;

$C_{ЗАГ}$ - стоимость кг заготовок;

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

$C_{ОТХ}$ - цена отходов.

Масса детали:

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

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,105^2 \cdot 0,064 - 0,084^2 \cdot 0,021 - 0,072^2 \cdot 0,015 - 0,055^2 \cdot 0,005 + 0,084^2 \cdot 0,015 - 0,11^2 \cdot 0,08) + (0,065 + 0,026) \cdot 0,055 \cdot 0,022\right) \cdot 0,78 = 3,21 \text{ кг.}$$

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.

$$Q_1 = 3,21 \cdot 1,6 = 5,14 \text{ кг – для литья в землю.}$$

$$Q_2 = 3,21 \cdot 1,5 = 4,82 \text{ кг – для литья в кокиль.}$$

Стоимость механической обработки:

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

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

Цена одной заготовки может быть определена [7]:

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

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

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

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

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

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 5,14 + 4,6 \cdot \left(5,14 - 3,21\right) \cdot 1,4 = 169,99 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 4,82 + 4,6 \cdot \left(4,82 - 3,21\right) \cdot 1,4 = 156,8 \text{ руб.}$$

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

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

$$\mathcal{E} = (69,99 - 156,8) \cdot 4000 = 52760 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методика выбора методов обработки поверхностей в условиях среднесерийного производства основывается на применении типовых маршрутов обработки и более подробно описана в литературе [8, 9]. Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Принятые в таблице сокращения: П – плоскость; ПВ – плоскость внутренняя; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр внутренний; К – конус; КВ – конус внутренний; Р – резьба; Э – эвольвента; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Тт – тонкое точение; Ш – черновое шлифование; Шч – чистовое шлифование; С – сверление; З – зенкерование; Р – развертывание; РН – резьбонарезание; ТО – термическая обработка.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2	3	4	5
1	12,5	12	П	Т-ТО
2	12,5	12	ПВ	Т-ТО
3	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
4	12,5	12	К	Тч-ТО
5	0,8	7	Ц	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
6	12,5	12	ЦВ	Т-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
7	12,5	12	Ц	Тч-ТО
9	0,8	7	ЦВ	С-3-Р-ТО
10	12,5	12	КВ	С-ТО
11	Rz200		П	Л-ТО
12	Rz200		Ц	Л-ТО
13	Rz200		П	Л-ТО
14	3,2	12	П	Т-Тч-ТО-Ш
15	12,5	12	ЦВ	С-ТО
16	12,5	12	Ц	Т-ТО
17	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
18	12,5	12	ПВ	Т-ТО
19	12,5	10	КВ	Тч-ТО
20	0,32	9	ЦВ	Т-Тч-ТО-Ш- Шч-Х
21	12,5	12	ЦВ	Тч-ТО
22	1,6	12	ПВ	Т-Тч-ТО-Ш- Шч
23	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
24	12,5	12	ПВ	Т-ТО
25	12,5	12	ЦВ	С-ТО
26	12,5	12	КВ	С-ТО
27	0,8	7	ЦВ	С-3-Р-ТО
28	12,5	12	Ц	Тч-ТО
29	12,5	12	ЦВ	ЗД-ТО
30	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
31	12,5	8 ст.т.	Э	ЗД-ЗДч-ТО
32	12,5	12	ЦВ	С-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
33	6,3	10	P	PH-TO
34	6,3	10	P	PH-TO
35	12,5	12	ЦВ	С-ТО
36	12,5	12	ЦВ	С-ТО
37	6,3	10	P	PH-TO
38	6,3	10	P	PH-TO
39	12,5	12	ЦВ	С-ТО

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 150f7_{(-0,036}^{-0,071})}$ ведем по методике [10].

Минимальный припуск определяется:

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,275^2 + 0,025^2} = 0,577$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0,025^2} = 0,291$$

$$Z_{3\min} = a_{\delta i} + \sqrt{\Delta_{\delta i}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,045^2 + 0,012^2} = 0,296$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,014^2 + 0,012^2} = 0,168$$

Максимальный припуск определяется:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \left(\overset{\sim}{\Delta} d_{i-1} + T d_i \right) \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned}
Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,577 + 0,5 \cdot (1 + 0,35) = 1,302 \\
Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,291 + 0,5 \cdot (0,35 + 0,14) = 0,711 \\
Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_{\delta i} + Td_3) = 0,296 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,054) = 0,413 \\
Z_{4\max} &= Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,168 + 0,5 \cdot (0,054 + 0,035) = 0,213
\end{aligned}$$

Средний припуск определяется:

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

$$\begin{aligned}
Z_{\bar{\delta}1} &= (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (0,577 + 1,302) / 2 = 0,94 \\
Z_{\bar{\delta}2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,291 + 0,711) / 2 = 0,501 \\
Z_{\bar{\delta}3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,296 + 0,413) / 2 = 0,355 \\
Z_{\bar{\delta}4} &= (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,168 + 0,213) / 2 = 0,190
\end{aligned}$$

Размеры по переходам:

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

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.11)$$

Для термической обработки размер равен:

