

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса сверлильного
приспособления

Студент	<u>С.В. Зубко</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u></u>
Консультант	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2021

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе решается задача проектирования технологического процесса изготовления корпуса сверлильного приспособления. Спроектированный технологический процесс позволяет изготавливать годовую программу деталей заданного качества при минимальных затратах на производство в условиях среднесерийного типа производства.

Цель работы формулируется во введении. Затем проводится анализ исходных данных, в результате которого определяются основные особенности конструкции детали и условия проектирования технологического процесса. Исходя из этого, формулируются задачи работы, которые необходимо решить в ходе проектирования.

Решение технологических задач включает в себя выбор метода получения заготовки и ее проектирование. Также проектируется маршрутная технология изготовления детали, выбираются оборудование и средства технологического оснащения, рассчитываются параметры технологических операций и производится их подробное проектирование.

Задачи, связанные с модернизацией производства, решены путем проектирования специальной технологической оснастки и режущего инструмента. Проектирование мембранной оправки позволило решить проблему обеспечения требуемой точности обработки и снижения времени проведения соответствующих операций. Проектирование расточного резца позволило решить проблемы качества обработки на чистовых операциях.

Все принятые технические решения оценены с точки зрения безопасности и экологичности их внедрения в производство. Экономические расчеты показателей спроектированного технологического процесса подтвердили его эффективность.

Данная работа содержит из 64 страницы пояснительной записки и 7,5 листов формата А1 графической части.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	5
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы	10
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
2.4 Проектирование операций технологического процесса	23
3 Проектирование специальной технологической оснастки	27
3.1 Проектирование мембранной оправки.....	27
3.2 Проектирование расточного резца	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	43
5 Экономическая эффективность работы	46
Заключение	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	62

Введение

В условиях крупносерийного и массового типов производств широкое применение получили различного рода специальные приспособления. Причина этого заключается в необходимости обеспечения высокой производительности в данных типах производства. Как правило, стандартные приспособления неспособны ее обеспечить и не могут быть модернизированы для этих целей. В связи с этим такого рода приспособления получили широкое распространение. Однако, данные приспособления имеют и недостатки, основной из которых невозможность или ограниченная возможность их переналадки на выпуск новой детали. Это ограничивает возможность их применения в условиях других типов производств.

Рассматриваемое в данной работе приспособление предназначено для проведения сверлильных работ. Данное приспособление должно обеспечить одновременную обработку четырех отверстий. Такое конструктивное решение позволяет не только увеличить производительность операции, но и положительно скажется на точности взаимного расположения обрабатываемых поверхностей. Обеспечение таких характеристик требует выполнения соответствующих требований к изготовлению как всего приспособления в целом, так и его частей, одной из которых является рассматриваемый в работе корпус. При производстве корпуса, кроме качества его изготовления, необходимо обеспечить требуемую производительность и минимизировать затраты на его производство.

Таким образом, цель данной выпускной квалификационной работы можно сформулировать как разработка технологии изготовления корпуса сверлильного приспособления, обеспечивающей его изготовление в необходимом количестве при условии обеспечения требуемого качества и минимальных затратах.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Назначение корпуса является типовым для деталей данного класса. В корпус устанавливается при помощи подшипников главный приводной вал, а также соединенные с ним посредством зубчатой передачи выходные валы сверлильного приспособления и крышки, закрывающие подшипниковые бобышки. Сам корпус соединяется с крышкой приспособления, которая центрирует все приспособление на приводе.

Эксплуатационные нагрузки зависят от режимов использования всего приспособления. Как правило, они являются расчетными и не критичны для данной детали. Характер нагрузок может быть различным и зависит от вида выполняемой операции. Возможно возникновение вибрационных нагрузок переменной направленности. Влияние на корпус температур ограничено, так как оборудование работает в условиях закрытого производственного помещения с соответствующим температурным режимом, а зона резания в процессе обработки охлаждается. В процессе работы происходит непосредственный контакт корпуса с технологическими жидкостями, такими как смазочно-охлаждающая жидкость, промышленные масла и другими технологическими жидкостями. Это может привести к повреждению поверхностного слоя и коррозии.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Анализ технологических показателей подразумевает оценку на технологичность материала детали, конструкции детали и механической обработки детали.

В качестве материала корпуса принят чугун СЧ-15 ГОСТ1412-85. Для

оценки материала детали рассмотрим его физико-механические характеристики [3]. Предел прочности при растяжении 98 МПа, предел прочности при сжатии 60 МПа. При таких механических свойствах данная марка чугуна по данным [10] обладает хорошими показателями обрабатываемости резанием. Данный чугун обладает хорошей коррозионной стойкостью по отношению к технологическим жидкостям, с которыми контактирует деталь в процессе эксплуатации. Чугун обладает плохой ковкостью, что обуславливает отказ от применения методов обработки давлением для получения заготовки. При этом литейные свойства чугуна очень хорошие, что делает возможным применение методов литья для получения заготовки. Данные методы часто применяются для получения крупногабаритных заготовок со сложными формами, что хорошо подходит для рассматриваемого корпуса.

Конструкция корпуса достаточно сложная, ступенчатая с не соосно расположенными отверстиями. Однако такая конструкция типична для деталей типа корпус. Поверхности, формирующие контур детали имеют простые формы в виде цилиндров и плоскостей, что позволяет их получить стандартными методами обработки. Немаловажную роль в оценки технологичности конструкции детали играет их служебное назначение. Для анализа служебного назначения классифицируем поверхности детали в соответствии с методикой [14]. Для этого выполним эскиз детали и нанесем на нем номера поверхностей (рисунок 1). Классификация поверхностей в соответствии с принятой методикой представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
«Основная конструкторская база» [14]	2, 3
«Вспомогательная конструкторская база» [14]	1, 8, 9, 14, 26, 27, 28, 35, 36, 37, 60, 61, 64, 73, 75, 76
«Исполнительная поверхность» [14]	8, 9, 27, 28, 36, 37, 61, 64, 73, 75
«Свободные поверхности» [14]	все остальные

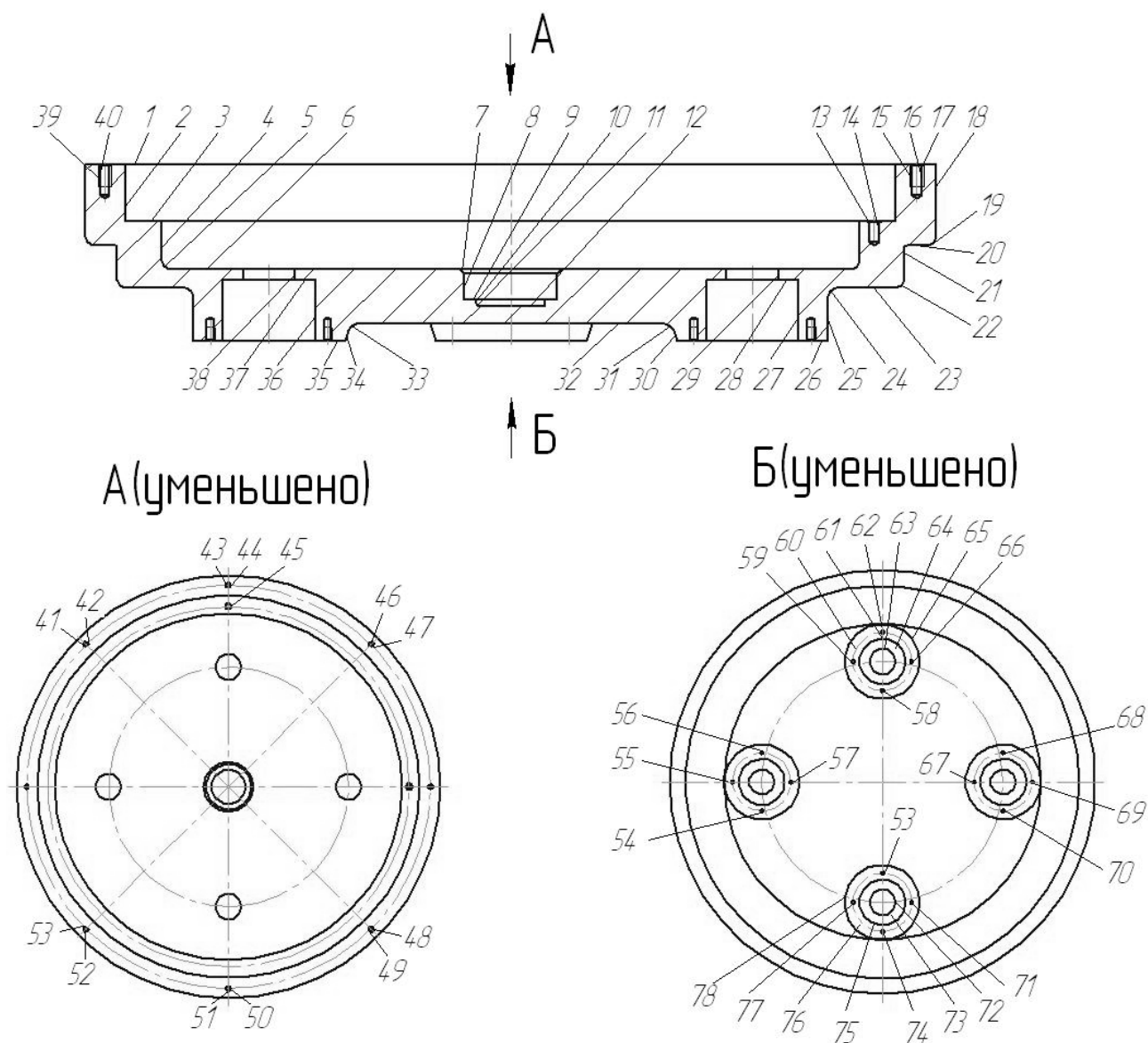


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Из представленной классификации следует, что количество ответственных поверхностей в конструкции детали значительно и доля высокоточной обработки будет также велика.

