

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 корпуса приспособления для
зенкования

Студент(ка)	<u>Н.В. Апарин</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 корпуса приспособления для зенкования. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

В данной квалификационной работе разрабатывается операционная технология изготовления корпуса приспособления для зенкования. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен ряд мероприятий направленных на повышение эффективности производства. В частности, разработано станочное приспособление и специальный режущий инструмент. Оценена безопасность и экологичность производства. Проведен экономический анализ принятых проектных решений. Работа состоит из пояснительной записки и графической части в объеме 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
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.....	20
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	24
3.1 Проектирование приспособления.....	24
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	29
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
5 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение.....	45
Список использованных источников.....	46
Приложения.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Многоместные наладки широко распространены в массовом производстве. Это объясняется тем, что они позволяют в разы повысить производительность обработки по сравнению с одностепенными наладками, а в ряде случаев и точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей. Особенно эффективны такие приспособления для обработки одновременно нескольких отверстий, в том числе и их зенкования. Рассматриваемый в данной выпускной квалификационной работе корпус является одной из важнейших частей такого многоместного приспособления. Исходя из этого, основная цель данной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления корпуса приспособления для зенкования, который сможет обеспечить выпуск качественных изделий в кратчайшие сроки при минимальных затратах.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения

Корпус головки приспособления для зенкования предназначен для установки в нем привода и непосредственно самих шпинделей.

Рассматриваемая деталь имеет ступенчатую конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Корпус крепится к крышке, которая закреплена на шпинделе станка. Работа детали происходит без значительных нагрузок. При этом могут возникнуть вибрации, передающиеся от технологической системы. Работа механизма происходит в производственном помещении, поэтому на деталь могут воздействовать некоторые агрессивные среды, такие как смазочно-охлаждающие жидкости и масла.

1.2 Анализ технологичности детали

Анализ технологичности начнем с оценки материала.

Корпус изготавливается из чугуна СЧ-15 ГОСТ1412-85, который согласно данным [1] имеет следующие характеристики: $\sigma_B = 98$ МПа, $\sigma_T = 60$ МПа. Согласно данным [2], обрабатываемость данного чугуна достаточно хорошая.

Корпус имеет достаточно сложную конфигурацию – имеются ступени, убывающие по диаметру как снаружи, так и внутри детали, что облегчает обработку детали с одного станова.

Механическая обработка и контроль цилиндрических поверхностей может быть проведена, без применения специального инструмента и контрольно-измерительных приборов.

Базирование детали не вызовет каких-либо трудностей и позволит соблюсти основные принципы базирования [3, 4].

Точностные характеристики поверхностей детали 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 поверхностей приведет к ухудшению работы механизма.

1.3 Систематизация поверхностей

Определим самые ответственные поверхности детали. Для этого используем рекомендации [5, 6]

В нашем случае имеем: к исполнительным поверхностям относятся - 8, 9, 27, 28, 36, 37, 61, 64, 73, 75; к основным конструкторским базам - 2, 3, к вспомогательным конструкторским базам - 1, 8, 9, 14, 26, 27, 28, 35, 36, 37, 60, 61, 64, 73, 75, 76; неуказанные поверхности являются свободными.

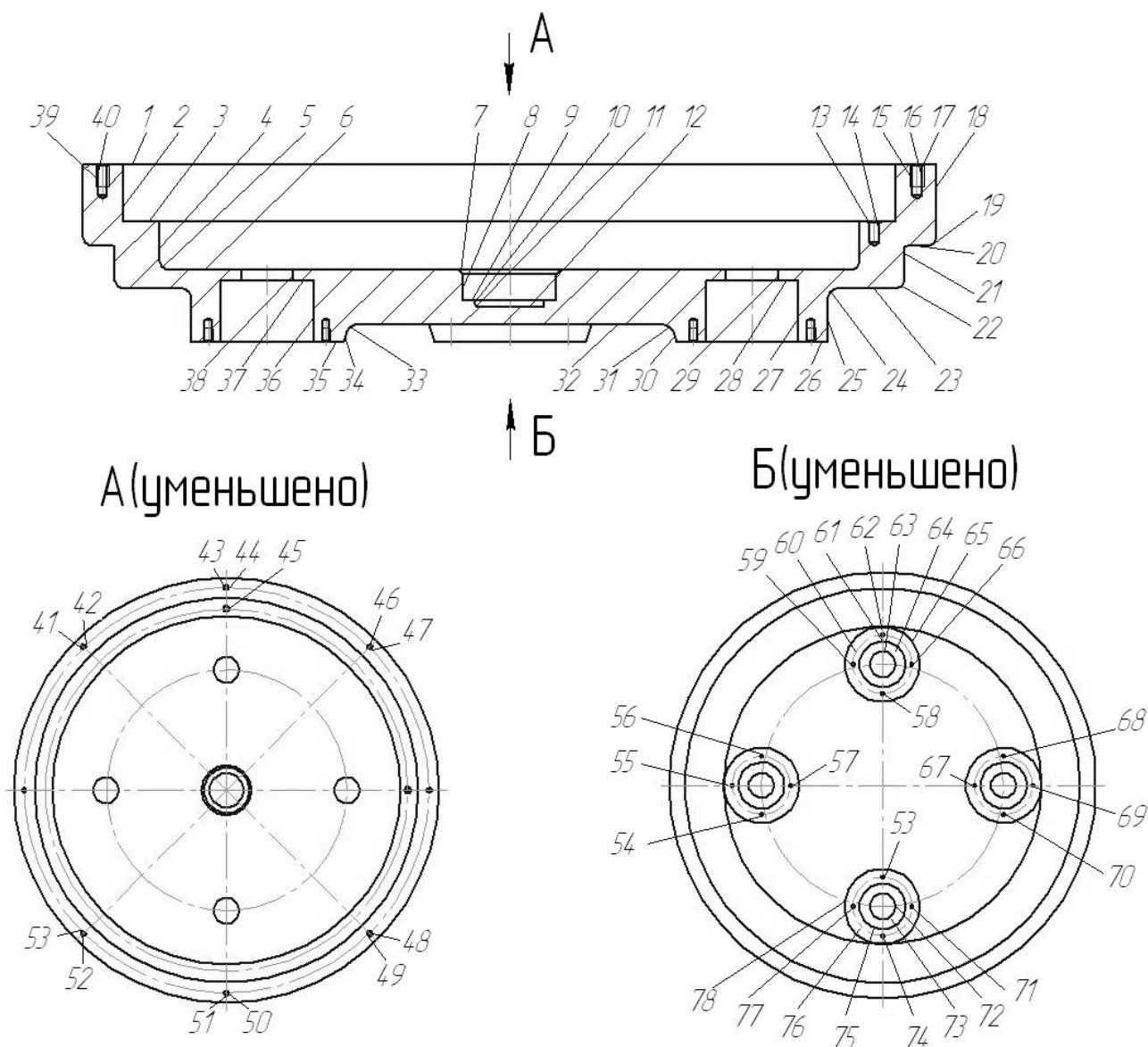


Рисунок 1.1 – Номера поверхностей

1.4 Задачи работы

Анализ имеющихся данных показал, что в ходе выполнения работы необходимо решить нижеследующие задачи:

- 1) провести проектирование различных вариантов заготовки и выбрать из них оптимальную;
- 2) рассчитать операционный припуск для обработки на каждой операции;
- 3) разработать и спроектировать техпроцесс изготовления корпуса на базе типового;
- 4) внести изменения в наиболее загруженные операции, путем применения специально спроектированной оснастки и режущего инструмента;
- 5) провести анализ опасных и вредных факторов, возникающих на производстве и разработать мероприятия по их устранению;
- 6) рассчитать экономическую эффективность сделанных изменений

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

В условиях отсутствия полной номенклатуры производственного участка тип производства определяется по таблицам [5]. В данном случае годовая программа выпуска составляет 500 штук в год, а масса детали 47,47 кг, что соответствует среднесерийному производству.

Стратегия разработки техпроцесса выбирается исходя из типа производства согласно рекомендациям [3, 4, 5].

Организация техпроцесса последовательная. Также допускается циклическая, линейная организация техпроцесса. При этом детали изготавливаются периодически партиями.

Заготовка рассматриваемой детали может быть получена методами литья или штамповки. Припуски на обработку поверхностей незначительные, определяются укрупненным методом по таблицам [7], также допускается определение припусков по переходам [8].

Разработка техпроцесса изготовления детали ведется на базе типового техпроцесса. Детализация разработки техпроцесса соответствует маршрутному техпроцессу, в случае необходимости допускается разработка маршрутно-операционного техпроцесса. Маршрут обработки формируется по экстенсивному принципу, также допускается интенсивная концентрация операций, но для этого требуется соответствующее обоснование. В зависимости от имеющегося оборудования точность обработки обеспечивается методом пробных ходов и промеров, а также на настроенном оборудовании, при этом могут применяться средства активного контроля. При базировании заготовок необходимо соблюдать принципы постоянства баз и по возможности единства баз.

Средства технологического оснащения используются универсальные, в обоснованных случаях специализированные и специальные.

Технологические операции следует планировать исходя из одновременной обработки нескольких поверхностей, учитывая возможности

оборудования. Загрузка оборудования обеспечивается периодической сменой деталей на станках. Оборудование расставляется по группам, в зависимости типов и размеров станков, допускается расстановка по ходу техпроцесса.

Требуется достаточно высокая квалификация рабочих, что обусловлено применяемыми средствами технологического оснащения.

Для оформления техпроцесса используются маршрутно-операционные карты.

2.2 Выбора метода получения заготовки

Выбор оптимального варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [5, 9]. Для этого 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:

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

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,479^2 \cdot 0,045 + 0,443^2 \cdot 0,025 + 0,357^2 \cdot 0,03 - 0,435^2 \cdot 0,032 - 0,393^2 \cdot 0,027 - 0,052^2 \cdot 0,017 - 0,039^2 \cdot 0,004 - 4 \cdot 0,052^2 \cdot 0,035) \cdot 0,72\right) = 43,47 \text{ кг.}$$

Масса заготовки может быть определена по упрощенной методике [10].

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

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

$$Q_1 = 47,47 \cdot 1,4 = 66,46 \text{ кг} - \text{для литья в землю.}$$

$$Q_2 = 47,47 \cdot 1,3 = 61,71 \text{ кг} - \text{для литья в кокиль.}$$

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:

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

где $C_{ОТ}$ - стоимость кг заготовки,

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

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

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 66,46 + 4,6 \cdot (66,46 - 47,47) \cdot 1,4 = 3402,37 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 61,71 + 4,6 \cdot (61,71 - 47,47) \cdot 1,4 = 3148,34 \text{ руб.}$$

Из приведенных расчетов видно, что оптимальным методом получения заготовки является метод литья в кокиль, т.к. стоимость заготовки в данном случае минимальна.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Данный раздел работы выполняется при помощи методики [8].

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1, 3, 26, 35, 61, 76	2,5	12	П	Т-Тч-ТТ
2	1,25	8	ЦВ	Т-Тч-ТТ
4	12,5	12	ЦВ	Т
5, 6	12,5	12	ПВ	Т
7	12,5	12	КВ	Тч
8	1,25	7	ЦВ	Т-Тч-ТТ
9	2,5	12	ПВ	Т-Тч-ТТ
10	12,5	12	ЦВ	Т
11, 12	12,5	12	ПВ	Т
13	12,5	12	КВ	С
14, 45	1,25	8	ЦВ	С-3-Р
15, 39, 42, 44, 47, 49, 51, 53	6,3	10	РВ	РН
16, 41, 43, 46, 48, 50, 52	6,3	10	ЦВ	Т
17	6,3	10	КВ	З
18	12,5	12	Ц	Т
19, 20	12,5	12	П	Т
21	12,5	12	Ц	Т
22, 23, 24	12,5	12	П	Т
25	12,5	12	Ц	Т
27, 36, 61, 75	1,25	7	ЦВ	Т-Тч-ТТ
28, 37, 64, 76	2,5	12	ПВ	Т-Тч-ТТ
29, 38, 63, 75	12,5	12	ЦВ	С
Все остальные	6,3	10	РВ	С-РН

Принятые сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр

внутренний; КВ – конус внутренний; РВ – резьба; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Тт – тонкое точение; С – сверление; З – зенкерование; Р – развертывание; РН – резьбонарезание.

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Припуски для обработки поверхностей 14, 27, 36, 61, 75 $\varnothing 52H7^{+0,03}$ ведем по методике [8]. Определяем предельное значение припусков на обработку для каждого перехода.