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

$$\begin{aligned}
d_{4\max} &= 104,964 \\
d_{4\min} &= 104,929 \\
d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 104,929 + 2 \cdot 0,168 = 105,265 \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 105,265 + 0,054 = 105,433 \\
d_{\delta i \min} &= d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 105,265 + 2 \cdot 0,296 = 105,857 \\
d_{\delta i \max} &= d_{\delta i \min} + Td_{\delta i} = 105,857 + 0,180 = 106,037 \\
d_{2\min} &= d_{\delta i \min} \cdot 0,999 = 105,857 \cdot 0,999 = 105,751 \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 105,751 + 0,14 = 105,891 \\
d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 105,751 + 2 \cdot 0,291 = 106,333 \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 106,333 + 0,350 = 106,683 \\
d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 106,333 + 2 \cdot 0,577 = 107,487 \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 107,487 + 1,1 = 108,587
\end{aligned}$$

Средние значения по переходам::

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

$$\begin{aligned}
d_{cp0} &= \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = \sqrt{107,487 + 108,587} = 108,037 \\
d_{cp1} &= \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = \sqrt{106,333 + 106,683} = 106,508 \\
d_{cp2} &= \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = \sqrt{105,751 + 105,891} = 105,821 \\
d_{cpTO} &= \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = \sqrt{105,857 + 106,037} = 105,947 \\
d_{cp3} &= \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = \sqrt{105,265 + 105,433} = 105,349 \\
d_{cp4} &= \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = \sqrt{104,929 + 104,964} = 104,947
\end{aligned}$$

Общие значения припусков:

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.15)$$

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

$$2Z_{\min} = 107,487 - 104,964 = 2,523$$

$$2Z_{\max} = 2,523 + 1,1 + 0,035 = 3,658$$

$$2Z_{\text{нб}} = 0,5 \cdot (2,523 + 3,658) = 3,091$$

Остальные припуски на обработку определяем по нормативам [11, 12].

Для удобства дальнейшего использования расчетов результаты сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№	№ перехода	Z_{\min}	Z_{\max}
9, 27	1	0,5	0,625
	2	0,1	0,14
14	1	2,2	2,9
	2	1,0	1,21
	3	0,5	0,583
20	1	0,9	1,625
	2	0,7	0,945
	3	0,5	0,597
	4	0,3	0,354
	5	0,06	0,114
22	1	1,8	2,375
	2	0,8	0,975
	3	0,4	0,47
	4	0,1	0,139
31	1	0,5	0,72

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Маршрут разрабатывается на основе типового маршрута согласно рекомендациям [9, 13]. Маршрут обработки указан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Маршрут изготовления детали

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 23
2	010	1, 2, 3, 5, 6, 8, 11
3	015	14, 19, 20, 21, 22
4	020	1, 4, 5, 7, 24, 28
5	025	29, 31
6	030	9, 10, 15, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
7	035	все
8	040	1, 14
9	045	20, 22
10	050	5
11	055	20, 22
12	060	5
13	065	20
14	070	все
15	075	все

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Выполнение данного этапа заключается в выборе таких технологического оборудования, станочных приспособлений, режущих инструментов и средств контроля, которые обеспечат минимальную себестоимость изготовления детали и при этом обеспечат заданное качество изготовления детали. Для обеспечения всех перечисленных требований воспользуемся рекомендациями и данными [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Результаты выбора средств технологического оснащения представлены в таблицах 2.4-2.7.

Таблица 2.4 - Технологическое оборудование

Операция	Наименование	Поверхности	<i>IT</i>	Оборудование
005	Токарная	13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 23	12	Токарный 16К20Ф3
010	Токарная	1, 2, 3, 5, 6, 8, 11	12	Токарный 16К20Ф3
015	Токарная	14, 19, 20, 21, 22	10	Токарный 16К20Ф3
020	Токарная	1, 4, 5, 7, 24, 28	10	Токарный 16К20Ф3
025	Долбежная	29, 31	7 ст.т.	Долбежный 7Д430
030	Сверлильная	9, 10, 15, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39	7	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2
035	Термическая			
040	Плоскошлифовальная	1, 14	8	Плоскошлифовальный 3Е711В1
045	Внутришлифовальная	20, 22	9	Внутришлифовальный 3К227В
050	Круглошлифовальная	5	8	Круглошлифовальный 3М174Е
055	Внутришлифовальная	20, 22	9	Внутришлифовальный 3К227В
060	Круглошлифовальная	5	7	Круглошлифовальный 3М174Е
065	Хонинговальная	20	9	Хонинговальный 3К833

Таблица 2.5 - Станочные приспособления

Опера ция	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
005	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
020	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
025	Долбежная	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая
030	Сверлильная	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая
035	Термическая			
040	Плоскошлифовальная	Плита магнитная	Плита магнитная	Плита магнитная ГОСТ 17519-81
045	Внутришлифовальная	Упор	Кулачки	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
050	Круглошлифовальная	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая
055	Внутришлифовальная	Упор	Кулачки	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
060	Круглошлифовальная	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая
065	Хонинговальная	Упор	Кулачки	Патрон мембранный ГОСТ16157-70

Таблица 2.6 - Режущий инструмент

Опера ция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	T5K10	Резец контурный, резец расточной	Резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73
010	Токарная	T5K10	Резец контурный, резец расточной	Резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73
015	Токарная	T15K6	Резец контурный, резец расточной, резец канавочный	Резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73
020	Токарная	T15K6	Резец контурный, резец расточной, резец канавочный	Резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73
025	Долбежная	P6M5	Долбяк	Долбяк хвостовой ГОСТ 9323-78 P6M5
030	Сверлильная	P6M5K5, P6M5	Сверло спиральное	Сверло спиральное специальное Ø5,8 P6M5K5, сверло, ступенчатое специальное P6M5, метчик М6 ГОСТ326-81 P6M5, зенкер Ø 15 ГОСТ12489-71 P6M5, развертка