Технологичность механической обработки обуславливается необходимостью применения специального оборудования, оснастки, режущего и контрольного инструмента. Исходя из точности обрабатываемых поверхностей и их геометрических особенностей, в данном случае применения специального оборудования, режущего инструмента и оснастки

не требуется. Все требуемые характеристики поверхностей могут быть получены с применением стандартного оборудования, режущего инструмента и оснастки. Исходя из того, что все размеры детали соответствуют предпочтительному ряду чисел, а точность не превышает седьмого квалитета для контроля достаточно применять стандартные измерительные инструменты и контрольно-измерительные приборы. Еще одним важным вопросом, влияющим на технологичность механической обработки, является возможность базирования заготовки на операциях. В данном случае в качестве баз могут быть использованы поверхности детали, то есть создания специальных технологических баз не требуется. Стоит заметить, что реализация базирования заготовки на операциях механической обработки не потребует применения специальных средств оснащения.

Анализ технологических показателей, проведенный выше, показал хорошие результаты и позволил выявить основные направления и ограничения при дальнейшем проектировании технологии изготовления корпуса.

1.3 Анализ типа производства

Для проведения анализа типа производства сначала необходимо его определить. Согласно рекомендациям [6] при массе корпуса 47,47 кг и годовой программе выпуска в 1000 штук тип производства среднесерийный.

Теперь зная тип производства, проведем анализ его основных характеристик. Для этого воспользуемся литературными данными [6].

Технологический процесс строится на основе запуска деталей в производство периодически повторяющимися партиями при условии циклической и линейной формы организации. Технология изготовления проектируется на базе типовой, что снижает время проектирования без потери качества. Маршрут обработки формируется исходя из необходимости обеспечения минимума удельных затрат на обработку с применением

принципа экстенсивной концентрации переходов, в случае обоснованной необходимости возможно применение принципа интенсивной концентрации переходов. Техпроцесс оформляется в виде маршрутной карты, в случае необходимости на наиболее сложные операции разрабатываются операционные карты с соответствующими картами эскизов.

В качестве заготовки в условиях среднесерийного типа производства применимы все наиболее распространенные методы получения. В данном случае применимость методов ограничивается свойствами материалов детали. Наиболее подходящими являются методы литья.

Определение припусков на обработку и межпереходных размеров производится с использованием статистического метода. Исключение составляют размеры точнее восьмого качества. В этом случае предпочтительным является использование расчетно-аналитического метода.

При проектировании технологических операций следует учитывать следующее. Концентрация переходов назначается исходя из возможностей технологического оборудования. При выборе оборудования и средств технологического оснащения следует отдавать предпочтение универсальным, стандартным и нормализованным, которые выпускаются промышленностью серийно. Применение специальных и специализированных оборудования и средств технологического оснащения допускается в обоснованных случаях. Предпочтительным методом достижения точности обработки является метод работы на настроенном оборудовании. В исключительных случаях допускается использование метода пробных ходов и промеров. На финишных операциях для достижения требуемой точности обработки желательно использование средства активного контроля. С целью обеспечения минимальных припусков и допусков на обработку при проектировании технологических операций необходимо соблюдать принципы базирования. Расчет припусков на обработку выполняется при помощи статистических таблиц, а для поверхностей имеющих высокую точность или большой объем механической обработки расчетно-

аналитическим методом с целью снижения величины припусков за счет увеличения точности расчетов.

При организации производства следует придерживаться следующих рекомендаций. Оборудование в цехе следует располагать по групповому признаку, в обоснованных случаях допускается расстановка по ходу техпроцесса. Производство деталей происходит периодически повторяющимися партиями, что обеспечивает общую загрузку оборудования на уровне 70%. Квалификация работников цеха должна быть достаточно высокой с разделением на группы, такие как, операторы, наладчики и вспомогательные рабочие.

1.4 Задачи работы

Сформулируем задачи, которые вытекают из проведенного выше анализа исходных данных. Необходимо выбрать оптимальный вариант получения заготовки и провести ее проектирование. Для этого необходимо провести соответствующие экономические расчеты, определить припуски на обработку и параметры заготовки. После чего необходимо спроектировать маршрутную технологию изготовления корпуса, а также спроектировать технологические операции с учетом особенностей проектирования в среднесерийном типе производства. Далее необходимо выявить лимитирующие операции или операции с техническими недостатками и провести их совершенствование путем проектирования специальных средств оснащения. Спроектированный технологический процесс необходимо проверить на безопасность его выполнения и влияние его на экологию. Все изменения, вносимые в технологию изготовления, необходимо обосновать экономическими расчетами.

В данном разделе проведен анализ исходных данных, по результатам которого сформулированы основные задачи выпускной квалификационной работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Как отмечалось ранее, для деталей из чугуна наиболее подходящими методами получения заготовок являются методы литья. Проанализировав литературные данные [20] приходим к выводу, что в данном случае наиболее эффективны методы литья в земляные формы и в кокиль. Окончательно выбор можно сделать, выполнив экономическое сравнение данных методов получения заготовки. Согласно методике [20] для этого необходимо сравнить технологические себестоимости изготовления деталей из заготовок, полученных этими методами. Для этого используется формула:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – удельная стоимость получения заготовки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$ – удельная стоимость механической обработки, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – удельная стоимость стружки, руб» [20].

Удельная стоимость получения заготовки определяется по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_P, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения отливки;

$C_{ОТ}$ – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

h_T – коэффициент точности отливки;

h_C – коэффициент группы сложности отливки;

h_B – коэффициент массы отливки;

h_M – коэффициент марки материала отливки;

h_{Π} – коэффициент программы выпуска» [20].

Отметим, что в данном случае индекс метода получения отливки 1 для метода получения заготовки литьем в землю, и 2 для метода получения заготовки литьем в кокиль.

Выполняем расчет.

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

Для определения массы заготовки используется формула:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_p – коэффициент, который учитывает особенности метода получения и формы заготовки.

Для определения массы детали используется формула:

$$q = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где V – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см^3 ;

ρ – плотность материала детали, кг/см^3 .

Выполняем расчет.

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

Далее по формуле (3) рассчитываем массы заготовок.

$$Q_1 = 47,47 \cdot 1,4 = 66,46 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 47,47 \cdot 1,3 = 61,71 \text{ кг.}$$

Удельная стоимость механической обработки определяется по формуле:

$$\llcorner C_{\text{MEH}i} = C_{\text{C}} + E_{\text{H}} \cdot C_{\text{K}}, \quad (5)$$

где C_{C} – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

C_{K} – приведенные капитальные вложения, руб.;

E_{H} – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [20].

Выполняем расчет.

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

Подставляем в формулу (1) полученные значения и производим расчет.

$$\begin{aligned} C_{\text{T}1} &= 50,28 \cdot 66,46 + 4,6 \cdot (66,46 - 47,47) - 1,4 \cdot (66,46 - 47,47) = \\ &= 3402,37 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{T}2} &= 50,28 \cdot 61,71 + 4,6 \cdot (61,71 - 47,47) - 1,4 \cdot (61,71 - 47,47) = \\ &= 3148,34 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали, что метод литья в кокиль имеет лучшие экономические показатели, поэтому принимаем решение выбрать данный метод и дальнейшее проектирование заготовки проводить для него.

Первым этапом проектирования заготовки является выбор маршрутов обработки поверхностей, на основании которых определяются припуски на их обработку. Выполнение данной процедуры выполним с использованием методики и данных [16]. Суть данной методики заключается в следующем. Для достижения определенного сочетания точности и шероховатости поверхности используются различные методы обработки, при этом сочетание данных методов для достижения одних и тех же параметров может быть различным. Если имеется несколько возможных маршрутов обработки, то выбор в пользу одного из них производится исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента относительной трудоемкости. В результате получается оптимальный маршрут обработки поверхности. Маршруты обработки поверхностей рассматриваемой детали представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Маршруты обработки поверхностей

Номера поверхностей	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Квалитет точности размера	Последовательность обработки
1, 3, 26, 35, 61, 76	2,5	12	т, тч, тт
2	1,25	8	т, тч, тт
4	12,5	12	т
5, 6	12,5	12	т
7	12,5	12	тч
8	1,25	7	т, тч, тт
9	2,5	12	т, тч, тт
10	12,5	12	т
11, 12	12,5	12	т
13	12,5	12	с
14, 45	1,25	8	с, з, р
15, 39, 42, 44, 47, 49, 51, 53	6,3	10	рн
16, 41, 43, 46, 48, 50, 52	6,3	10	т
17	6,3	10	з
18	12,5	12	т
19, 20	12,5	12	т
21	12,5	12	т
22, 23, 24	12,5	12	т
25	12,5	12	т
27, 36, 61, 75	1,25	7	т, тч, тт
28, 37, 64, 76	2,5	12	т, тч, тт
29, 38, 63, 75	12,5	12	с
все остальные	6,3	10	с, рн

Сокращения в таблице 2: т – черновое точение, тч – чистовое точение, тт – тонкое точение, с – сверление, з – зенкерование, р – развертывание, рн – нарезание резьбы.

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков на обработку. В соответствии с серийностью производства и его характеристик для точных поверхностей припуск необходимо рассчитать расчетно-аналитическим методом [17]. Для рассматриваемой детали это поверхности диаметром 52 мм, выполняемые с точностью $H7(^{+0,03})$.