Минимальный припуск:

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

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

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимальный припуск:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\Delta_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (0,8 + 0,30) = 2,85$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,43 + 0,10) = 1,028$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta_2 + TD_3) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,187$$

Средний припуск:

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

$$Z_{cp1} = \frac{Z_{1\max} + Z_{1\min}}{2} = \frac{2,85 + 1,3}{2} = 2,075$$

$$Z_{cp2} = \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} = \frac{1,028 + 0,763}{2} = 0,896$$

$$Z_{cp3} = \frac{Z_{3\max} + Z_{3\min}}{2} = \frac{0,187 + 0,155}{2} = 0,171$$

Определяем размеры заготовки на каждом переходе:

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

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

$$D_{3\max} = 52,030$$

$$D_{3\min} = 52,000$$

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 52,03 - 2 \cdot 0,187 = 51,656$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 51,656 - 0,1 = 51,556$$

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 50,394 - 2 \cdot 1,028 = 48,338$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 48,338 - 0,3 = 48,038$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 48,338 - 2 \cdot 2,85 = 42,638$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 42,638 - 2,8 = 39,838$$

Определяем средние размеры заготовки на каждом переходе:

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

$$D_{cp0} = \frac{D_{0\max} + D_{0\min}}{2} = \frac{43,638 + 42,838}{2} = 43,238$$

$$D_{cp1} = \frac{D_{1\max} + D_{1\min}}{2} = \frac{49,338 + 47,038}{2} = 48,188$$

$$D_{cp2} = \frac{D_{2\max} + D_{2\min}}{2} = \frac{51,656 + 51,556}{2} = 51,606$$

$$D_{cp3} = \frac{D_{3\max} + D_{3\min}}{2} = \frac{52,03 + 52,00}{2} = 52,015$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.13)$$

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

$$2Z_{\min} = 52,000 - 42,638 = 9,362$$

$$2Z_{\max} = 9,362 + 2,8 + 0,03 = 12,192$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (9,362 + 12,192) = 10,777$$

Остальные припуски на обработку определяем по таблицам [7, 10]. Табличное формирование припусков отличается простой расчета с возможной значительной погрешностью. Для этого сначала определяем $Z_{i\min}$, затем определяем:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (D_{i-1} + TD_i) \quad (2.15)$$

Для удобства дальнейшего использования расчетов результаты сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет припусков

№	Переход	Z_{\min}	Z_{\max}
1, 26, 35, 60, 76	Черновое обтачивание	2,2	3,475
	Чистовое обтачивание	1,0	1,245
	Тонкое обтачивание	0,5	0,597
2	Черновое обтачивание	2,8	4,915
	Чистовое обтачивание	0,3	0,74
	Тонкое обтачивание	0,2	0,374
3	Черновое обтачивание	2,2	3,25
	Чистовое обтачивание	1,0	1,21
	Тонкое обтачивание	0,5	0,583
9	Черновое обтачивание	1,8	2,95
	Чистовое обтачивание	0,8	1,01
	Тонкое обтачивание	0,4	0,475
14, 45	Зенкерование	0,8	0,884
	Развертывание	0,2	0,233
28, 37, 64, 73	Черновое обтачивание	1,8	2,95
	Чистовое обтачивание	0,8	1,01
	Тонкое обтачивание	0,4	0,475

После расчета припусков проектируем заготовку согласно рекомендациям [12] путем добавления напусков и припусков к контуру детали.

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Данный раздел выполняется согласно рекомендациям [6, 11, 13].

Маршрут обработки указан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления

Операции	№ обрабатываемых поверхностей	Методы обработки
005	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 35	Точение
010	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12	Точение
015	27, 28, 29, 36, 37, 38, 54, 55, 56, 59, 62, 66, 68, 69, 70, 71, 74, 77	Сверление, зенкерование, резьбонарезание, расточивание
020	15, 16, 17, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,	Сверление, зенкерование, развертывание, резьбонарезание
025	25, 26, 35	Точение
030	1, 2, 3, 7, 8, 9	Точение
035	27, 28, 36, 37	Растачивание
040	25, 26, 35	Точение
045	1, 2, 3, 8, 9	Точение
050	27, 28, 36, 37	Растачивание
055	все	Мойка
060	все	Контроль

Формирование техпроцесса изготовления выполняется согласно рекомендациям [11].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Подробные рекомендации по выбору средств технологического оснащения представлены в литературе [5, 14].

Выбор средств технологического оснащения будем проводить, используя справочные данные и каталоги [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Таблица 2.4 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Инструмент	Контрольные приспособления	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец контурный ГОСТ18879-73	Штангенциркуль ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец ГОСТ18879-73, резец ГОСТ18879-73	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Сверлильная	Сверлильно-фрезерно-расточной 22А622МФ	Резец ГОСТ18879-73, сверло ГОСТ10903-77, метчик ГОСТ3266-81	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
020	Сверлильная	Сверлильно-	Сверло	Калибры	Патрон

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		фрезерно-расточной 2А622МФ2	ГОСТ10902-77, сверло ГОСТ10903-77, зенкер ГОСТ12489-71, метчик ГОСТ3266-81, развертка ГОСТ1672-80		трехкулачковый ГОСТ2675-80
025	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец ГОСТ18879-73	Скоба рычажная ГОСТ11098-75	Оправка мембранная
030	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец ГОСТ18879-73, резец ГОСТ18879-73	Скоба рычажная ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88-	Патрон четырехкулачковый
035	Сверлильная	Сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2	Резец ГОСТ18879-73	Скоба рычажная ГОСТ11098-75, нутромер НМ ГОСТ10-88	Оправка мембранная
040	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец ГОСТ18879-73	Скоба рычажная ГОСТ11098-75, калибр	Оправка мембранная

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
045	Токарная	Токарно-карусельный 1А512МФ3	Резец специальный	Скоба рычажная ГОСТ11098-75, калибр	Патрон четырёхкул ачковый
050	Сверлильная	Сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2	Резец специальный	Скоба рычажная ГОСТ11098-75, калибр	Оправка мембранна я

2.7 Проектирование технологических операций

Для проектирования операций применяем следующую методику расчета и справочные данные [8, 21, 22, 23]:

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.16)$$

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:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.17)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

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

Сила:

$$P_Z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.20)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.21)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.22)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_S^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.23)$$

Нормирование операций, в соответствии с типом производства, является основой для вывода об эффективности используемых технических решений при проектировании технологического процесса. Заканчивается разработка технологии изготовления оформлением комплекта технологической документации.