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
				Ø15 ГОСТ1672-80 P6M5
035	Термическая			
040	Плоскошлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 25A80K6V
045	Внутришлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 6 25A80K6V, круг 1 24A60K7V
050	Круглошлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 25A80K6V
055	Внутришлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 6 24A80M7V, круг 1 24A90M7V
060	Круглошлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 23A80N7V8
065	Хонинговальная		Хон	Хон 63C5C2K

Таблица 2.7 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	IT	Контрольные приспособления
005	Ø55, Ø84, Ø110, L=41, L=56, L=64	12	Штангенциркуль ГОСТ160-80
010	Ø72, Ø84, Ø105, L=22, L=28, L=43, L=64	12	Штангенциркуль ГОСТ160-80, Нутромер ГОСТ160-80
015	Ø55, L=56, L=64	10	Штангенциркуль ГОСТ160-80, Нутромер ГОСТ160-80
020	Ø85, Ø105, L=28, L=64	10	Штангенциркуль ГОСТ160-80, Нутромер ГОСТ160-80
025	Ø76	7 ст.т	Калибр
030	Ø15, Ø8, M6, L=6	7	Калибры
040	L=64	8	Скоба рычажная ГОСТ160-80
045	Ø55, L=51	9	Нутромер ГОСТ160-80
050	Ø105	8	Скоба рычажная ГОСТ160-80
055	Ø55, L=51	9	Нутромер ГОСТ160-80
060	Ø105	7	Скоба рычажная ГОСТ160-80
065	Ø55	9	Нутромер ГОСТ160-80

2.7 Проектирование технологических операций

Корректное выполнение данного раздела позволит обеспечить оптимальные условия эксплуатации оборудования и средств оснащения.

Данный раздел выполняем согласно рекомендаций [10, 21, 22, 23] и приведенной ниже методике.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.17)$$

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:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.18)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

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

Сила:

$$P_Z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.20)$$

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.21)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_s = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.22)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.23)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{под}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.24)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3} \quad (2.25)$$

где $T_{\text{шт}}$, $T_{\text{п-з}}$, n_3 - принимаются согласно рекомендаций.

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	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
005	1	0,6	241	320	67	0,35	1,45
	2	0,3	218	630	52	0,28	
010	1	0,6	241	320	112	0,58	1,72
	2	0,3	215	630	57	0,3	
015	1	0,3	241	320	67	0,7	1,75
	2	0,15	330	1250	32	0,17	
	3	0,1	85	320	1,5	0,05	
020	1	0,3	213	630	55	0,29	1,34
	2	0,1	84	320	8	0,25	
025	1	0,4	24	225	17	0,89	1,72
030	1	0,12	15	800	64	0,68	3,34
	2	0,15	21	630	52	0,56	
	3	1,5	5	250	52	0,16	
	4	0,25	17	360	32	0,36	
	5	0,3	12	250	32	0,43	
040 А	1	0,035	15		242	3,29	4,09
040 Б	1	0,035	15		107	1,08	1,88
045	1	0,011	30	250	16	1,12	2,42
	2	0,022	30	250	10	0,48	
050	1	0,015	35	320	43	1,72	2,52
055	1	0,005	35	250	16	1,94	3,36
	2	0,011	35	250	10	0,59	
060	1	0,007	40	320	43	2,36	3,2
065	1		40		16	0,8	1,4

Основываясь на полученных данных разрабатываем технологическую документацию (приложения Б, В)

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Одной из самых нагруженных операций технологического процесса является 030 операция. Поэтому для сокращения времени на установку заготовки на данной операции произведем проектирование приспособления. На данной операции выполняется сверление, зенкерование, развертывание отверстий $\varnothing 15^{+0,018}$, $\varnothing 8^{+0,058}$, нарезание резьбы М6. Применение стандартных приспособлений не позволяет реализовать теоретическую схему базирования или существенно усложняет процесс закрепления и увеличивает время на снятие и установку детали. В связи с этим спроектируем специализированное станочное приспособление для данной операции [24].

