

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления крышки пускового устройства

Обучающийся

И.Н. Мирзоев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления крышки пускового устройства Niva Travel, направленного на изготовление детали согласно конструкторским и технологическим требованиям.

Каждый раздел включает теоретическую часть с основными расчетными формулами, результатами решения задач по подразделам. Спроектирован прогрессивный технологический процесс. Спроектировано станочное и инструментальное оснащение для производства крышки.

Выполнен анализ служебного назначения крышки. Произведена оценка условий эксплуатации детали. На основе анализа технологичности детали определены технические характеристики. По результатам технико-экономического анализа выбран метод получения заготовки. Спроектирован технологический маршрут и операции плана изготовления детали.

Второй и третий этапы проектирования посвящены и проектированию станочного приспособления и режущего инструмента по параметрам технологических операций. На основе статистического анализа рассчитаны нормы времени и значения режимов работы оборудования. Эта часть работы содержит основные определения, формулы и примеры технических решений по основным разделам технологии машиностроения.

В завершении работы проводится расчет технических и экономических показателей спроектированного технологического процесс и выполнен анализ опасных факторов производства, для снижения влияния которых предложены обеспечивающие мероприятия.

Работа включает 49 страниц пояснительной записки включая приложения и графическую часть в количестве 7 листов формата А1.

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	7
1.4 Задачи работы.....	7
2 Разработка технологии изготовления	9
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	9
2.2 Разработка плана изготовления детали	15
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки	17
2.4 Проектирование операций технологического процесса.....	18
3 Разработка специальной технологической оснастки	23
3.1 Разработка станочного приспособления	23
3.2 Разработка режущего инструмента	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков	33
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	33
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	35
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	37
5 Экономическая эффективность работы	39
Заключение	42
Список используемых источников.....	43
Приложение А Технологическая документация	47

Введение

На сегодняшний день отрасль машиностроения развивается в направлении импортозамещения, что требует роста производительности процессов производства. Этого можно добиться путем механизации и автоматизации технологических процессов производства. Вопросы механизации решаются, совмещением нескольких операций в одной технологической установке, либо, повышением точности выполняемых работ. Также стоит отметить усложнение конструкции систем машин, их оснащение становится все более сложной задачей. Это ведет к тому, что для этого оборудования необходимо разрабатывать новые системы автоматического управления. В результате получается современное, сложное, автоматизированное или автоматическое технологическое оборудование, состоящее из большого количества узлов и систем, для которого нужно обеспечить надёжную работу в течение длительного времени.

Это относится также для изготовления деталей пускового устройства двигателя автомобиля. В процессе проектирования технологического процесса необходимо обеспечить показатели качества, путём применения соответствующих инструментальных материалов, оснастки, оборудования. При изготовлении пускового устройства необходимо обеспечить и поддерживать в процессе эксплуатации заданный уровень точности изготовления, путём правильно спланированных и проводимых технических операций, дальнейшего обслуживания и ремонта соответствующих деталей и узлов пускового устройства.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления крышки пускового устройства автомобиля, в соответствии конструктивным требованиям и технологическим характеристикам детали.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Основным назначением пускового устройства в автомобиле является перенос вращательного момента от генератора к валу двигателя, посредством муфты. «Для обеспечения режима работы пускового устройства в его картер заливается необходимый объем машинного масла (из расчета 0,19 л./ кг.)» [4].

Пусковое устройство кинематически связано с двигательной силовой установкой автомобиля.

«По своему функциональному назначению деталь является корпусной» [2]. Система пуска и прогрева двигателя должна гарантировать его запуск, без применения различных подогревающих устройств, при температуре до -20°C . При этом после запуска двигатель должен устойчиво работать до полного прогрева при частоте вращения коленчатого вала в заданных заводом изготовителем пределах. Главная дозирующая система работает на всех режимах, в том числе и на холстом ходу. Подбор дозирующих элементов ее должен быть осуществлен таким образом, чтобы при всех частичных открытиях дроссельной заслонки горючая смесь была оптимальной. Главная дозирующая система в основном определяет экономические показатели всей силовой установки в сборе.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Крышка пускового устройства изготавливается из цветного сплава марки АК9Т ГОСТ 4784-65, относящийся к деформируемым сплавам. Сплав содержит 1,9 – 2,5% Cu, 1,4 – 1,8 % Mg, 0,4 – 0,8% Mn, 0,8 – 1,3% Ni, 0,8 – 1,3% Fe, 0,5 – 1,3% Si, остальное – Al. Никель вводят для увеличения прочности и улучшения обрабатываемости сплава. Твердость сплава 60 HB. [25].