Нормирование операции выполняется путем расчета штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3} \quad (2.24)$$

где $T_{\text{шт}}$, $T_{\text{п-з}}$, n_3 принимаются согласно рекомендаций [5, 24].

Результаты расчета режимов резания указаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

№ перехода	S_o	V	n	$L_{\text{РХ}}$	T_o	$T_{\text{шт}}$
1	2	3	4	5	6	7
005						
1	0,45	115	80	149	4,14	4,84
010						
1	0,45	115	80	24	0,67	9,52
2	0,45	111	80	278	7,72	
3	0,3	110	630	49	0,26	
015						
1	0,12	10	630	224	2,96	6,71
2	1	3	180	224	1,25	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
3	0,15	25	320	32	0,67	
4	0,3	115	630	188	1,0	
020						
1	0,15	10	630	30	0,32	4,27
2	0,2	15	960	30	0,16	
3	0,6	10	630	30	0,08	
4	0,15	10	630	152	1,61	
5	1	3	180	208	1,16	
025						
1	0,25	148	125	68	2,18	2,98
030						
1	0,25	148	125	24	0,77	3,46
2	0,25	142	125	55	1,76	
3	0,25	151	960	26	0,11	
035						
1	0,25	151	960	188	0,78	1,45
040						
1	0,15	188	125	68	3,63	4,52
045						
1	0,15	188	125	24	1,28	6,68
2	0,1	182	125	55	4,4	
3	0,1	152	960	26	0,27	
050						
1	0,1	152	960	188	1,96	2,48

На основании полученных данных проектируем соответствующие технологические наладки.

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Станочное приспособление проектируем для операции чистового растачивания отверстий $\varnothing 52H7^{+0,03}$. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1

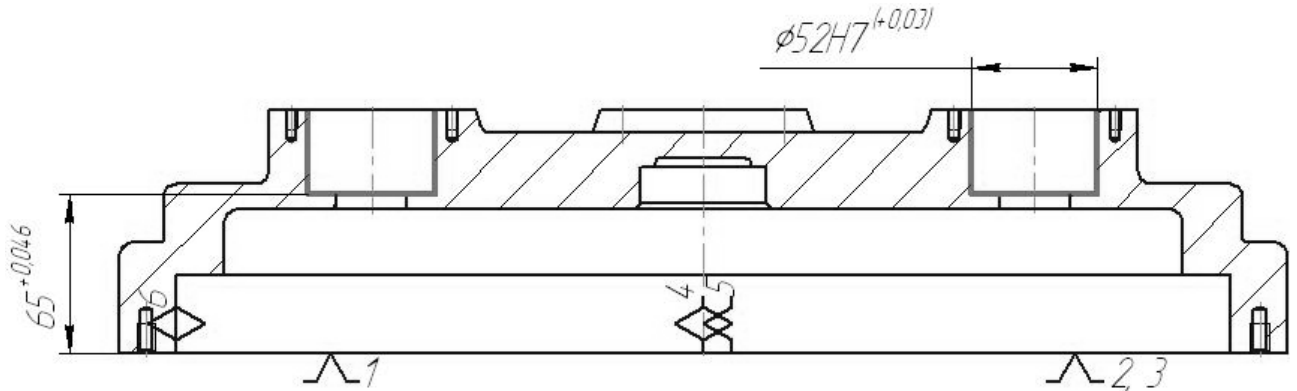


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Расчет произведем по методике [25, 26, 27].

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать P_z и P_y , которые определяются:

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

где K_p - коэффициент, который учитывает реальные условия резания.

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,475^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 152^0 \cdot 0,89 = 70 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 0,475^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 152^0 \cdot 0,89 = 41 \text{ Н.}$$

На рисунке 3.2 представлена схема закрепления заготовки.

Для момента от силы P_z получим:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Момент сил закрепления:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (3.3)$$

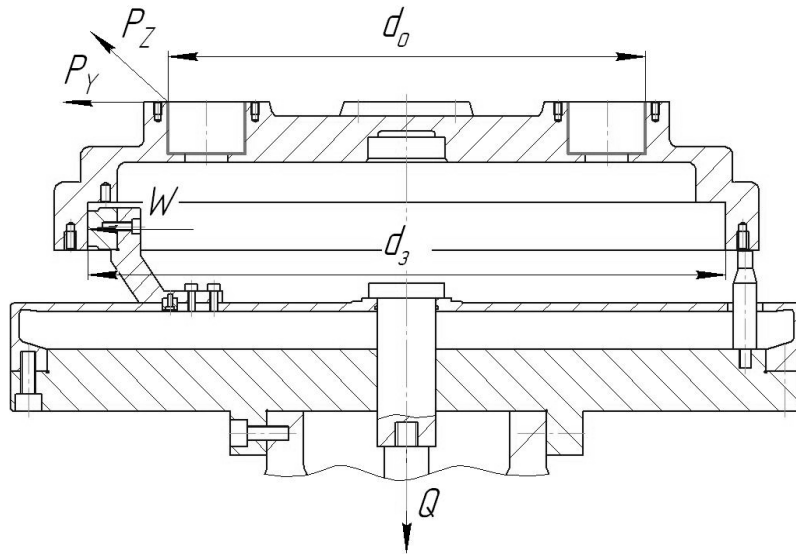


Рисунок 3.2. - Схема закрепления заготовки

Приравняв эти моменты получим:

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где $K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ - учитывают реальные условия резания и конструктивные особенности приспособления.

Получим:

$$W = \frac{2 \cdot 1,80 \cdot 70 \cdot 305}{0,3 \cdot 435} = 589 \text{ Н.}$$

Для момента от силы P_y получим:

$$M_p = P_y \cdot l \quad (3.6)$$

Момент от силы зажима:

$$M_3 = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3} \quad (3.7)$$

Приравняв эти моменты получим:

$$W = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 41 \cdot 100}{0,3 \cdot 435} = 119 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчёты ведем по наилучшему варианту.

Определим параметры мембраны.

Момент:

$$M_{изз} = \frac{W \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b} \quad (3.8)$$

где l – определяется предварительным прочерчиванием.

$$M_{изз} = \frac{119 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

Жесткость мембраны:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 \cdot \underbrace{(\mu^2)}_{-}} \quad (3.9)$$

где h – толщина стенки.

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{12 \cdot \underbrace{(-0,3^2)}_{-}} = 13462 \text{ Н·см.}$$

Угол на разжим:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot \underbrace{(+\mu)}_{-}} \quad (3.10)$$

где b – половина размера опорной поверхности.