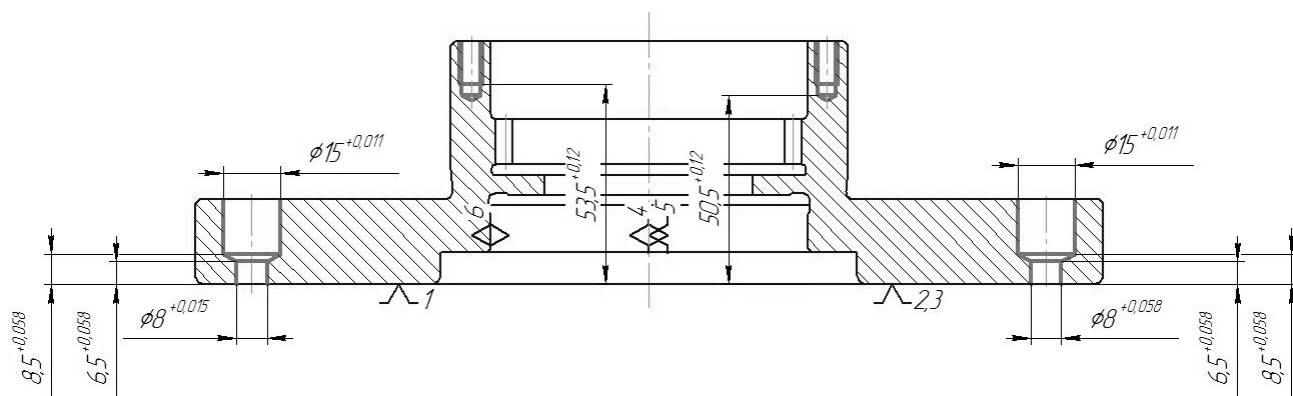


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Режущий инструмент – долбяк прямозубый чашечный тип 3 $\varnothing 100$ ГОСТ9323-79 Р6М5.

Металлорежущий станок: долбежный 7А412.

Так как очевидно, что наиболее сложным будет 2 переход – сверление ступенчатого отверстия расчет будем производить на него.

При сверлении на заготовку действуют осевая сила и крутящий момент.

Крутящий момент рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, \quad (3.1)$$

где K_p - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,345 \cdot 15^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,94 = 160 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 C_p t^x s^y K_p \cdot \quad (3.2)$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 15^0 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,94 = 170 \text{ Н}.$$

Суммарная осевая сила P_o стремится сместить заготовку от упора, ей противодействует сила трения, а суммарный крутящий момент, стремится повернуть заготовку в установочных элементах.

На заготовку действует крутящий момент:

$$M_p = M_{кр} = 160 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

а также момент сил зажима, препятствующий повороту заготовки:

$$M_z = 2W' \cdot f \cdot d_z \cdot \quad (3.3)$$

где W - суммарное зажима, Н.

f - коэффициент трения на рабочей поверхности цанги.

d_z - диаметр закрепления.

Из равенства моментов следует, что необходимая сила зажима:

$$W' = \frac{M_p \cdot k}{2fd_z}, \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса.

Получим:

$$W' = \frac{160 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16 \cdot 84} = 15 \text{ Н}.$$

Осевая сила $P_o = 170 \text{ Н}$.

Ей противодействует сила трения:

$$F_{TP} = 8W'' \cdot f. \quad (3.5)$$

Тогда необходимая сила зажима равна:

$$W'' = \frac{P_o \cdot k}{8 \cdot f} \quad (3.6)$$

где $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,16$, принимаем $K=2,5$

$$W'' = \frac{170 \cdot 2,5}{8 \cdot 0,16} = 335 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчётов принимаем наихудший случай; $W=335 \text{ Н}$
Диаметр поршня для создания исходного усилия:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.7)$$

где P - давление рабочей среды.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 335}{0,4} + 25^2} = 76 \text{ мм.}$$

Округляем до ближайшего стандартного большего 80 мм.

На рисунке 3.2 представлена, составленная схема для расчета погрешности установки в приспособлении.

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.8)$$

где Δ_1 – отклонения, возникающие вследствие неперпендикулярности выходного конца штока;

Δ_2, Δ_3 - колебания зазора сопряжений.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,028^2 + 0,106^2} = 0,038 \text{ мм.}$$