«Точность размеров, формы и расположения поверхностей конструкторских баз 8 – 9 квалитет, шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra 1,6 – 12,5 мкм» [2]. «Выдержать необходимые параметры крышки, шероховатость при точности их исполнения без механической обработки невозможно» [4], [5].

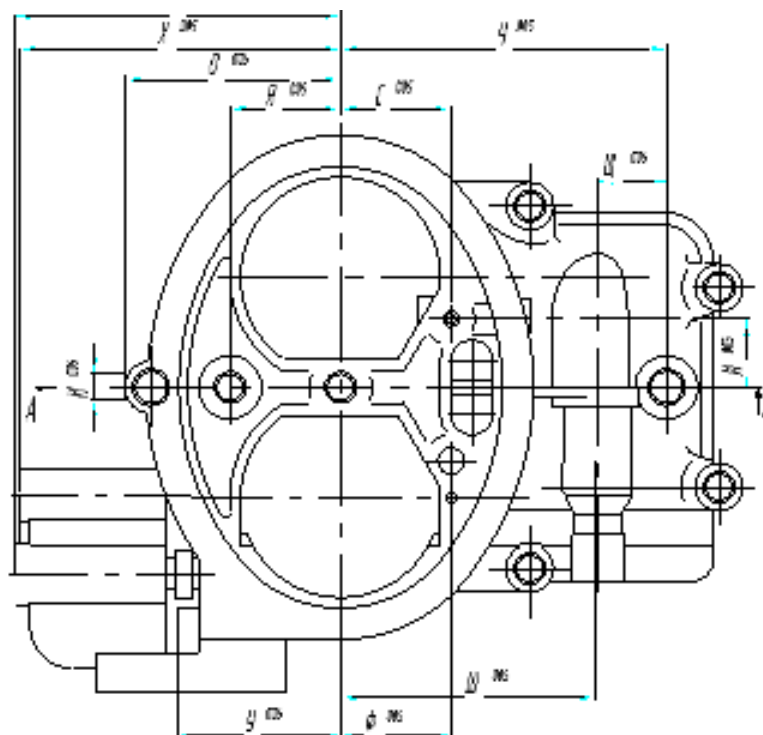


Рисунок 1 – Эскиз крышки пускового устройства

Поэтому в условиях большого объема выпуска имеет смысл применять агрегатные станки. «Изготовление крышки пускового устройства можно выполнить на базе типового технологического процесса с применением стандартного оборудования и средств технологического оснащения» [15].

В целом деталь технологична, и имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций, рисунок 1.

Это не потребует применения при изготовлении крышки специального осевого режущего инструмента и станочной оснастки, что приведет к

снижению себестоимости изготовления детали. Это будет обеспечено за счет сокращения времени [1].

1.3 Анализ типа производства

«Анализ типа производства на основе имеющихся данных, и наиболее подходящей, в данном случае, технологической последовательности операций, определим исходя из расчета массы детали и заданной годовой программы выпуска» [14]. «В данном случае при массе 1,5 кг и программе выпуска 10000 штук тип производства среднесерийный» [1].

Для проектировании технологического процесса используем последовательную стратегию разработки. Обработка детали производится повторяющимися партиями.

«Применяемое оборудование должно быть универсальным или оснащено числовым программным управлением. Средства технологического оснащения, такие как станочные приспособления, режущие инструменты и контрольно-измерительные приспособления применяются универсальные, стандартные, при обоснованной необходимости специальные» [1].

1.4 Задачи работы

Из анализа базового варианта вытекают следующие недостатки технологического процесса. Это применение большого количества универсального оборудования и низкая степень механизации и автоматизации операций. Следующим недостатком является большое количество рабочих занятых в изготовлении детали и высокая степень применения ручного труда рабочих, что негативно сказывается на производительности выпуска детали.