Производим расчеты в соответствии с выбранной методикой. Суть расчета состоит в расчете трех составляющих припуска минимального, максимального и среднего.

Для расчета минимального припуска используется выражение:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a_{i-1} – величина дефектного поверхностного слоя, полученного при выполнении предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности, полученных при выполнении предыдущего перехода, мм;

ε_i – погрешность установки заготовки в приспособлении на данном переходе, мм» [17].

Выполняем расчет.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{1,000^2 + 0,025^2} = 1,3 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,100^2 + 0,025^2} = 0,763 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,090 + \sqrt{0,016^2 + 0,020^2} = 0,155 \text{ мм.}$$

Для расчета максимального припуска используется выражение:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i), \quad (7)$$

«где TD_i – допуск выполнения размера на данном переходе, мм;

TD_{i-1} – допуск выполнения размера на предыдущем переходе, мм» [17].

Выполняем расчет.

$$z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (2,800 + 0,300) = 2,850 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,430 + 0,100) = 1,028 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,25) = 0,187 \text{ мм.}$$

Для расчета среднего припуска используется выражение:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)$$

Выполняем расчет.

$$z_{ср1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (2,850 + 1,300) = 2,075 \text{ мм.}$$

$$z_{ср2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (1,028 + 0,763) = 0,896 \text{ мм.}$$

$$z_{ср3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,187 + 0,155) = 0,171 \text{ мм.}$$

По известным величинам припусков можно определить искомый диаметр на заготовительной операции. Для этого необходимо выполнить расчет минимального, максимального и среднего операционных размеров для каждого технологического перехода. Особенность выполнения данных расчетов заключается в том, что расчет ведется от известного значения операционного размера, то есть от размеров готового отверстия.

Для расчета максимального диаметра отверстия на переходе используется выражение:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9)$$

Для расчета минимального диаметра отверстия на переходе используется выражение:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10)$$

Для расчета среднего диаметра отверстия на переходе используется выражение:

$$D_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i\text{ max}} + D_{i\text{ min}}). \quad (11)$$

Выполняем расчет.

$$D_{3\text{ max}} = 52,030 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = 52,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (52,030 + 52,000) = 52,015 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 52,030 - 2 \cdot 0,187 = 51,656 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ min}} = D_{2\text{ max}} - TD_2 = 51,656 - 0,010 = 51,556 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (51,656 + 51,556) = 51,606 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ max}} = D_{2\text{ max}} - 2 \cdot z_{2\text{ min}} = 50,394 - 2 \cdot 1,028 = 48,338 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ min}} = D_{1\text{ max}} - TD_1 = 48,338 - 0,300 = 48,038 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (48,338 + 48,038) = 48,188 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ max}} = D_{1\text{ max}} - 2 \cdot z_{1\text{ min}} = 48,338 - 2 \cdot 2,850 = 42,638 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ min}} = D_{0\text{ max}} - TD_0 = 42,638 - 2,800 = 39,838 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (42,638 + 39,838) = 41,238 \text{ мм.}$$

Имея предельные значения размеров детали и исходной заготовки, определяем суммарные минимальный, максимальный и средний припуски.

Для расчета минимального общего припуска используется выражение:

$$2z_{\text{min}} = D_{3\text{ max}} - D_{0\text{ min}}. \quad (12)$$

Для расчета максимального общего припуска используется выражение:

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

Для расчета среднего общего припуска используется выражение:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14)$$

Выполняем расчеты.

$$2z_{min} = 52,030 - 39,838 = 12,192 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 12,192 + 2,800 + 0,030 = 15,022 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (12,192 + 15,022) = 13,607 \text{ мм.}$$

Исходя из серийности производства и его характеристик, для менее точных размеров припуски рекомендуется определять на основе статистического метода [22]. Суть данного метода заключается в следующем. Минимальный припуск для каждого технологического перехода определяется по таблицам статистических данных [22] исходя из требуемой точности обработки и шероховатости обрабатываемой поверхности. Максимальный припуск определяется по формуле (7). Полученные при помощи данной методики припуски приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Операционные припуски на обработку поверхностей

Поверхность	Наименование технологического перехода	Минимальный припуск на обработку, мм	Максимальный припуск на обработку, мм
1, 26, 35, 60, 76	черновое точение	2,2	3,475
	чистовое точение	1,0	1,245
	тонкое точение	0,5	0,597
2	черновое точение	2,8	4,915
	чистовое точение	0,3	0,74
	тонкое точение	0,2	0,374
3	черновое точение	2,2	3,25
	чистовое точение	1,0	1,21
	тонкое точение	0,5	0,583
9	черновое точение	1,8	2,95
	чистовое точение	0,8	1,01
	тонкое точение	0,4	0,475
14, 45	зенкерование	0,8	0,884
	развертывание	0,2	0,233
28, 37, 64, 73	черновое точение	1,8	2,95
	чистовое точение	0,8	1,01
	тонкое точение	0,4	0,475

На заключительном этапе проектирования заготовки необходимо определить ее основные характеристики, допуски на размеры заготовки и напуски. Для этого необходимо использовать соответствующий стандарт [4]. Далее необходимо выполнить рабочий чертеж заготовки. Для этого формируется контур заготовки путем прибавления к контуру детали суммарных припусков на обработку, а также напусков. После этого на все размеры заготовки назначаются допуски, и определяется общая шероховатость заготовки. В технических требованиях к заготовке указываются все необходимые параметры в соответствии со стандартом. Спроектированная заготовка корпуса выполнена на листе графической части данной выпускной квалификационной работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

В соответствии с серийностью производства и его характеристиками план изготовления детали проектируется на основе технологического маршрута ее изготовления. В данном случае рекомендуется для формирования маршрута изготовления использовать типовые маршруты деталей данного типа [8]. Для этого необходимо анализировать необходимость выполнения той или иной операции из типового маршрута и принимать решение о включении данной операции в проектируемый маршрут обработки или исключении ее. При формировании операций в них следует включать поверхности, для выполнения которых необходимо применять одинаковые методы обработки и имеющие одинаковую точность обработки в соответствии с маршрутом обработки поверхностей, разработанным ранее и представленным в таблице 2. Полученный маршрут обработки приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Технологический маршрут изготовления детали

Номер операции	Методы обработки поверхностей	Номера поверхностей подлежащих обработке
005	точение	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 35
010	точение	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12
015	сверление, зенкерование, резьбонарезание, растачивание	27, 28, 29, 36, 37, 38, 54, 55, 56, 59, 62, 66, 68, 69, 70, 71, 74, 77
020	сверление, зенкерование, развертывание, резьбонарезание	15, 16, 17, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,
025	точение	25, 26, 35
030	точение	1, 2, 3, 7, 8, 9
035	растачивание	27, 28, 36, 37
040	точение	25, 26, 35
045	точение	1, 2, 3, 8, 9
050	растачивание	27, 28, 36, 37
055	мойка	все
060	контроль	все

Далее разрабатывается эскиз выполнения каждой операции. При этом необходимо спроектировать схемы базирования. Для этого рекомендуется использовать данные по типовым схемам базирования [15], а также основные принципы базирования [15]. Это позволит существенно повысить точность обработки за счет устранения погрешности базирования. На эскизе операции также необходимо указать операционные размеры и шероховатости, достигаемые на данной операции. Также необходимо рассчитать допуски на выполнение каждого операционного размера и отклонения формы и расположения поверхностей. По результатам формируется графический план изготовления детали, в виде технологического документа представленного в графической части выпускной квалификационной работы. Данный документ оформляется на основе рекомендаций [15]. Кроме того результаты проектирования плана изготовления отражаются в маршрутной карте, представленной в приложении А данной работы.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

В соответствии с серийностью производства и его характеристиками при выборе оборудования и средств технологического оснащения имеются ряд ограничений.

Оборудование должно обеспечивать необходимую концентрацию переходов и метод достижения точности обработки работой на настроенном оборудовании. При выборе оборудования и средств технологического оснащения следует отдавать предпочтение универсальным, стандартным и нормализованным оборудованию и средствам технологического оснащения, которые выпускаются промышленностью серийно. Применение специальных и специализированных оборудования и средств технологического оснащения допускается в обоснованных случаях. Более подробно рекомендации по выбору оборудования и средств технологического оснащения представлены в литературе [1].

Соблюдение данных рекомендаций позволит выбрать оптимальные оборудование и средства технологического оснащения в условиях среднесерийного типа производства и, как следствие этого, существенно снизить затраты на изготовление корпуса.

Модели технологического оборудования, тип и марки материала режущего инструмента, тип и конкретное исполнение станочного приспособления, а также модели контрольно-измерительных приспособлений определим по каталогам и справочникам [5, 7, 11, 13, 18]. Полученные результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Выбор оборудования и средств оснащения

Наименование операции	Технологическое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные приспособления
005 Токарная	токарно-карусельный 1A512МФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный	штангенциркуль ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 5

Наименование операции	Технологическое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные приспособления
005 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
015 Сверлильная	сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец ГОСТ 18879-73, сверло метчик ГОСТ 3266-81	штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
020 Сверлильная	сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	сверло, зенкер ГОСТ 12489-71, метчик ГОСТ 3266-81, развертка ГОСТ 1672-80	калибры
025 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	оправка мембранная	резец ГОСТ 18879-73	скоба рычажная ГОСТ 11098-75
030 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	патрон четырехкулачковый	резец ГОСТ 18879-73	скоба рычажная ГОСТ 11098-75, нутромер ГОСТ 10-88-
035 Сверлильная	сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2	оправка мембранная	резец ГОСТ 18879-73	скоба рычажная ГОСТ 11098-75, нутромер НМ ГОСТ 10-88
040 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	оправка мембранная	резец ГОСТ 18879-73	скоба рычажная ГОСТ 11098-75, калибр
045 Токарная	токарно-карусельный 1А512МФ3	патрон четырехкулачковый	резец специальный	скоба рычажная ГОСТ 11098-75, калибр
050 Сверлильная	сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2	оправка мембранная	резец специальный	скоба рычажная ГОСТ 11098-75, калибр

Выбранные оборудование и средства технологического оснащения представлены в соответствующей технологической документации. Данные

сведения содержатся в маршрутной карте технологического процесса и операционных картах, которые представлены в приложении А.