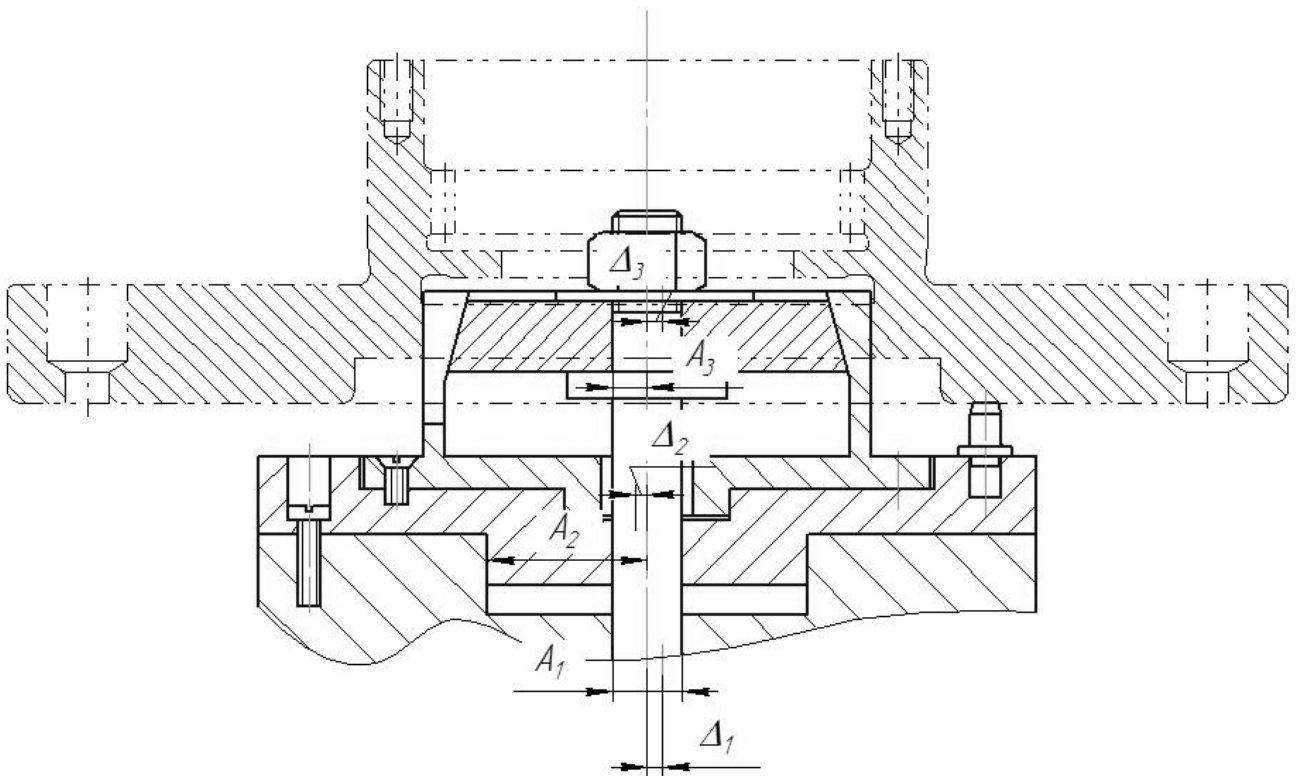


Рисунок 3.2 - Схема для расчета погрешности

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,11 = 0,033 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ выполняется.

Оправка удовлетворяет заданной точности.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Применение при сверлении отверстий стандартных сверл имеет ряд недостатков таких как: низкая производительность процесса, неравномерное усилие обработки, низкое качество обработанной поверхности. В данном технологическом процессе большой объем сверлильной обработки, поэтому попытаемся решить данную проблему. Для этого будем использовать методику расчета [25].

Проектируемым сверлом выполняется сверление диаметра 5,8.

Материал сверла P6M5K5.

Обработка производится на сверлильном станке с ЧПУ модели 2C125Ф2.

Обрабатываемый материал Сталь 45Л ГОСТ 977-88.

Определяем длину сверла. Общая длина сверла $L=70$ мм, длина рабочей части хвостовика $l_0=38$ мм.

Исходя из рекомендаций принимаем следующие конструктивные параметры сверла: $\omega = 30^\circ$; $2\varphi = 130^\circ$; $\alpha = 12^\circ$.

$$\text{Шаг винтовой канавки } H = \frac{\pi \cdot D}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{3.14 \cdot 5,8}{\operatorname{tg} 30} = 32,6 \text{ мм.}$$

Толщина сердцевины сверла в зависимости от его диаметра составляет $d_c = 0,3 \cdot d = 1,8$ мм.

Ширина ленточки (вспомогательной задней поверхности лезвия) 0,7 мм.

Ширина пера $B=0,58$; $D=0,58$ $b=3,5$ мм.

Остальные параметры принимаем по ГОСТ 885 - 77.

Данное сверло имеет 3-х перьевую режущую часть, что обеспечивает более равномерное распределение усилий при обработке и повышенную производительность.

Подробная проработка конструкции сверла представлена на его рабочем чертеже.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика 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	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Сверлильный станок 2С125Ф2 оснащенный системой программного управления	45Л, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Сверлильная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, сверлильный станок 2С125Ф3 оснащенный системой программного управления

4.3 Методы и технические средства 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 оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 4.3

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

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

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	Сверлильный станок 2С125Ф2 оснащенный системой программного управления	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопровода

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
			веществ и материалов (В)		щие 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 автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с	Пожарные автомобили и пожар	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противого	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	ные лестницы	отушения	щения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	и рукавные разветвления	зы, респираторы		

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
1	2	3
Сверление	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком,

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	станков	обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название	Структурные	Экологическое	Экологическое	Экологическое
технического объекта и/или производственного технологического процесса	элементы технического объекта и/или производственного технологического процесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций технологического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Сверление	Сверлильный станок 2С125Ф2 оснащенный системой программного управления	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукты	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

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

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

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела стал полный анализ проектируемого техпроцесса по модернизируемой сверлильной операции на предмет опасных и вредных производственных факторов, пожарной безопасности, экологической безопасности. На базе данного анализа предложен комплекс мер по обеспечению соответствующих требований.

5 Экономическая эффективность работы

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта редуктора NMRV». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям 015 – Токарная и 030 – Сверлильная, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 015– Токарная	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый. <u>Инструмент</u> – резец контурный, Т15К6. $T_O = 1,25 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,08 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый. <u>Инструменты</u>: резец контурный, Т15К6. Режим резанья назначен с учетом НИР $T_O = 1,25 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,08 \text{ мин}$</p>
Операция 030 – Сверлильная	
<p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2С125Ф2. <u>Оснастка</u> – цанга с ручным зажимом. <u>Инструмент</u> – сверло $\varnothing 5,8$ мм, Р6М5. $T_O = 2,72 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 4,02 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2С125Ф2. <u>Оснастка</u> – цанга с механизированным зажимом. <u>Инструмент</u> – сверло специальное $\varnothing 5,8$ мм, Р6М5К5. $T_O = 2,19 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,34 \text{ мин}$.</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 4000 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 [26], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 015 операции – Токарной и 030 операции – Сверлильной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 26,05 руб., а по проектируемому – 22,14 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.