К технологическим недостаткам стоит отнести наличие большого количества переустановок детали, что ведет к повышению погрешности базирования, а следовательно и неточность обработки детали.

Исходя из приведенных недостатков сформулируем следующие задачи:

Спроектировать перспективный технологический процесс. Внедрить специальные средства оснащения в котором был бы совмещен промежуточный контроль. Разработать технологический процесс который высвободил бы большее количество рабочих занятых в изготовлении детали, а так же вспомогательных (транспортных и т.д.) рабочих; который за счет совмещения операций, что снизило бы себестоимость изделий.

«Необходимо разработать технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали» [1].

«Наконец, выполнить оценку технологии изготовления детали на предмет безопасности и экологичности ее применения. Выполнить комплексную оценку экономических показателей спроектированной технологии и сделать заключение о её эффективности» [12].

В первом разделе работы выполнен анализ технологичности детали, определен тип производства и основные недостатки базового варианта технологии изготовления. Сформулированы цели и задачи работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

«Выбор метода получения заготовки выполняем расчетным методом»
[4]. «Способы получения заготовок для детали приведены в рекомендациях»
[5]. Методы получения заготовок определены согласно рекомендациям [8].

Анализируя чертеж детали, можно увидеть, что на стадии конструирования детали требования по точности соответствуют ГОСТ Р50429 – 92. В базовом технологическом процессе заготовку получают литьем в песчано-глинистые формы. Правильность выбора метода получения заготовки литьем подтверждается еще и тем, что деталь имеет сложную коробчатую форму со множеством отверстий, приливов, радиусов, которые кроме как литьем не получишь с достаточной точностью и шероховатостью.

Для проектирования заготовки «необходимо определить стоимость её получения в условиях производства по формуле:

$$S_{ЗАГ} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{П}) - S_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где C_i – базовая стоимость получения заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

k_T – коэффициент точности;

k_C – коэффициент сложности;

k_B – коэффициент марки материала;

k_M – коэффициент массы заготовки;

$k_{П}$ – коэффициент объема производства;

$S_{ОТХ}$ – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

q – масса детали, кг» [4].

Определение массы выполняем по формуле:

$$\langle Q = q \cdot K_p, \quad (2)$$

где K_p – коэффициент метода получения заготовки» [4].

«Это позволит рассчитать массу заготовок сравниваемых методов получения» [4].

«Масса заготовки получаемой литьем в землю равна» [4].

$$Q = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ кг.}$$

«Масса заготовки получаемой литьем в металлические формы» [4].

$$Q = 1,35 \cdot 1,2 = 1,63 \text{ кг.}$$

Стоимость заготовки получаемой литьем в землю составит.

$$S_{\text{ЗАГ}} = 0,934 \cdot 1,85 + 0,301 \cdot (1,85 - 1,5) - 0,146 \cdot (1,85 - 1,5) = 1,788 = 1,788 \text{ р.}$$

«Стоимость заготовки получаемой литьем в металлические формы» [4].

$$S_{\text{ЗАГ}} = 0,961 \cdot 1,85 + 0,301 \cdot (1,61 - 1,5) - 0,146 \cdot (1,61 - 1,5) = 1,583 \text{ р.}$$

«Применение метода отливки в металлические формы для получения заготовки будет в данном случае более приемлемым результатом» [4].

«На следующем этапе спроектируем маршруты обработки каждой поверхности.» [7].

«Проектирование маршрутов обработки поверхностей произведем по методике» [11]. «Маршрут обработки зависит от требуемой точности обработки, шероховатости обрабатываемой поверхности, материала детали и требуемой твердости» [11]. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица содержит наименование поверхностей детали, которые подлежат обработке резанием. Требуемые тип и наименование оборудования.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

№ опер.	«Наименование и модель оборудования» [11]	«Наименование операции» [11]	«Номер обрабатываемой поверхности» [11]
000	«формы металлические» [11]	«заготовительная» [11]	
010	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные» [11]	«агрегатная» [11]	26, 30,32, 33, 34, 59,
020	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные, расточные» [11]	«агрегатная» [11]	41, 42, 44, 46, 51, 52, 61, 64,67
030	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, расточные» [11]	«агрегатная» [11]	41, 42, 44, 46, 51, 52, 61, 64,67
040	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные, расточные» [11]	«агрегатная» [11]	1, 6, 8, 9, 20, 21, 35, 36, 38, 42, 44, 55, 56

«Для ответственных (самых точных) поверхностей применяем расчетно-аналитический способ» [21].