Также данные сведения вносятся на технологические наладки и частично в план изготовления, которые представлены в графической части выпускной квалификационной работы.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Проектирование операций технологического процесса подразумевает определение режимов на их выполнение, проведение нормирования и подробную проработку их структуры.

Определение режимов выполнения операций в условиях среднесерийного типа производства выполняется с применением расчетно-аналитического метода [12]. Данный метод имеет следующую последовательность проектирования. Сначала определяется глубина резания на операции, которая не может превышать значения припуска на обработку. После этого по справочным данным определяется рекомендуемая подача, значение которой может быть скорректировано в зависимости от реальных условий обработки и технических возможностей технологического оборудования. Далее рассчитывается скорость резания с использованием выражения:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (15)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [12].

Исходя из расчетной скорости резания, определяется частота вращения шпинделя с использованием выражения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (16)$$

где D – диаметр обработки, мм.

Полученное значение частоты вращения корректируется в соответствии с паспортом станка. На основании скорректированного значения частоты вращения корректируется скорость резания. Для этого используется выражение:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (17)$$

На следующем этапе проектирования технологических операций выполняется их нормирование. Под нормированием в данном случае понимается определение нормы времени на выполнение операций. В условиях среднесерийного типа производства нормой времени является штучно-калькуляционное время, расчет которого выполняется с использованием выражения:

$$\langle T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (18)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

n_3 – размер партии деталей, шт» [12].

Расчет штучного времени выполнения операции выполняется с использованием выражения:

$$\langle T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п} \quad (19)$$

где T_o – основное время выполнения операции, мин;

T_v – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{обс}$ – время на обслуживание, мин;

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [12].

Определение составляющих штучного времени производится с использованием данных [12]. Результаты определения режимов выполнения операций и их нормирования представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Определение режимов выполнения операций и их нормирование

Номер операции	Подача, мм/об	Принятая частота вращения, об/мин	Фактическая скорость резания, м/мин	Длина обработки, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	0,45	80	115	149	4,14	4,84
010	0,45	80	115	24	0,67	9,52
	0,45	80	111	278	7,72	
	0,3	630	110	49	0,26	
015	0,12	630	10	224	2,96	6,71
	1,00	180	3	224	1,25	
	0,15	320	25	32	0,67	
	0,30	630	115	188	1,0	
020	0,15	630	10	30	0,32	4,27
	0,20	960	15	30	0,16	
	0,60	630	10	30	0,08	
	0,15	630	10	152	1,61	
	1,00	180	3	208	1,16	
025	0,25	125	148	68	2,18	2,98
030	0,25	125	148	24	0,77	3,46
	0,25	125	142	55	1,76	
	0,25	960	151	26	0,11	
035	0,25	960	151	188	0,78	1,45
040	0,15	125	188	68	3,63	4,52
045	0,15	125	188	24	1,28	6,68
	0,10	125	182	55	4,4	
	0,10	960	152	26	0,27	
050	0,10	960	152	188	1,96	2,48

Приведенные в таблице 6 режимы выполнения операций и результаты

их нормирования заносим в маршрутную карту и операционные карты, разработанные с учетом рекомендаций [15] и представленные в приложении А. Также полученные данные указываются на чертежах технологических наладок графической части работы.

Проектирование структуры операций основано на плане изготовления детали, спроектированном ранее. Результаты представлены на картах эскизов и чертежах технологических наладок графической части работы.

Проанализировав данные по нормированию операций, выявляем лимитирующие операции. В данном случае это токарные операции, что говорит о необходимости их более детального анализа, установления недостатков и устранения их.

Результатом выполнения данного раздела стало решение группы технологических задач. В частности выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, спроектирована маршрутная технология изготовления детали, выбрано оборудование и средства технологического оснащения, рассчитаны параметры технологических операций и проведено их подробное проектирование.

В результате решения данных задач спроектирована заготовка, комплект технологической документации, включающий маршрутную карту, операционные карты, план изготовления детали и технологические наладки на их выполнение.

3 Проектирование специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование мембранной оправки

В ходе анализа результатов проектирования технологических операций было выявлено, что лимитирующими являются токарные чистовые операции. Причиной этого на операции по растачиванию отверстия диаметром 52 $H7(^{+0,03})$ является отсутствие приспособления с механизированным приводом закрепления, что при закреплении детали таких габаритов и массы существенно увеличивает вспомогательное время выполнения операции. Также предлагаемое к использованию в типовом технологическом процессе приспособление не позволяет реализовать теоретическую схему базирования, что увеличивает требуемые припуски на выполнение данной операции и снижает точность обработки. Эскиз выполнения рассматриваемой токарной операции приведен на рисунке 2.

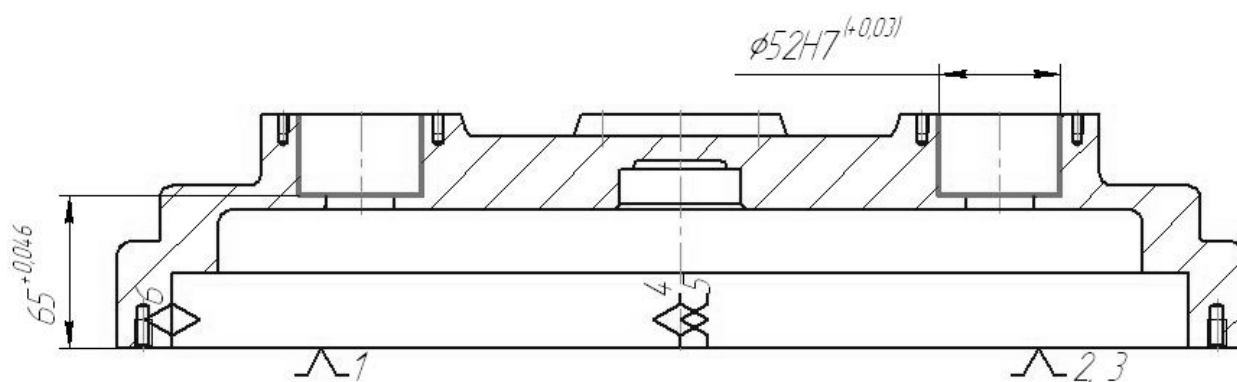


Рисунок 2 – Эскиз выполнения токарной операции

В качестве приспособления, исходя из серийности производства, требуемой точности обработки и рекомендаций [21], примем оправку с мембранным зажимным механизмом. Проектирование приспособления произведем с использованием методики [21] и данных [17].

Для выполнения силового расчета мембраны необходимо определить основные составляющие силы резания, возникающей в ходе выполнения операции. Расчет данных составляющих выполняется по формуле:

$$P_{Z,Y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (20)$$

где « C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [17].

Выполняем расчеты.

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

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

На рисунке 3 представлена расчетная схема закрепления, на основании которой определяется необходимое усилие закрепления.

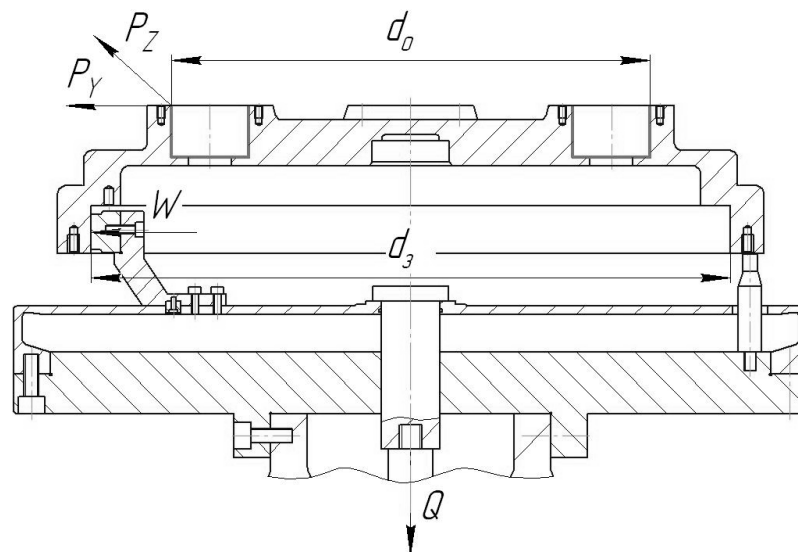


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

Исходя из представленной на рисунке 3 схемы, усилие закрепления должно уравнивать систему моментов сил, действующих на заготовку во время обработки. Значит, искомое усилие можно определить исходя из равенства этих моментов.

Момент от составляющей силы резания P_Z определяется уравнением:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (21)$$

где d_o – диаметр обработки, мм.

«Момент от усилия закрепления определяется уравнением:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (22)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения на поверхности контакта зажимных элементов приспособления и технологической базы;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [21].

Приравняв эти два момента, составляем уравнение для определения искомого усилия закрепления:

$$W = \frac{2 \cdot P_Z \cdot d_o}{f \cdot d_3} \cdot K, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий фактические условия выполнения операции.

Коэффициент запаса определяется из выражения:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (24)$$

где: « K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент влияния неровностей обрабатываемой

поверхности;

K_2 – коэффициент состояния режущего инструмента;

K_3 – коэффициент изменения сил резания;

K_4 – коэффициент колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент эргономических характеристик зажимного механизма» [21].