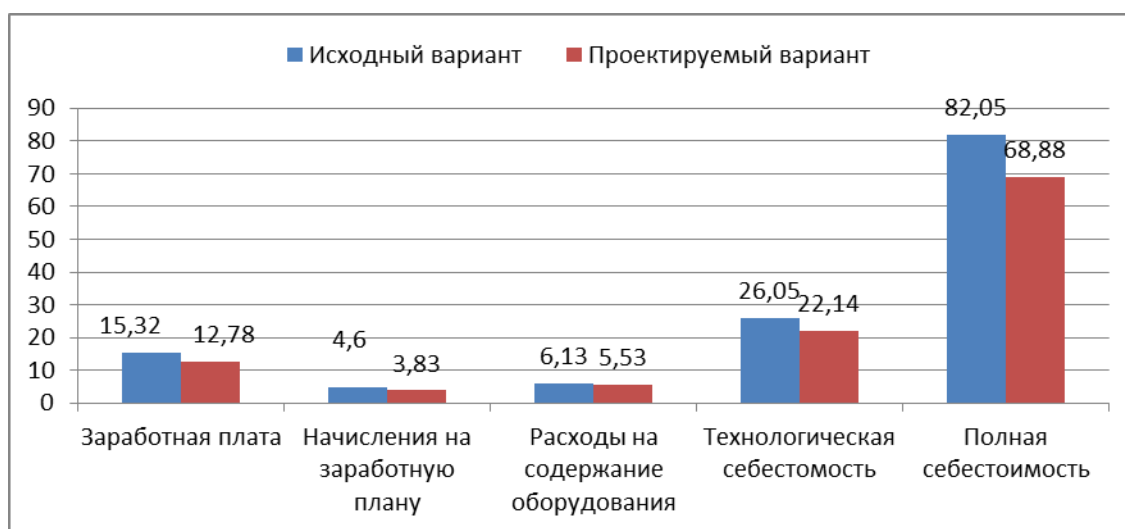


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 [26], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 53814,42 руб. и учитывает изменяющиеся позиции (затраты на проектирование, капитальные вложения на инструмент и приспособление) при выполнении анализируемых операций 010 – Токарная и 030 – Сверлильная.

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [26], 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	<i>П_{чист}, руб.</i>	42144,00
2	Срок окупаемости инвестиций	<i>T_{ок}, лет</i>	2
3	Общий дисконтированный доход	<i>Д_{общдиск}, руб.</i>	66924,67
4	Интегральный экономический эффект	<i>Э_{инт} = ЧДД, руб.</i>	13110,26
5	Индекс доходности	<i>ИД, руб.</i>	1,24

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 – 13110,26 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,24 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции 010 и 030 технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта редуктора NMRV».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной, стало достижение поставленной во введении цели. Для этого были разработаны ряд мероприятий. В частности, разработана заготовка, выбор которой обоснован технологически. Сделаны расчеты припусков, режимов резания. Технологический процесс изготовления, разработан с применением перспективных достижений в области методов обработки. Модернизирована сверлильная операция, для которой спроектировали сверло и цанговую оправку, это позволило сократить время на обработку при увеличении стойкости режущего инструмента. Соответствующие экономические расчеты подтвердили эффективность данного техпроцесса.

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. 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.
3. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
4. 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.
5. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
6. 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.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. 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.
9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

13. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14. 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.

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

16. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

17. 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.

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

19. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
20. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.
21. 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.
22. 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.
23. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
24. Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.
25. Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.
26. 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

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.059.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A3	1		17.07.ТМ.059.008.001	Корпус	1	
A4	2		17.07.ТМ.059.008.002	Крышка	1	
A4	3		17.07.ТМ.059.008.003	Цанга	1	
A4	4		17.07.ТМ.059.008.004	Тяга	1	
A4	5		17.07.ТМ.059.008.005	Втулка	1	
A3	6		17.07.ТМ.059.008.006	Шток	1	
A3	7		17.07.ТМ.059.008.007	Пневмоцилиндр	1	
A4	8		17.07.ТМ.059.008.008	Поршень	1	
A4	9		17.07.ТМ.059.008.009	Крышка пневмоцилиндра	1	
A4	10		17.07.ТМ.059.008.010	Шпонка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
		12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
		13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
		14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
		15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
		16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
		18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	
			17.07.ТМ.059.008.000			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Гриднев				Лит.	Лист
Пров.	Козлов				В	1
Н.контр.	Виткалов				Листов	
Утв.	Логинов				2	
Приспособление станочное					ТГУ, ТМбз-1232	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дубл																				
Взам.																				
Подп.																				