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot \langle +0,3 \rangle} = 0,0186$$

Максимальный угол разжима кулачков:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l} \quad (3.11)$$

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:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}} \quad (3.12)$$

где a – половина диаметрального размера мембраны.

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 435 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 1302 \text{ Н.}$$

Напряжения, возникающие в мембране:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot \langle +\mu \rangle}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right) \quad (3.13)$$

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 1302 \cdot \langle +0,3 \rangle}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left(\ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 3778 \text{ МПа.}$$

Диаметр поршня привода создающего исходное усилие:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.14)$$

где P – давление рабочей среды.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1302}{0,4} + 30^2} = 92 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр пневмоцилиндра равным 100 мм.

Для расчета погрешностей составим схему погрешностей рычажного зажимного механизма, представленную на рисунке 3.3. Исходя из нее составим формулу для определения погрешности установки:

$$\varepsilon_v = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.15)$$

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

Δ_2 - колебания зазора сопряжений;

Δ_3 - отклонения изготовления кулачков.

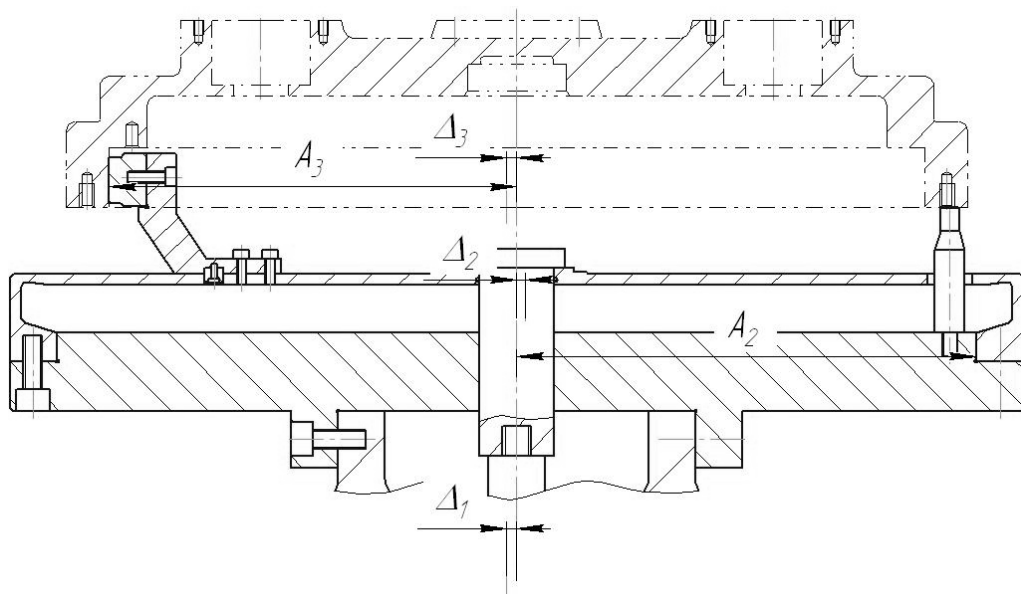


Рисунок 3.3 - Размерная схема

Допустимая величина погрешности установки не должна быть выше величины:

$$\varepsilon_y^{доп} = 0,3 \cdot Td \quad (3.16)$$

где Td - допуск на выполняемый размер.

$$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,005^2 + 0,25^2 + 0,015^2} = 0,006 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y^{доп} = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y^{доп} \geq \varepsilon_y$ выполняется.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Металлообрабатывающий инструмент играет исключительно важную роль в производстве приборов и машин. В нашем случае одной из определяющих операций является растачивание отверстий. Особенно важно обеспечить качество обработанных поверхностей на чистовых операциях, поэтому было принято решение спроектировать для их выполнения расточной резец. Для этого использована методика и данные [28].

Конструктивным способом увеличение срока службы металлорежущего инструмента является применение в качестве режущих звеньев быстросменных многогранных пластин из керамики или твердого сплава. В связи с этим в конструкции проектируемого расточного резца применим механическое крепление твердосплавной трехгранной пластины сплава ВК6М.

Качество обрабатываемых поверхностей деталей напрямую зависят от качества и точности металлорежущего инструмента, который участвует в обработке. Выбранный инструментальный материал определяет режущие свойства инструмента, геометрические параметры характеризуют обрабатываемые свойства.

Согласно справочным данным, для обеспечения необходимых режимов обработки и точности, резец должен иметь режущую пластину и подкладку, при этом главный угол в плане должен составлять $\varphi=91^\circ$.

Для определения параметров державки необходимо определить сечение стружки. В нашем случае получаем: $F = t \cdot S = 0,475 \cdot 0,1 = 0,0475 \text{ мм}^2$. Далее выбираем параметры державки: сечение 25x20 мм; длина 170 мм.

Остальные размеры и основная геометрия режущей части представлены на рабочем чертеже резца.

Для крепления режущей пластины используется система с применением винта, поэтому необходимо определить его минимально возможный диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.17)$$

Величину Q_1 определяем из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1 \quad (3.18)$$

Откуда,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.19)$$

$$Q_1 = \frac{70}{0,7} = 100 \text{ Н.}$$

В качестве материала винта выбираем сталь 45 с каленой головкой до HRC 30-35.

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 650}} = 0,5 \text{ см.}$$

При проектировании следует принимать винт с большим диаметром, для обеспечения запаса прочности и исключения выхода его из строя под действием случайных факторов, которые не могут быть учтены при расчетах.