«Значение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (3)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [21].

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (4)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [21].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (5)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [21].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (6)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (7)$$

Проводим расчеты минимального, максимального и среднего припуска для каждого перехода» [21].

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (8) \gg [21]$$

«Для перехода предшествующего термическому переходу минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (9)» [21]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10)» [21]$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (11)» [21]$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0\text{ min}} - d_{4\text{ max}}. \quad (12)» [21]$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (13)» [21]$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14)» [21]$$

Результаты расчета сводим в таблицу 2, где «указываем значения каждого из указанных элементов припуска» [4]. Величина припуска рассчитана аналитическим и табличным методом. В качестве переходов рассмотрено расстачивание и получение заготовки. Это является характерной особенностью корпусных деталей.

Таблица 2 - Расчет припуска на поверхность

Технологические переходы	Элементы припуска, мкм				2Z _{min} мкм	T _d мкм	D _{расч} мм	Предел. размер, мм		Пред припуск, мм	
	Rz	T	ρ	E _y				max	min	2Z _{max}	2Z _{min}
Заготовка	10	0	140			100	5,74	5,7	5,6		
Рассверлить				130	2·200	60	6,14	6,14	6,08	0,48	0,44

Для определения остальных «припусков на обработку менее точных поверхностей использованы таблицы статистических данных и, используя их, рассчитываем остальные размеры заготовки» [19].

Результаты для соответствующих размеров приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Определение размеров заготовки

«Номинал детали, мм» [19]	«Припуск, мм» [19]	«Допуск, мм» [19]	«Номинал отливки, мм» [19]
1	3	2	4
76	1.2	±0.40	84.2
47	1.3	±0.44	45.3
18	1.0	±0.28	24
7,9	1.0	±0.24	8.5
15,5	1.0	±0.28	22.5
76.5	1.3	±0.44	82.8
47.2	1.2	±0.36	51.2
28	1.2	±0.32	36.2
45.6	1.2	±0.40	53.2
∅79	1.3x2	±0.44	82.4

«Смещение по поверхности разъёма штампов 0,2 мм, изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности 0,4 мм, минимальная величина радиусов скруглений 2,5 мм, величина остаточного облоя 0,7 мм, отклонения от соосности 0,01 мм» [7].

«Технические параметры и требования к заготовке представлены на чертеже в графической части работы» [7].

2.2 Разработка плана изготовления детали

«План изготовления проектируем на основе анализа типовых маршрутов изготовления, согласно данным выполненного анализа детали» [13], [14]. В результате анализа при проектировании плана изготовления крышки учитываем последовательность технологических переходов. В качестве критерия также необходимо принимать условие доступности режущего инструмента к местам обработки. Маршрут изготовления детали должен предусматривать обработку всех технологических баз и исполнительных поверхностей крышки.

«При изготовлении детали особое внимание следует уделить обработке базовых поверхностей» [18]. Это базы 1, 20, 35, 42, 44, 49, и поверхности 26, 30, 60, 61, 63, 64, 65, 67.

Намеченный технологический маршрут изготовления детали является основополагающим при выборе конструкции приспособления, инструмента и должен соответствовать требованиям техники безопасности.