Разработал *Григорьев*
 Проверил *Козлов*
 Утвердил *Логинов*
 Н. контро. *Виткалов*

ТГУ кафедра ОТМП
Получил

М01 <i>Сталь 45Л ГОСТ 977-75</i>									
Код	ЕВ	МО	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КО	МЗ
	166	321	1		0,67	24	240x67,8	1	4,82

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б																	

А 03 *XX XX XX 000 Заготовительная*

Б 04 *Литейная машина*

А 06 *XX XX XX 005 4110 Токарная*

Б 07 *381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 900 1 145*

О 08 *Точить поверхность 13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 23 в размер φ110^{+0,025}, φ80,88^{+0,15}, φ55^{+0,03}, φ92^{+0,03}, 59,7^{+0,1}, 45,2^{+0,25}*

Т 10 *396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80, 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т5К10,*

Т 11 *392190 Резец конторный ГОСТ 18872-73 Т5К10, 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.*

12

А 13 *XX XX XX 010 4110 Токарная*

Б 14 *381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 900 1 172*

О 15 *Точить поверхность 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 24, 30 в размер φ106,333^{+0,035}, φ84^{+0,035}, φ72^{+0,03}, 67^{+0,03}, 46^{+0,25}*

О 16 *31^{+0,21}, 23,5^{+0,21}*

МК

		Код наименования операции				Обозначение документа										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клп	Тлоз	Тип
Б	Код наименования оборудования															
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т15К6;															
Т 20	392190 Резец кантурный ГОСТ 18872-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89.															
21																
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 900 1 175															
О 24	Точить поверхность 14, 19, 20, 21, 22 в размер $\phi 82,28_{\pm 0,04}$, $\phi 85_{\pm 0,14}$, $66_{\pm 0,12}$, $56_{\pm 0,12}$, $42,5_{\pm 0,1}$, $5_{\pm 0,08}$.															
Т 25	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т15К6;															
Т 26	392190 Резец кантурный ГОСТ 18872-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18872-73 Т15К6;															
Т 27	393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
28																
А 29	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 30	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 900 1 134															
О 31	Точить поверхность 1, 4, 5, 7, 24 в размер $\phi 105,751_{\pm 0,14}$, $\phi 84_{\pm 0,14}$, $65_{\pm 0,12}$, $5_{\pm 0,04}$.															
Т 32	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т15К6;															
Т 33	392190 Резец кантурный ГОСТ 18872-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18872-73 Т15К6;															
Т 34	393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
35																
А 36	XX XX XX 025 4152 Долбежная															
Б 37	381517 Долбежный 7Д430 3 12287 422 1Р 1 1 1 900 1 172															
О 38	Назевать зидья поверхности 29, 31 в размер $\phi 76$, $m=2$ 7 степени точности.															
Т 39	396190 Оправка канговая; 392413 Долбяк хвостовой ГОСТ 9323-78 Р6М5; 393110 Калибр.															
40																
А 41	XX XX XX 030 4120 Сверлильная															
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

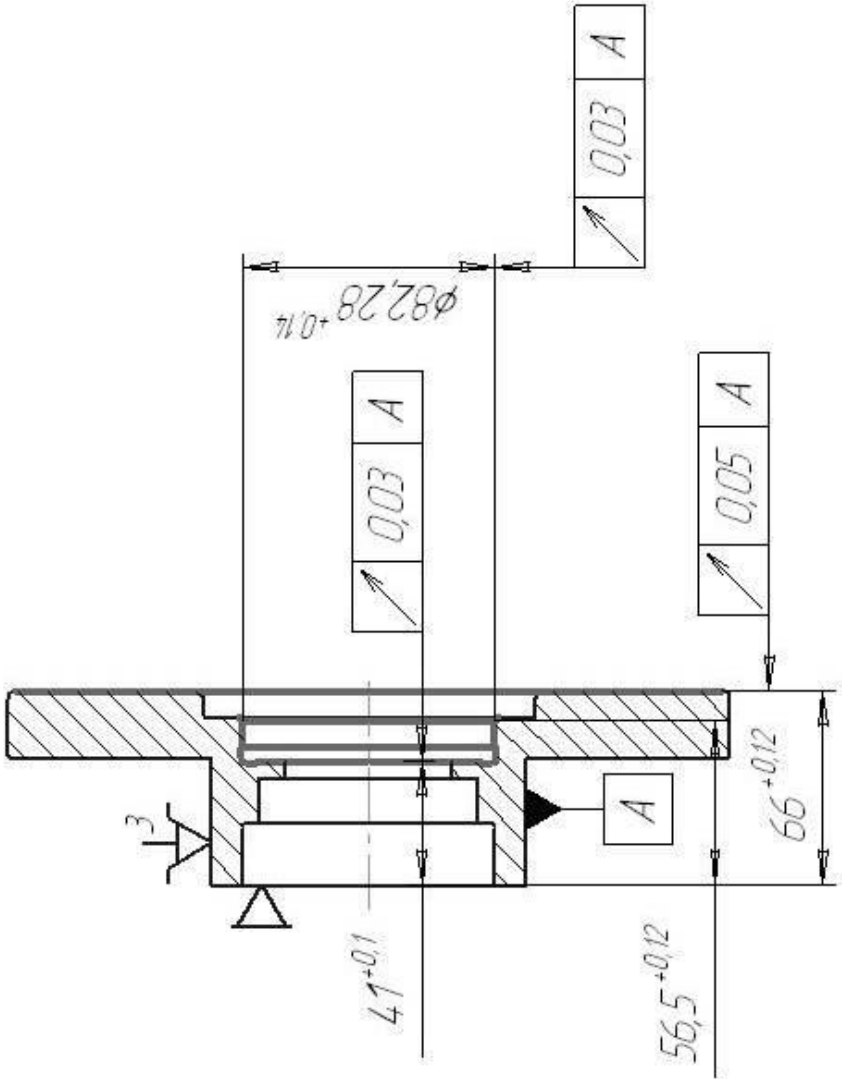
Операционные карты

Дудл.									
Взэм.									
Подл.									