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	Токарно-карусельный 1А512МФ3 с системой программного управления	СЧ-15, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2 с системой программного управления	СЧ-15, 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
Сверлильная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, сверлильный станок 2С135Ф3 с системой программного управления
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарно-карусельный 1А512МФ3 с системой

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума</p>	<p>программного управления</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 «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарно-карусельный 1А512МФ3 с системой программного управления, Сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2 с системой программного управления	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

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

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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
Сверление	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 рассматриваемо го технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемо го 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	Токарно- карусельный 1А512МФ3 с системой программного управления, Сверлильно- фрезерно- расточной	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	2А622МФ2 с системой программного управления			

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

Название технического объекта	Техпроцесс механической обработки корпуса
1	2
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	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

Продолжение таблицы 4.8

1	2
снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В данном разделе проанализирован технологический процесс изготовления корпуса приспособления для зенкования. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

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 «корпус приспособления для зенкерования». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «045 – Токарная» и «050 – Сверлильная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 045 – Токарная	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-карусельный станок с ЧПУ, модель 1А512ПМФ3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 4-х кулачковый.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец проходной ВК6; резец расточной ВК6.</p> <p>$T_O = 7,48 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 8,42 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарно-карусельный станок с ЧПУ, модель 1А512ПМФ3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 4-х кулачковый.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец проходной ВК6М; резец расточной ВК6М. Резцы облучены лазером на основе НИР</p> <p>$T_O = 5,95 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 6,68 \text{ мин}$</p>
Операция 050 – Сверлильная	
<p><u>Оборудование</u> – сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ, модель 2А622МФ2.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка кулачковая с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец расточной, ВК6.</p> <p>$T_O = 2,43 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,02 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ, модель 2А622МФ2.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка мембранная механизированная.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец расточной, ВК6.</p> <p>$T_O = 1,96 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,48 \text{ мин}$</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 500 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 045 – Токарная и операции 050 – Сверлильная. По исходному варианту технологического процесса она составляет 127,3 руб., а по проектируемому – 118,57 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.

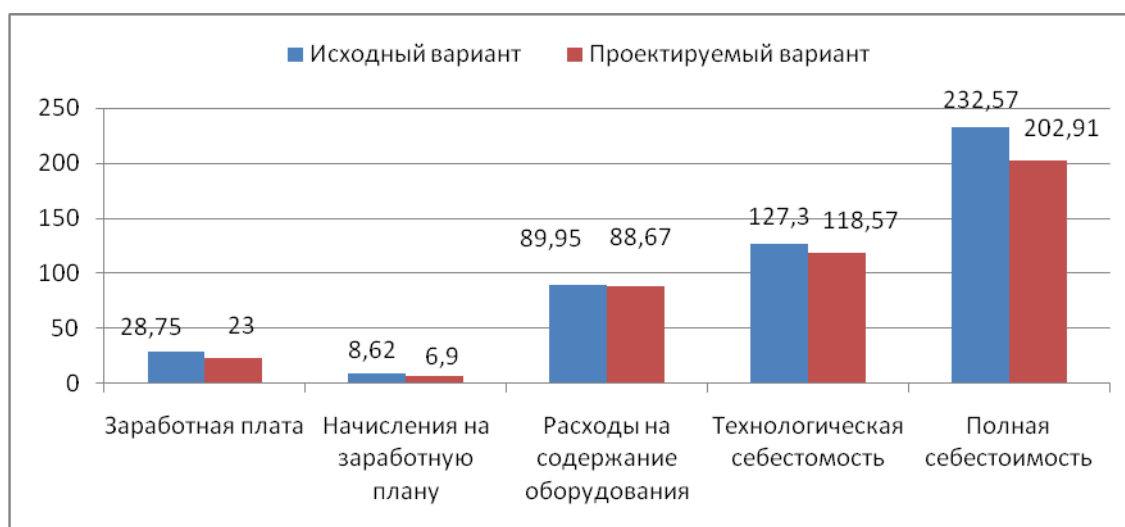


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 28791,81 руб. и учитывает изменяющиеся условия (инструмент, приспособление и затраты на проектирование) при выполнении операций «045 Токарной» и «050 Сверлильной».

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	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	11864
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	3
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}} \text{ руб.}$	33883,58
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД}, \text{ руб.}$	5091,77
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,18

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, во-первых, положительная величина интегрального экономического эффекта – 5091,77 руб., во-вторых, оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года, и в-третьих, индекс доходности (ИД), который составляет 1,18 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций «045 – Токарной» и «050 – Сверлильной» технологического процесса изготовления детали «корпус приспособления для зенкерования».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение данной выпускной квалификационной работы позволило достигнуть ее цели. Для этого был проведен комплекс технических мероприятий. Во-первых выбран оптимальный метод получения заготовки, что стало основой для проектирования экономически выгодного техпроцесса. Далее разработана сама заготовка и на ее основе спроектирован маршрут изготовления корпуса. Затем полученный техпроцесс был проанализирован на предмет операций, которые необходимо модернизировать. Для этого проведено проектирование технологической оснастки и специального режущего инструмента. Для проверки экологической безопасности и экономической эффективности принятых решений также выполнены соответствующие мероприятия. В результате можно сделать вывод об эффективности спроектированного техпроцесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
3. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
4. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
5. 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.
6. 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.
7. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 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. 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.

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. 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.
12. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
13. 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.
14. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
15. 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.
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. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.
20. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
21. 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.
22. 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.
23. Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с..
24. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.
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

Лист		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Лист	№	Перв. примен.						
		Лист	№	Срэд. №				
A1					17.07.ТМ.031.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>								
A3	1	17.07.ТМ.031.008.001	Корпус	1				
A4	2	17.07.ТМ.031.008.002	Крышка	1				
A4	3	17.07.ТМ.031.008.003	Корпус пневмоцилиндра	1				
A4	4	17.07.ТМ.031.008.004	Корпус оправки	1				
A4	5	17.07.ТМ.031.008.005	Мембрана	1				
A4	6	17.07.ТМ.031.008.006	Кулачки сменные	3				
A4	7	17.07.ТМ.031.008.007	Кулачки постоянные	3				
A4	8	17.07.ТМ.031.008.008	Тяга	1				
A4	9	17.07.ТМ.031.008.009	Упор	3				
A4	10	17.07.ТМ.031.008.010	Шток	1				
A4	11	17.07.ТМ.031.008.011	Поршень	1				
<u>Стандартные изделия</u>								
	12		Шпонка ГОСТ 14 737-69	2				
	13		Шпонка ГОСТ 14 737-69	3				
	14		Кольцо ГОСТ 8752-79	2				
	15		Демпфер ГОСТ 8745-79	2				
	16		Кольцо ГОСТ 8752-79	1				
	17		Кольцо ГОСТ 8752-79	1				
	18		Винт М10x30 ГОСТ 11738-84	4				
					17.07.ТМ.031.008.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Апарин Н.В.				Станочное приспособление	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Козлов А.А.					В	1	2
Н.контр.	Виткалов В.Г.				ТГУ, ТМдз-1231			
Утв.	Логинов Н.Ю.							
Копирвал					Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Винт М5х12 ГОСТ 11074-93	6	
		20		Винт М10х20 ГОСТ 11074-93	2	
		21		Винт М10х30 ГОСТ 11074-93	8	
		22		Винт М10х27 ГОСТ 11074-93	4	
		23		Винт М10х20 ГОСТ 11074-93	4	