Выполняем расчеты.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$W = \frac{2 \cdot 70 \cdot 305}{0,3 \cdot 435} \cdot 1,8 = 589 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты необходимо выполнить и для второй составляющей силы резания P_Y .

Момент от составляющей силы резания P_Y определяется уравнением:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (25)$$

где l – расстояние от опор до места приложения силы, мм.

«Момент от усилия закрепления определяется уравнением:

$$M_{3_{P_Y}} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{3}. \quad (26)$$

Приравняв эти два момента, составляем уравнение для определения искомого усилия закрепления:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K. \quad (27)$$

Выполняем расчеты.

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

Расчет параметров мембраны будем производить по наибольшей из сил закрепления, определенных выше.

Для деформации мембраны к ней необходимо приложить момент величина которого определяется по формуле:

$$M_{\text{изг}} = \frac{W \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b}, \quad (28)$$

где n – количество элементов для закрепления заготовки, шт.;

l – расстояние между средней плоскостью мембраны и серединой кулачков, мм;

b – толщина мембраны, мм.

Выполняем расчеты.

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

Требуемая жесткость мембраны определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 \cdot (1 - \mu^2)}, \quad (29)$$

где E – модуль упругости мембраны, МПа;

h – толщина мембраны, см;

μ – коэффициент Пуассона.

Выполняем расчет.

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

Определяем угол разжима, обеспечиваемый мембраной по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (1 + \mu)}. \quad (30)$$

Выполняем расчет.

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (1+0,3)} = 0,0186.$$

Максимальный угол, на который может разжаться мембрана рассчитывается по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}. \quad (31)$$

где δ – допуск на диаметр, мм;

Δ – зазор для обеспечения закладывания заготовки в кулачки, мм.

Выполняем расчет.

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

Шток должен прикладывать к мембране деформирующее усилие, которое рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}}, \quad (32)$$

где a – половина диаметра мембраны, мм.

Выполняем расчет.

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

При выборе материала для изготовления мембраны необходимо, чтобы данный материал выдерживал напряжение, возникающие при деформации мембраны. Величина данного напряжения рассчитывается по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1+\mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right), \quad (33)$$

где r_0 – радиус окружности контакта штока и мембраны, мм.

Выполняем расчет.

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 1302 \cdot (1+0,3)}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left(\ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 3778 \text{ МПа.}$$

С целью обеспечения механизации процесса закрепления для создания усилия, деформирующего мембрану, применим пневматический привод, диаметр поршня которого рассчитаем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot W}{P} + d^2}, \quad (34)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление воздуха в пневмосистеме предприятия, МПа.

Выполняем расчет.

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

С целью удешевления конструкции, полученное расчетное значение диаметра округляем до ближайшего большего равного 100 мм.

Далее рассчитаем погрешность спроектированного приспособления. Для этого составим схему распределения погрешностей, представленную на рисунке 4.

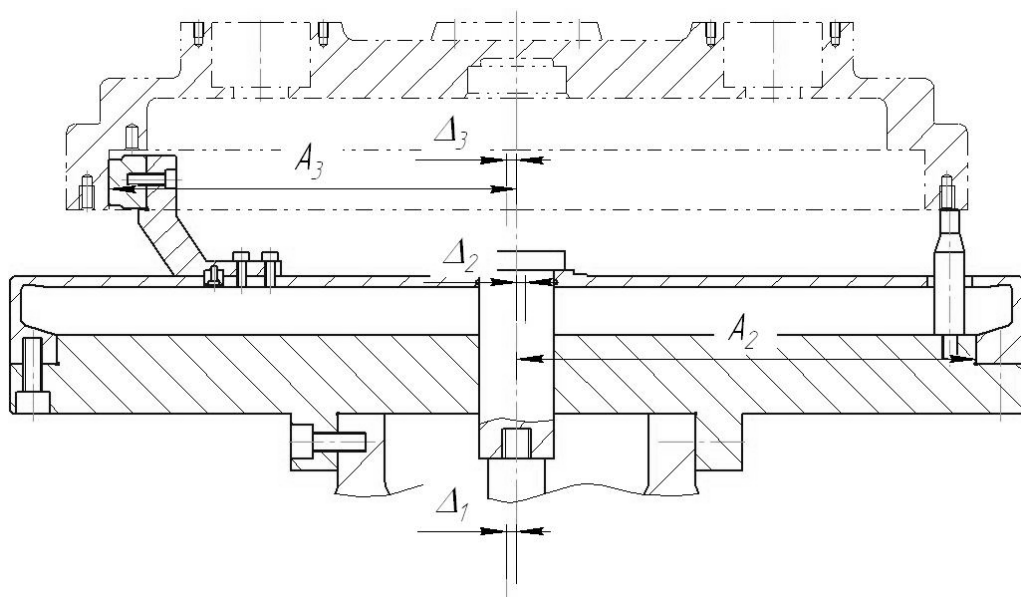


Рисунок 4 – Схема распределения погрешностей

Из представленной на рисунке 4 схемы составим уравнение расчета погрешности установки в приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (35)$$

где Δ_1 – погрешность от неперпендикулярности штока привода, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении мембраны и корпуса, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления и сборки кулачков, мм.

Выполняем расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,005^2 + 0,250^2 + 0,015^2} = 0,006 \text{ мм.}$$

Для того, чтобы приспособление отвечало заданной точности обработки данная погрешность не должна превышать значение допустимой погрешности, рассчитываемой по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot TD, \quad (36)$$

где TD – поле допуска выполняемого отверстия, мм.

Выполняем расчет.

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

Расчет показал, что спроектированное приспособление отвечает требуемым характеристикам точности установки на данной операции.

Спроектированное приспособление работает следующим образом. Заготовка устанавливается на опоры. Воздух подается в нижнюю полость пневмоцилиндра, поршень перемещает шток и тягу вверх, тем самым высвобождая мембрану, которая под действием сил упругости распрямляется и закрепляет заготовку. После обработки воздух подается в верхнюю полость пневмоцилиндра, перемещая поршень шток и тягу вниз. В результате тяга деформирует мембрану, кулачки выходят из контакта с заготовкой, высвобождая ее. Конструкция спроектированного станочного

приспособления представлена на листе графической части работы и в спецификации приложения Б.

Спроектированное приспособление полностью отвечает всем требованиям, предъявляемым к нему, и позволяет сократить вспомогательное время на обработку за счет механизации процесса снятия и установки заготовки, то есть цель проектирования данного приспособления можно считать достигнутой.

3.2 Проектирование расточного резца

Одним из недостатков типового технологического процесса изготовления корпуса является неудовлетворительное и нестабильное качество поверхностей после чистового растачивания. Основной причиной этого в данном случае является недостаточная жесткость крепления режущей пластины к державке резца в резцах стандартного исполнения. Решение данной проблемы возможно путем проектирования специального расточного резца с системой крепления пластины при помощи Г-образного прихвата через опорную пластину. Проектирование будем вести с использованием данных [19].

Исходя из требуемых параметров обработки и марки обрабатываемого материала, в качестве режущей пластины назначаем трехгранную пластину из сплава ВК6М. При этом конструкция резца должна обеспечить главный угол в плане равный 91° .

Определим требуемый диаметр сечения державки. Для этого необходимо определить площадь сечения стружки, формируемой при обработке, которая определяется по формуле:

$$\langle F = t \cdot S, \quad (37)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [19].

Выполняем расчет.

$$F = 0,475 \cdot 0,1 = 0,048 \text{ мм}^2.$$

Для данной величины площади сечения стружки соответствует державка диаметром 20 мм.

С целью обеспечения надежности крепления пластины необходимо рассчитать минимально допустимый диаметр винта для крепления Г-образного прихвата по формуле:

$$\llcorner D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (38)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт при работе инструмента, Н;

σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [19].

Сила, действующая на винт при работе инструмента, рассчитывается по формуле:

$$\llcorner Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (39)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [19].

Выполняем расчеты.

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{\pi \cdot 650}} = 0,5 \text{ мм.}$$

Окончательно диаметр винта определяем путем прочерчивания. Спроектированный резец представлен в графической части работы и в спецификации приложения Б.

Данный резец позволяет улучшить и стабилизировать качество обработки поверхностей за счет увеличения жесткости крепления режущей пластины, то есть цель проектирования резца можно считать достигнутой.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Разработку мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса изготовления и предлагаемых технических мероприятий по его совершенствованию проведем по рекомендациям [2].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

На основе имеющихся данных по выбору оборудования и средств технологического оснащения составим технологический паспорт технического объекта в виде таблицы 7. В паспорте отражаем основные особенности технологического процесса, то есть операции с указанием оборудования, средства технологического оснащения, используемые в технологическом процессе материалы и вещества, а также указываем наименование должностей необходимых работников.

Таблица 7 –Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [2]
технологический процесс изготовления корпуса сверлильного приспособления	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарно-карусельный 1A512МФЗ, оправка мембранная, резец ГОСТ18879-73	СЧ-15 ГОСТ1412-85, обтирочная ветошь, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость

Продолжение таблицы 7

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [2]
	сверлильная операция	оператор станков с числовым управлением	сверлильно-фрезерно-расточной 2А622МФ2, патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80, сверло, зенкер ГОСТ12489-71, метчик ГОСТ3266-81, развертка ГОСТ1672-80	СЧ-15 ГОСТ1412-85, обтирочная ветошь, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость

Как видно из таблицы в технологическом процессе используется оборудование, оснащенное числовым управлением и универсальные средства технологического оснащения, что позволяет применять стандартные методики для дальнейшей оценки технологического процесса изготовления на безопасность и экологичность его выполнения.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Определим опасные и вредные производственные факторы, возникающие в ходе выполнения технологического процесса, выявим источники их возникновения. Для этого необходимо провести анализ технологических операций, представленных в паспорте технического объекта с учетом используемого на них оборудования и средств технологического оснащения, а также других особенностей технологического процесса. Результаты выполнения данной задачи приведены в таблице 8.