Рн.зрэд.	Грэднел	ТГУ,							0,15
Проберил	Казел	Каредра ОТПП							
Н.контр.	Вителел								

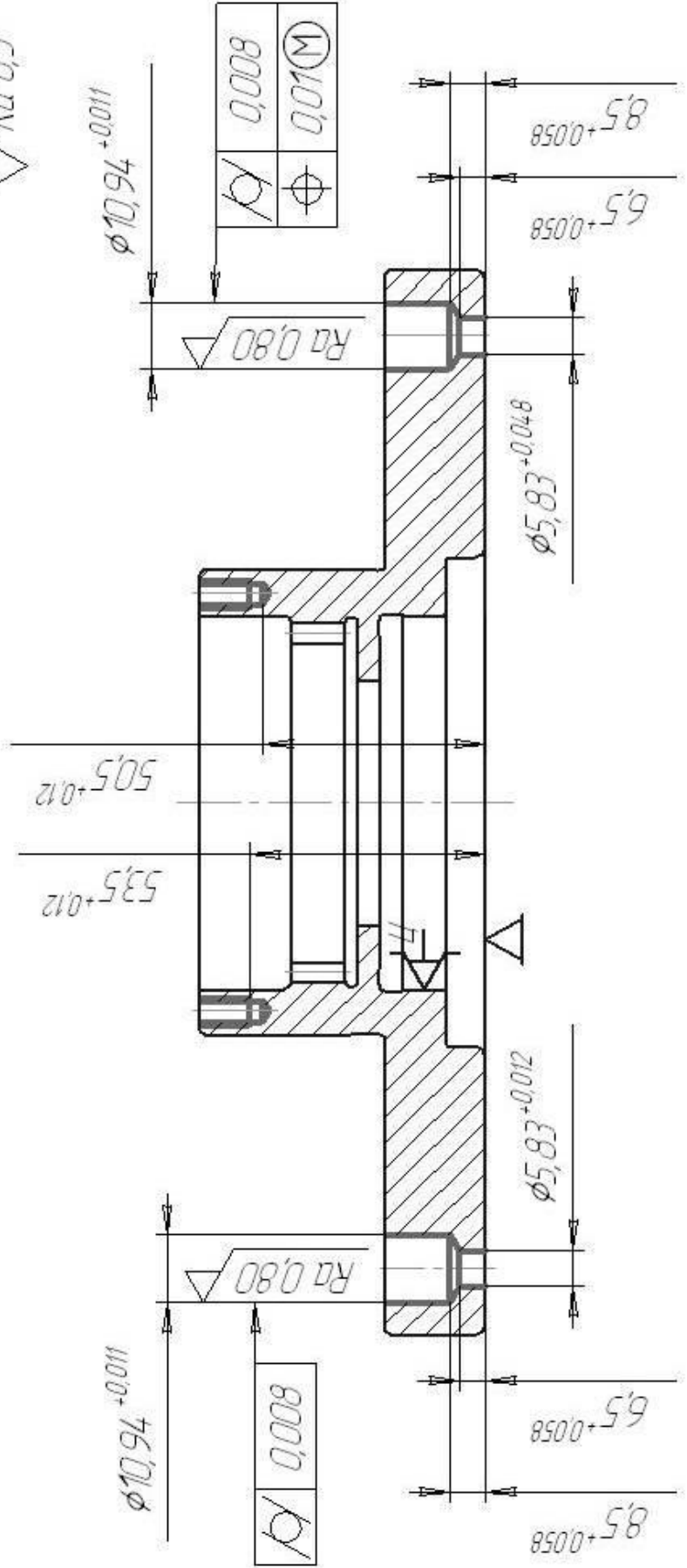
Полумфма

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



Дүб.л.									
Взэм.									
Падп.									
Р.эзэм.	Гробиел	ТТЭ, Караѳра ОТМТ	Полуцифта	030					
Проверил	Казем								
Н.контр.	Виткамол								

$\nabla Ra 6,3$



Дубл.	Взам.	Подп.										
Разработ.	Григорьев Козлов		ИТУ, Кафедра ОПМТ									
Проверил												
Н.контр.	Витязев		Полумифта									
Наименование операции	Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ КОИД	
Сверлильная	Сталь 450 ГОСТ 977-75				166		3,21		2х0,6х7,8		4,82 1	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы		То		Ть		Тра		Тип		Сок	
20125Ф2			2,19						3,3%		Ухромат-1	
	пк		0 или в		L		I		i		S n v	
1. Установить заготовку												
1.02	3961900правка цанговая; 391213 Сверло спиральное специальное $\phi 5,8$ Р6М5К5; 391213 Сверло											
1.01	ступенчатое специальное Р6М5; 39013 Метчик М6 ГОСТ 326-81 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15$											
1.04	ГОСТ 12489-71Р6М5; 391703 Развертка $\phi 15$ ГОСТ 1672-80 Р6М5; 393110 Калибр.											
0.05	2. Точить поверхность выдерживая размеры согласно эскиза											
P.06	1		2,9		0,12		800		15			
P.07	2		6,8		0,15		630		21			
P.08	3		0,4		15		250		5			
P.09	4		0,625		0,25		360		17			
P.10	5		0,14		0,3		250		12			
3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												