Основными критериями работоспособности корпусных деталей является точность изготовления резьбовых соединений. Критерием являются прочность на смятие и сопротивление коррозионно-механическому износу резьбового соединения. Причина такого изнашивания в неподвижных соединениях заключается в микроперемещениях сопряженных поверхностей при вращении вала винта. Для детали крышка резьбовые соединения эксплуатируются в условиях вибрации, переменных и ударных нагрузок. При этом обеспечения условия самоторможения винта в резьбе недостаточно для предотвращения саморазвинчивания, так как вследствие переменного характера нагрузки силы трения в резьбе понижаются. Основные виды разрушения резьбовых соединений это срез витков и разрыв резьбового винта. Поэтому в данной работе добиться равнопрочности резьбы и винта решено выбрав прогрессивный технологический маршрут обработки резьбовых отверстий и нарезаемой в них резьбы. Маршрут приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрут изготовления

№ поверхности детали	Последовательность технологических переходов	Получаемая шероховатость, Ra, мкм
1	5	4
1	3,4	1,6
6	3,4	2,5
7	3	12,5
8	3,4	12,5
9	3,4	12,5
10	3	12,5
14	3	12,5
15	3	12,5
19	3	3,2
20	3,4	12,5
21	3,4	1,6
22	3	12,5
23	3	12,5
26	1	3,2
30	1	3,2
32	1	1,6
33	1	3,2
34	1	2,5
35	2,4	1,6
36	2,4	2,5
37	2	12,5
38	2,4	12,5
39	2	12,5
41	2	12,5
42	2,4	2,5
44	2,4	2,5
45, 46, 59, 60	2	12,5
51	2	10
52	2	6H
55	4	6H
56	2	12,5
57	2	12,5

Продолжение таблицы 4

№ поверхности детали	Последовательность технологических переходов	Получаемая шероховатость, Ra, мкм
61,67	3,2	2
62,66	12,5	1
63	1,6	1
64	3,2	2
65	1,6	1

План изготовления выведен в графической части работы. Маршрутная технология изготовления приведена в карте (приложение А, таблица А.1).

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

«При выборе оборудования будем учитывать, что производительность, точность, габариты, станка должны быть достаточными для выполнения требований по производительности, точности, шероховатости и обеспечения точности обработки на операции, с целью повышения производительности и точности обработки за счет сокращения числа операций (переустановок заготовки) и номенклатуры оборудования. Должно применяться оборудование экологически безопасное и эргономичное в использовании. Заявленное в базовой технологии оборудование отвечает в должной степени этим требованиям» [10], [22].

«При выборе средств контроля необходимо помнить, что точность измерительного инструмента принимается выше на порядок к точности размера подлежащего контролю» [3].

При выборе режущего инструмента необходимо правильно выбрать материал рабочей части инструмента и его геометрию. Если расчет выполняется по табличному методу, то геометрию инструмента можно выбрать из рекомендаций источника [22].

Результаты сведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

№, наименование операции	СТО			
	Оборудование	Оснастка		
		Оснащение	Режущий инструмент	Средства контроля
010. агрегатная	«центр сверлильно-фрезерный ВСМ-206М-13 CNC25» [10]	«специальное приспособление» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец расточной Т15К6» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa" 10-12» [10]
020. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ KVL850» [10]	«специальное приспособление» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, метчик Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец расточной ВК6, оправка расточная, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa" 10-12, пробка резьбовая» [10]
030. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ KVL850» [10]	«специальное приспособление» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, резец расточной ВК6, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa" 10-12» [10]
040. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ KVL850» [10]	«специальное приспособление» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, метчик Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец ВК6, оправка расточная, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa" 10-12, пробка резьбовая» [10]

«Результаты проектирования сформированы в виде маршрутных карт пооперационной технологии (приложение А). Данные таблицы 5 используются в качестве исходных, при проектировании станочного и инструментального оснащения процесса изготовления крышки» [22].

2.4 Проектирование операций технологического процесса

«На данном этапе проектирования технологии изготовления детали выполняем проектирование операций технологического процесса. Заготовка детали – отливка (сплав АК9Т), получаемая по методу литья в металлические

формы массой 1,5 кг, твердостью после термообработки НВ90» [3], [25].

«Режущий инструмент, используемый на операциях лезвийной обработки, имеет геометрию согласно рекомендациям» [4]. «Материал инструмента ВК6 ГОСТ 2142-85, применяется для резцов, вставок оправки расточной ГОСТ 6300-84, державка переходная ГОСТ 5309-82, также применяется фреза угловая Т15К6, Ø35х60 ГОСТ 2280-85, в качестве инструментальной оснастки применяется патрон цанговый (цанга номер 12) по ГОСТ 25827-83» [22].