Изд. № подл.	Подп. и дата.	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

17.07.ТМ.031.008.000

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание										
				<u>Документация</u>												
A1			17.07.ТМ.031.010.000.СБ	Сборочный чертеж												
				<u>Детали</u>												
A3	1		17.07.ТМ.031.010.001	Державка	1											
A4	2		17.07.ТМ.031.010.002	Пластина опорная	1											
A4	3		17.07.ТМ.031.010.003	Винт	1											
A4	4		17.07.ТМ.031.010.004	Прихват	1											
A4	5		17.07.ТМ.031.010.005	Пластина режущая	1											
				<u>Стандартные изделия</u>												
	6			Винт М2 ГОСТ 17475-80	1											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Изм.</th> <th>Лист</th> <th>№ докум.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата												
				17.07.ТМ.031.010.000												
И-№, № подл.	Разраб.	Апарин Н.В.		Резец расточной	Лит.	Лист	Листов									
	Проб.	Козлов А.А.			В		1									
	Н.контр.	Виткалов В.Г.		ТГУ, ТМдз-1231												
	Утв.	Логинов Н.Ю.														

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Директор																			
Зам. дир.																			
Подп.																			

Разработчик *Аларин Н.В.*
 Проверил *Козлов А.А.*
 Утвердил *Логинов Н.Ю.*
 Н. констр. *Виткалов В.Г.*

ТГУ, кафедра ОТМП
Корпус приспособления

М01	<i>СЧ15 ГОСТ 14.12-85</i>									
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ
	166	4747	1		077			φ484,8x106,6	1	6171

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

*XX XX XX 000 Заготовительная
 Литейная машина*

А06	<i>XX XX XX 005 4113 Токарная</i>														
Б07	<i>381151 Токарно-карцельный 1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 4,84</i>														
0.08	<i>Точить поверхность 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 в размер φ358^{+0,57}, φ443^{+0,65}, φ479^{+0,65} 105,2^{+0,35}</i>														
09	<i>73,7^{+0,5}, 48,7^{+0,25}</i>														
Т.10	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК8; 393311</i>														

Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89.

А.13	<i>XX XX XX 010 4113 Токарная</i>														
Б.14	<i>381151 Токарно-карцельный 1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 9,52</i>														
0.15	<i>Точить поверхность 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 18 в размер φ479^{+0,63}, φ436^{+0,63}, φ393^{+0,57}, φ48,038^{+0,3}</i>														
0.16	<i>φ39^{+0,25}, 103^{+0,35}, 71^{+0,3}, 42,5^{+0,25}, 26,7^{+0,21}</i>														

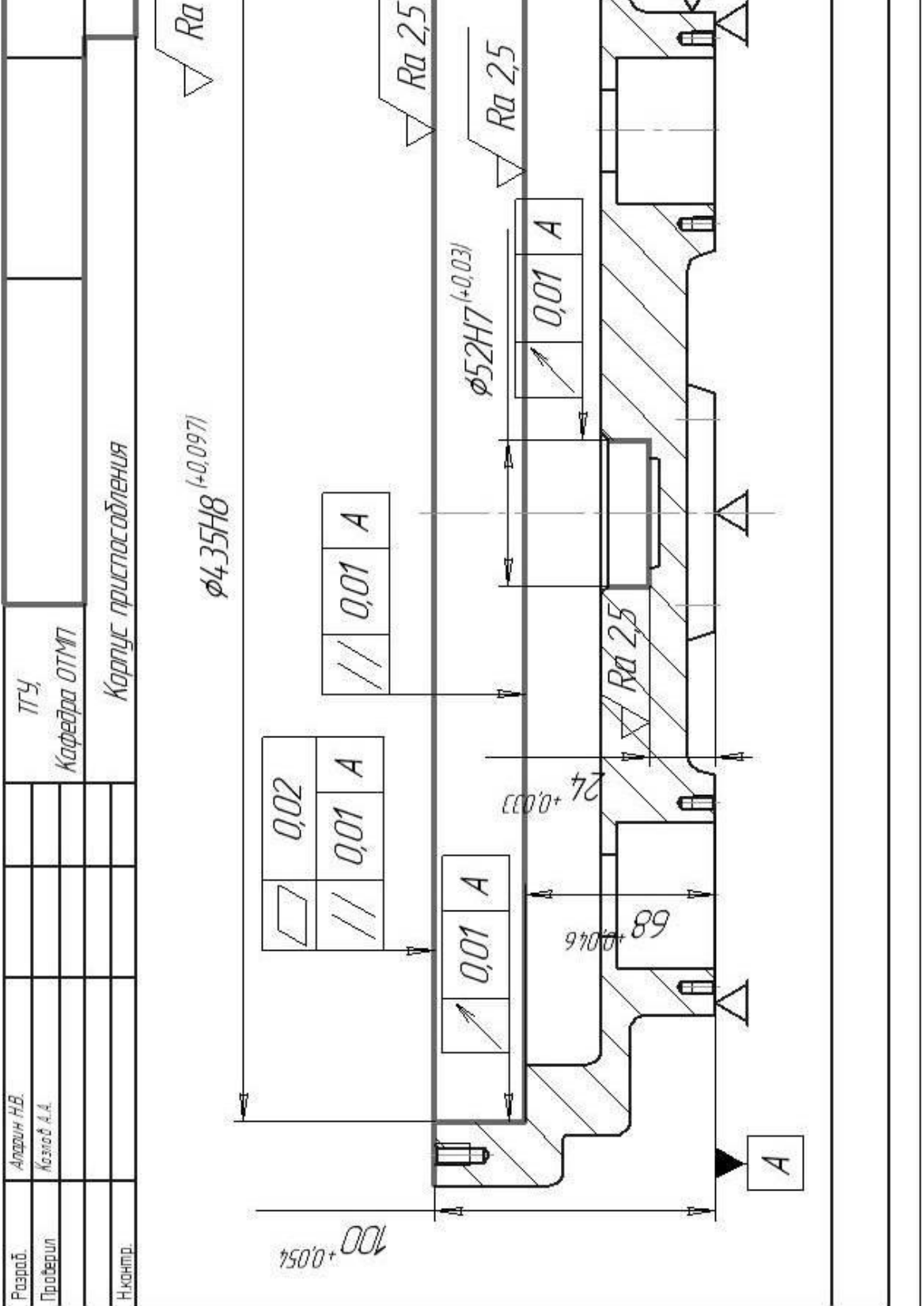
МК															
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