Таблица 8 – «Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]
токарная операция, сверлильная операция	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	режущий инструмент, обрабатываемая заготовка» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]
	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги	оборудование, оснастка» [2]
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]

Продолжение таблицы 8

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]
токарная операция, сверлильная операция	«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	смазочно-охлаждающая жидкость» [2]
	«стереотипные рабочие движения	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]
	«физическая динамическая нагрузка	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2]

В ходе выполнения идентификации профессиональных рисков были выявлены основные опасные и вредные производственные факторы, возникновение которых наиболее вероятно при выполнении спроектированного технологического процесса. Проведено выявление источников их возникновения.

Исходя из количества и состава, выявленных опасных и вредных производственных факторов можно сделать вывод о том, что влияние данных факторов может привести к серьезным последствиям для здоровья работников. Анализ источников возникновения опасностей позволяет сделать вывод о том, что их наличие обусловлено непосредственно технологией изготовления и физическое устранение источников опасностей невозможно.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью снижения и устранения влияния, выявленных ранее опасных и вредных производственных факторов необходимо применить средства общей и индивидуальной защиты, разработать организационные мероприятия по профилактике и обучению персонала. В таблице 9 приведены результаты решения данной задачи с учетом выявленных опасных и вредных факторов и особенностей рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 9 –Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства и приспособления, гасящие вибрации	ботинки с защитным подноском» [2]

Продолжение таблицы 9

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства, удаление заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, очки защитные» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктажи по охране труда, устройства поглощения и снижения уровня шума до предельно допустимых значений	наушники или вкладыши противозумные» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики, устройства заземления оборудования	спецодежда» [2]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения» [2]	—
«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих загрязнений» [2]

Продолжение таблицы 9

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [2]	—
«физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [2]	—

Комплекс мер представленных в таблице 9 позволяет обеспечить эффективную защиту персонала от воздействия действующих в ходе выполнения технологического процесса опасных и вредных факторов. Стоит заметить, что для защиты от воздействия ряда факторов отсутствуют средства индивидуальной защиты. Поэтому следует уделять особое внимание организационным мероприятиям направленным на профилактику и обучение персонала безопасным приемам труда.

4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

С целью обеспечения экологической безопасности выполнения технологического процесса необходимо оценить его негативное влияние на атмосферу, гидросферу и литосферу. При этом необходимо учитывать используемое в технологическом процессе оборудование, средства технологического оснащения, а также вещества и материалы. Результаты

определения негативных факторов на экологию приведены в таблице 10.

Таблица 10 –Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно- технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно- технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
технологический процесс изготовления корпуса сверлильного приспособления	токарно- карусельный 1А512МФЗ, оправка мембранная, резец ГОСТ18879-73 сверлильно- фрезерно- расточной 2А622МФ2, патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80, сверло, зенкер ГОСТ12489-71, метчик ГОСТ3266- 81, развертка ГОСТ1672-80	взвешенные частицы и аэрозоли смазочно- охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно- охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно- охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы» [2]

С целью снижения и устранения влияния, выявленных негативных экологических факторов необходимо разработать комплекс организационных и технических мероприятий по снижению выявленного негативного воздействия на экологию до нормативных величин. При выборе технических средств предпочтение отдавалось средствам комплексной очистки, что увеличивает эффективность мероприятий по снижению негативного воздействия и при этом снижает их стоимость. В таблице 11 приведены результаты решения данной задачи с учетом особенностей рассматриваемого технологического процесса.

Полученные результаты разработки организационно-технических мероприятий позволяют обеспечить экологические показатели

технологического процесса в соответствии с нормативными значениями, то есть цель разработки данных мероприятий достигнута.

Таблица 11 –Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления корпуса сверлильного приспособления
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	система очистки воздуха перед выбросом ее в атмосферу на основе циклонов, электрофильтров и абсорберов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	система очистки сточных вод на основе отстойников, пневматических флотомашин, аэротенка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	сортировка отходов по виду, переработка металлических отходов, утилизация отходов на специальных полигонах» [2]

В данном разделе были определены опасные и вредные производственные факторы и риски, возникающие при выполнении технологического процесса, определены источники их возникновения. Разработаны мероприятия по их устранению. Разработаны организационно-технические мероприятия позволяющие обеспечить требуемые экологические показатели технологического процесса в соответствии с нормативными значениями.

5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 045 (токарная) инструмент, а на операции 050 (сверлильная) оснастка. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы. Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 045 и 050, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого

варианта техники (технологии)» [9, с. 15-23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 28564,24 рублей.

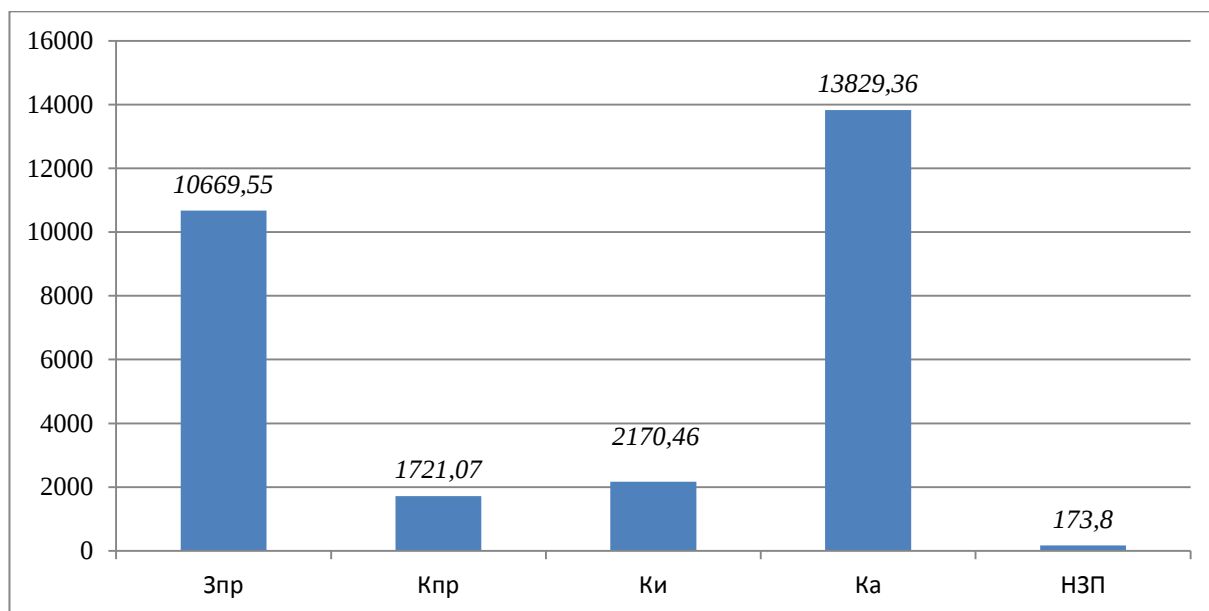


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на управляющую программу (K_A), величина которых составляет 48,41 %, далее идут затраты на проектирование ($Z_{пр}$), с объемом затрат 37,35 % от всей величины капитальных вложений. Следующие, по величине, это затраты на инструмент ($K_{и}$), с долей в общей объеме, равной 7,6 %. Четвертыми, являются затраты на приспособление ($K_{пр}$), они составляют 6,03 %. И самой не значительной, является величина незавершенного производства ($НЗП$), т. к. она составляет всего 0,61 % от всей величины капитальных вложений.

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

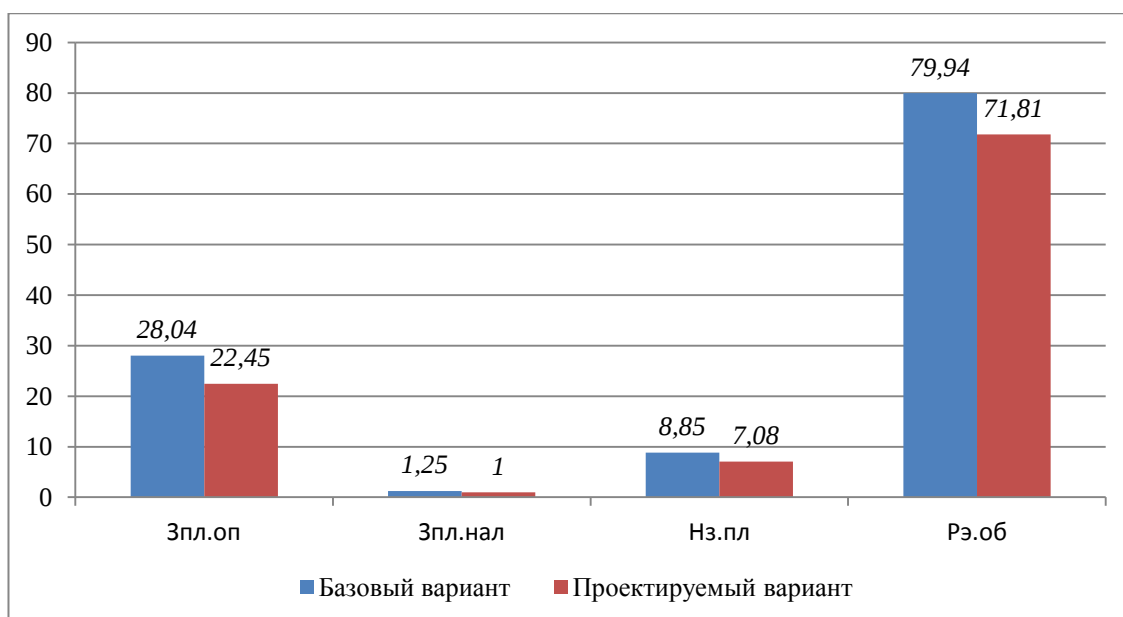


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Корпус сверлильного приспособления», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 67,7 % для базового варианта и 70,16 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора ($Z_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного и сверлильного станков, доля которой составляет 23,75 % для базового варианта и 21,94 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Корпус сверлильного приспособления» по операции 045 и 050 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