А	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа					
					Код, наименование обработки			CM	проф	P	УТ	КР	КОМД	ЕН
0.65	Точить поверхность 1, 2, 3, 8, 9 в размер $\phi 435_{\pm 0,054}$, $\phi 52_{\pm 0,05}$, $100_{\pm 0,046}$ 68													
T.66	396110 Патрон 4-х кулачковый; 392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК4; 392190 Резец расточной													
T.67	контурный специальный ВК6М; 393121 Скода рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Циркуляр ГОСТ 10-88.													
68														
A.69	XX XX XX 050 4121 Сверлильная													
Б 70	381213 Сверлильно-расточной 2А622МФ2 3 15292 422 1Р 1 1 1 100 1 2,48													
0.71	Растачивать поверхности 27, 28 в размер $\phi 52_{\pm 0,05}$, $65_{\pm 0,046}$.													
T.72	396171 Оправка мембранная; 392190 Резец расточной контурный специальный ВК6М; 393121 Скода													
T.73	рычажная СР ГОСТ 11098-75.													
74														
A.75	XX XX XX 055 Моечная													
76														
A.77	XX XX XX 060 Контрольная													
78														
79														
80														
81														
82														
83														
84														
85														
86														
87														
	МК													

ПРИЛОЖЕНИЕ В

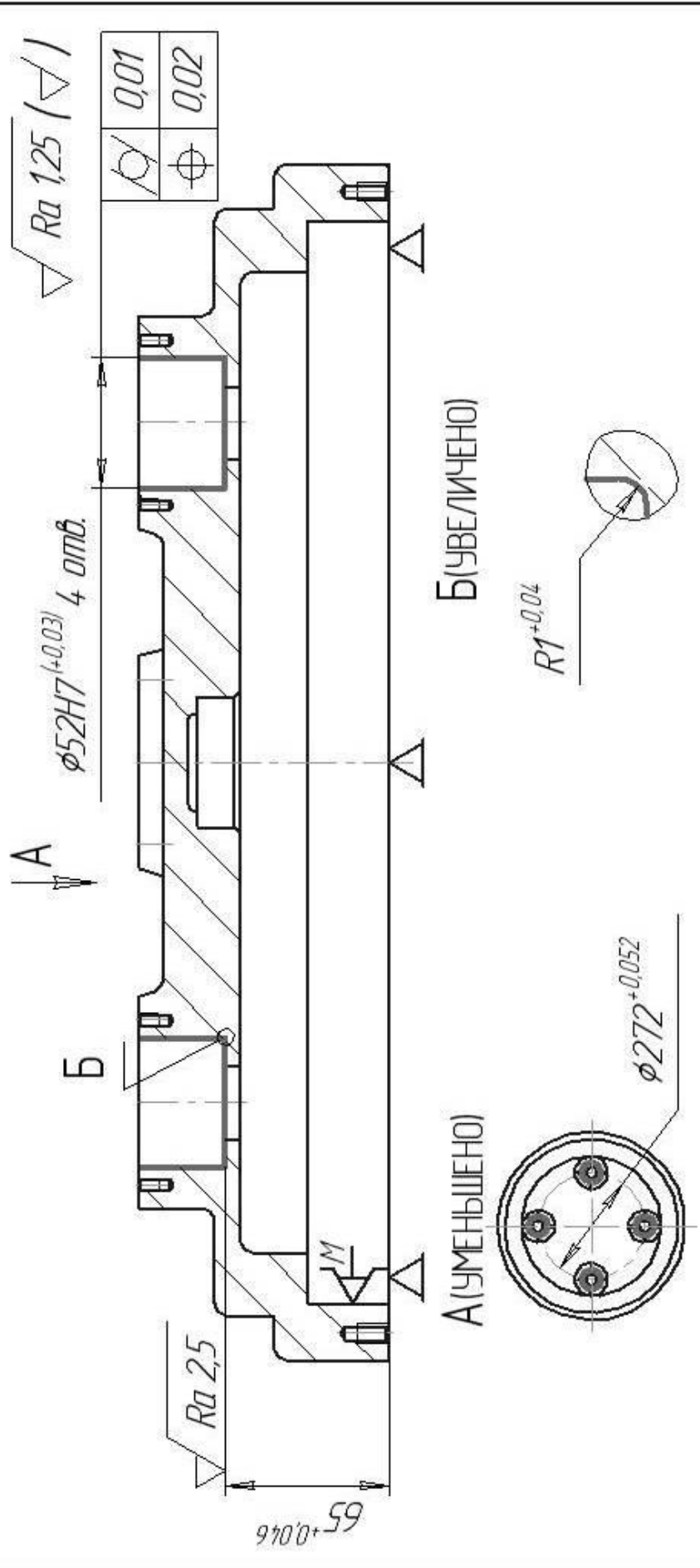
Операционные карты

Дубл.										
Взам.										
Подп.										
Разработчик	Александр Н.В.		ТГУ							
Проверил	Козлов А.А.		Кафедра ОТМП							
Н.контр.			Корпус приспособления		045					



Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

Разраб.	Александр Н.В.	ТГУ Кафедра ОТМП	050
Проверил	Козлов А.А.		
Н.контр.		Корпус приспособления	



Дубл.																
Взам.																
Подп.																
Разработ.	Александр Н.В.															
Проверил	Козлов А.А.															
Н.контр.																
Наименование операции	<i>Корпус приспособления</i>															
Сверлильная	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОМД									
	СЧ15 ГОСТ 1412-85	166	4747	4484,8x106,6	61,71	1										
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpa	Тип	СОЖ										
2A622МФ2		1,96			2,48	Украинол-1										
		0 или в	L	+	+	S	п	V								
01	<i>1. Установить заготовку</i>															
T 2	<i>396171 Оправка мембранная; 392190 Резец расточной контурный специальный ВК6М; 393121 Скоба</i>															
T 03	<i>рыночная СР ГОСТ 11098-75.</i>															
0 04	<i>2. Растачивать поверхность 27, 28 выдерживая размеры согласно эскизу</i>															
P 05	1				0,475	0,1	930	152								
T 06	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>															
07																
08																
09																
10																