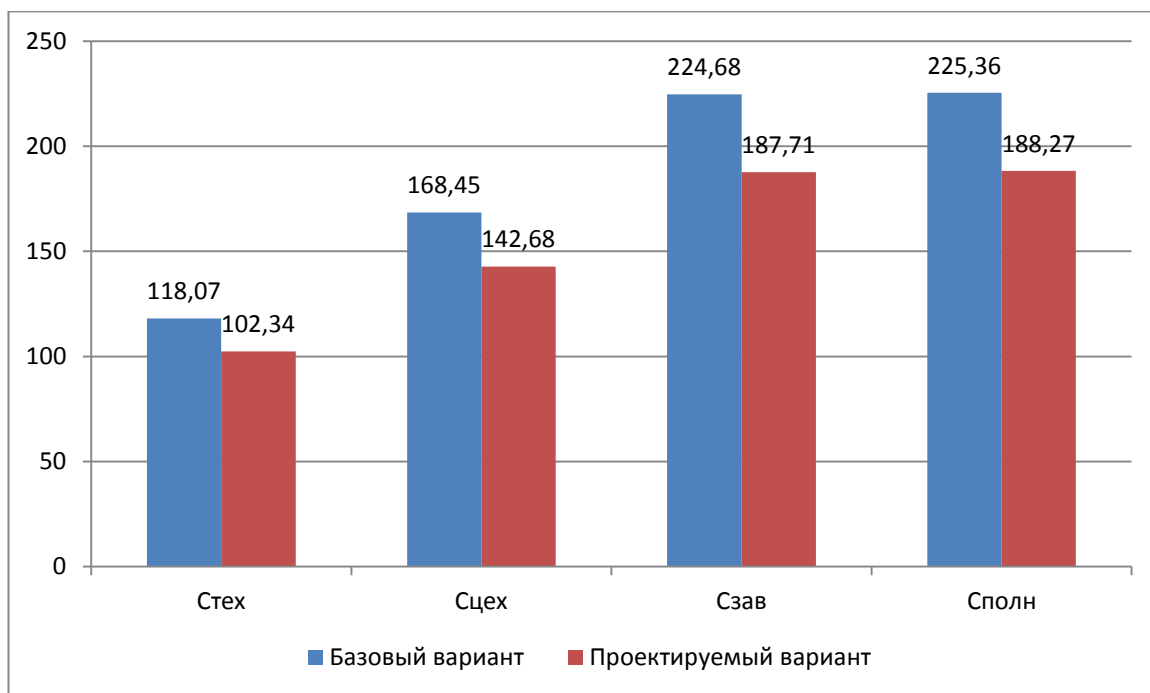


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 225,36 рублей, а для проектируемого варианта – 188,27 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 28564,24 рублей, окупятся в течение двух лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 4869,34 рубля со знаком «плюс». Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,17 рублей.

Заключение

Спроектированный технологический процесс позволяет изготавливать годовую программу корпуса сверлильного приспособления заданного качества при минимальных затратах на производство в условиях среднесерийного типа производства. Следовательно, цель работы можно считать достигнутой. Для ее достижения были проведены следующие мероприятия. Произведен анализ исходных данных, в результате которого определены основные особенности конструкции детали и условия проектирования технологического процесса. Исходя из этого, сформулированы задачи работы, которые были решены в ходе проектирования.

Первая группа задач технологическая. Она включает в себя выбор метода получения заготовки и ее проектирование, проектирование маршрутной технологии изготовления детали, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет параметров технологических операций и их подробное проектирование. В результате решения данных задач спроектирована заготовка, комплект технологической документации, включающий маршрутную карту, операционные карты, план изготовления детали и технологические наладки на их выполнение.

Следующая группа задач направлена на модернизацию производства. Проектирование мембранной оправки позволило решить проблему обеспечения требуемой точности обработки и снижения времени проведения соответствующих операций. Проектирование расточного резца позволило решить проблемы качества обработки на чистовых операциях.

Предлагаемые технические решения оценены на безопасность и экологичность их выполнения.

Экономические расчеты показателей спроектированного технологического процесса подтвердили его эффективность.

Список используемых источников

1. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О.М. Балла. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 01.08.2021).
2. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 04.10.2021).
3. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
4. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с
5. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки : [монография] / Ю.Н. Кузнецов [и др.]. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 476 с.
6. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. –2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. –312 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156390> (дата обращения: 16.09.2021).
7. Клименков С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 19.09.2021).
8. Копылов Ю.Р. Дистанционное изучение курса «Технология машиностроения» в Интернете : учебное пособие / Ю.Р. Копылов, А.А.

Болдырев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/138166> (дата обращения: 16.09.2021).

9. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 06.10.2021).

10. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

11. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 21.08.2021).

12. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 18.09.2021).

13. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 05.09.2021).

14. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 28.08.2021).

15. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное

учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 10.09.2021).

16.Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 19.09.2021).

17.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.

18.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

19.Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 14.09.2021).

20.Технология машиностроения: курсов. проектирование и диплом. проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 443 с.

21.Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75715> (дата обращения: 23.09.2021).

22.Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 10.08.2021).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК8; 392190												
Т 20	Резец расточной контурный ГОСТ18879-73 ВК8; 393311 Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89; 393450												
Т 21	Нутромер ГОСТ10-88.												
22													
А 23	XX XX XX 015 4121 Сверлильная												
Б 24	381213Сверлильно-расточной2А622МФ2 3 15292 422 1Р 1 1 1 100 1												6,71
О 25	Сверлить поверхности 29, 38 в размер $\phi 29^{+0,21}_{-0,18}$, сверлить поверхности 54, 56 в размер $\phi 4,5^{+0,018}_{-0,016}$												
О 26	нарезать резьбу поверхности 54, 56 М5, растачивать поверхности 27, 36 в размер $\phi 48,038^{+0,3}_{-0,3}$												
Т 27	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 391290 Сверло ГОСТ4010-84 Р6М5; 391391 Метчик												
Т 28	ГОСТ9150-80 Р6М5; 392190 Резец расточной контурный ГОСТ18879-73 ВК8; 393311 Штангенциркуль												
Т 29	ШЦ-3 ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер ГОСТ10-88.												
30													
А 31	XX XX XX 020 4121 Сверлильная												
Б 32	381213Сверлильно-расточной2А622МФ2 3 15292 422 1Р 1 1 1 100 1												4,27
О 33	Сверлить поверхности 16 в размер $\phi 5,5^{+0,018}_{-0,016}$, сверлить, зенкеровать, развертывать поверхность 14												
О 34	в размер $\phi 6^{+0,012}_{-0,010}$, нарезать резьбу поверхности 15 М6.												
Т 35	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 391290 Сверло ГОСТ4010-84 Р6М5; 391690 Зенкер												
Т 36	ГОСТ12489-87 Р6М5; 391790 Развертка ГОСТ1672-80 Р18; 1391391 Метчик ГОСТ12489-87 Р18; 393610												
Т 37	Шаблон.												
38													
А 39	XX XX XX 025 4113 Токарная												
Б 40	381151 Токарно-карусельный1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1												2,98
О 41	Точить поверхности 25, 26 в размер $\phi 357,4^{+0,25}_{-0,14}$, $102^{+0,14}_{-0,14}$.												
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт	
Т 42	396171 Оправка мембранная; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 393121 Скоба рычажная СР															
Т 43	ГОСТ 11098-75.															
44																
А 45	XX XX XX 030 4113 Токарная															
Б 46	381151 Токарно-карусельный1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 3,46															
О 47	Точить поверхности 1, 2, 3, 7, 8, 9 в размер $\phi 435,4^{+0,25}$, $\phi 51556^{+0,12}$, $101^{+0,14}$, $69,5^{+0,12}$.															
Т 48	396110 Патрон 4-х кулачковый; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 392190Резец расточной															
Т 49	контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 393121 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450Нутромер ГОСТ10-88.															
50																
А 51	XX XX XX 035 4121 Сверлильная															
Б 52	381213Сверлильно-расточной2А622МФ2 3 15292 422 1Р 1 1 1 100 1 1,45															
О 53	Растачивать поверхности 27, 28 в размер $\phi 51556^{+0,12}$, $66,4^{+0,12}$.															
Т 54	396171 Оправка мембранная; Резец расточной контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 393121 Скоба рычажная															
Т 55	СР ГОСТ 11098-75.															
56																
А 57	XX XX XX 040 4113 Токарная															
Б 58	381151 Токарно-карусельный1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 4,52															
О 59	Точить поверхности 25, 26 в размер $\phi 357^{+0,085}$, $100,5^{+0,054}$.															
Т 60	396171 Оправка мембранная; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 393121 Скоба рычажная СР															
Т 61	ГОСТ 11098-75.															
62																
А 63	XX XX XX 045 4113 Токарная															
Б 64	381151 Токарно-карусельный1А512МФ3 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 6,68															
МК																

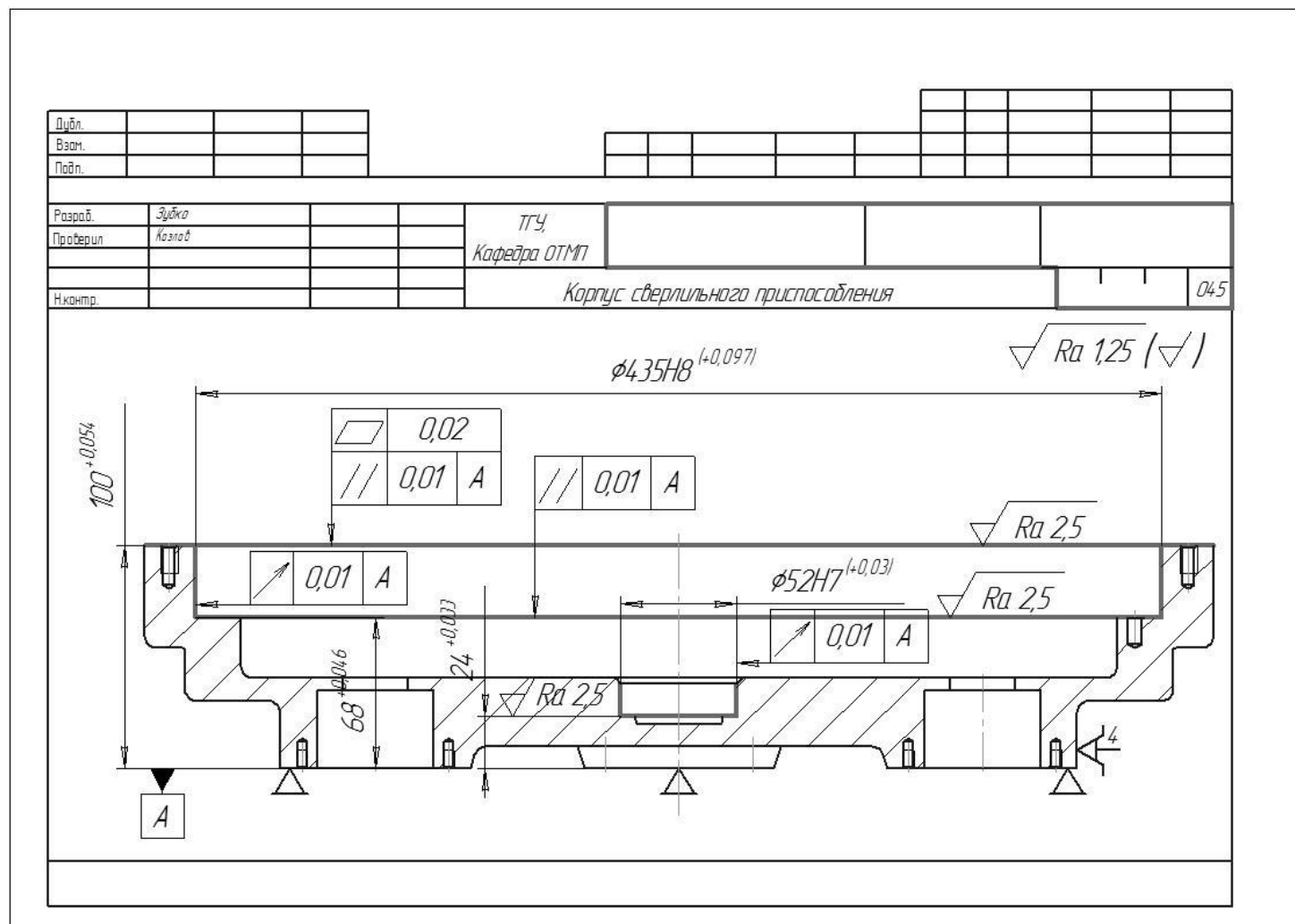
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	Уг	КР	КРАД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт
0 65	Точить поверхности 1, 2, 3, 8, 9 в размер $\phi 435^{+0,097}$, $\phi 52^{+0,03}$, $100^{+0,054}$, $68^{+0,046}$														
Т 66	396110 Патрон 4-х кулачковый; 392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК4; 392190 Резец расточной														
Т 67	контурный специальный ВК6М; 393121 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер ГОСТ 10-88.														
68															
А 69	XX XX XX 050 4121 Сверлильная														
Б 70	381213 Сверлильно-расточной 2А622МФ2 3 15292 422 1Р 1 1 1 100 1 248														
0 71	Растачивать поверхности 27, 28 в размер $\phi 52^{+0,03}$, $65^{+0,046}$														
Т 72	396171 Оправка мембранная; 392190 Резец расточной контурный специальный ВК6М; 393121 Скоба														
Т 73	рычажная СР ГОСТ 11098-75.														
74															
А 75	XX XX XX 055 Моечная														
76															
А 77	XX XX XX 060 Контрольная														
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

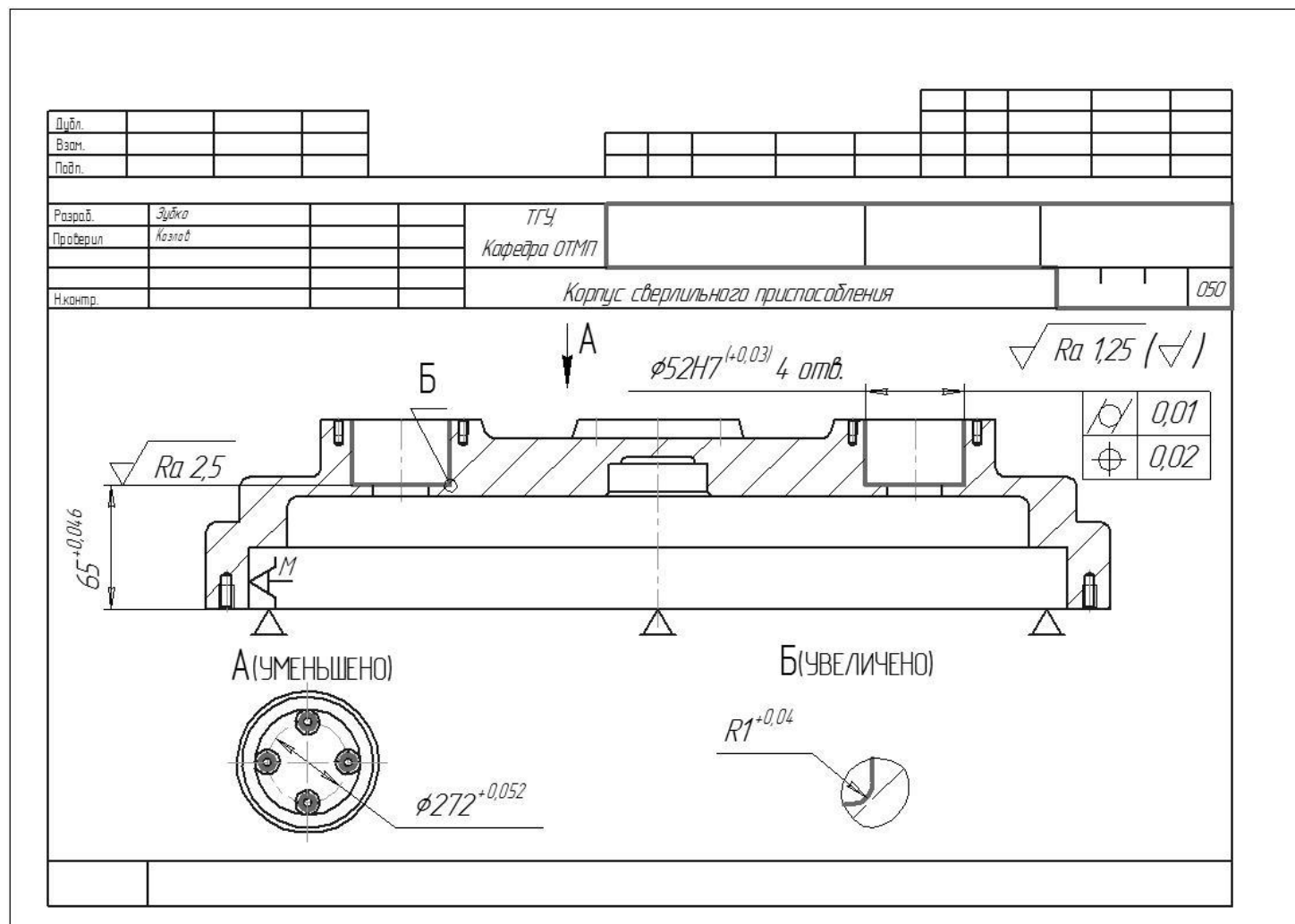


Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-82										Формат 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Зубко												
Проверил	Козлов												
Исполн.				Корпус сверлильного приспособления						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
										045			
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная				СЧ45 ГОСТ 14.12-85				166	47,47	Ø484 Øx106,6		61,71	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т0	Т0	Т0	Т0	СОЖ			
1A512MФ3						5,95				6,68		Укоротил-1	
				ПМ	Д или В	L	т	l	S	п	V		
01	1. Установить заготовку												
Т02	396110Патрон 4-х кулачковый; 392190Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК4; 392190Резец расточной												
Т03	контурный специальный ВК6М; 393121Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75; 393450Нутромер ГОСТ10-88.												
04	2. Точить поверхности 1, 2, 3, 8, 9 выдерживая размеры согласно эскиза												
Р05	1				0,59				0,15		125		188
Р06	2				0,374				0,1		125		182
Р07	3				0,475				0,1		930		152
Т08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
09													
10													
11													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение таблицы А.1

61

Спецификации к сборочным чертежам

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

63

Продолжение таблицы Б.1

64