«Определяем скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от характеристик материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки» [16].

«Далее по полученной расчетной скорости резания, определяется частота вращения шпинделя по формуле» [16]:

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

где d – диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента, мм» [16].

«Определяем операционное время, согласно методике расчетно-аналитического метода» [20]. «Рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (17)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где S – подача, мм/об» [20].

«Режимы резания и нормирование технологических операций выполняются для каждой операции механической обработки» [20].

Избежать использования смазочно-охлаждающих жидкостей в операциях механической обработки — это одна из целей, к которой стремимся для снижения затрат, вызванных расходами на доставку смазочно-охлаждающей жидкостью. Это переходы токарной обработки на агрегатных операциях 010, 020 и 030, с использованием твердосплавных пластин. Поэтому в результате расчета выполняем поиск режимов резания, более подходящих для сухого резания, т. е. таких условий, при которых срок службы инструмента при сухом резании приближается к получаемому при резании с жидкостью, без нарушения шероховатости поверхности заготовки и без увеличения потребляемой мощности резания. по процессу.

Сократить число применяемых инструментов и уменьшить их вылет позволяют унификация поверхностей и их элементов (канавки под выход шлифовального круга, отверстия, внутренние радиусы скругления при фрезеровании и т.п.), применение канавочных резцов некоторых типов позволяет производить продольное точение; применение многокоординатных станков и поворотных приспособлений. Наклон инструмента относительно обрабатываемой поверхности позволяет вывести из зоны резания переднюю поверхность сферической фрезы и повысить эффективную скорость резания.

Полученные результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Режимы резания и нормирование технологических операций

№, наименование операции.	«Переход, (поверхность)» [16]	Параметр				
		«Глубина резания, мм» [16]	«Подача, мм/об» [16]	«Скорость, м/мин» [16]	«Частота об/мин» [16]	«Основное время, мин» [16]
1	2	3	4	5	6	7
010.агрегатная.	фрезерование (57,64, 61)	1,2	0,11	293,5	4000	0,03
	сверление (63,62,60,59)		0,24	132	300	0,72
	зенкерование (66,65,)	0,8	1,4	38	150	0,41
020.агрегатная.	расточивание (36,38,39)	1,3	0,25	845,64	5500	0,068
	фрезерование (30,26,34)	1,2	0,13	1098,4	5000	0,023
	сверление (55,53,56)		0,12	125	50	2
	нарезание резьбы (56)	0,5	0,7	125	50	2
030.агрегатная.	фрезерование (1, 41,42)	0,3	0,07	1360,8	4500	0,02
	расточивание (6)	0,3	0,19	913,68	4000	0,011
	расточивание (46,45)	0,3	0,13	1088,64	7000	0,11
	расточивание (20,23,19,21)	0,2	0,07	881	8500	0,15
	сверление (50,49,52)		0,12	125	50	2
	нарезание резьбы (51)	0,5	0,7	125	50	2

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
040.агрегатная.	фрезерование (1)	0,3	0,07	1360,8	4500	0,02
	расточивание (6)	0,3	0,19	913,68	4000	0,011
	расточивание (36,35,38,37,46,45)	0,3	0,13	1088,64	7000	0,11
	расточивание (42)	0,3	0,13	1088,64	8000	0,02
	расточивание (20, 21)	0,2	0,07	881	8500	0,15

Основной вывод по данному разделу заключался в том, что для удаления охлаждающей жидкости из процесса токарной обработки крышки без ущерба для срока службы инструмента и времени резания. Улучшения шероховатости поверхности и потребляемой мощности необходимо увеличить подачу и радиус вершины инструмента, а также уменьшить скорость резания. Сократить количество установов помогает создание на детали дополнительной базы, позволяющей производить обработку за меньшее число установов, а также расположение обрабатываемых элементов на детали на одной стороне.

Также «выполнен выбор и проектирование заготовки, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, спроектированы операции технологического процесса» [1], результаты сведены в (Приложение А).

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка станочного приспособления

«Станочное приспособление проектируем для 020 операции. Одним из недостатков базового варианта исполнения приспособления для данной операции это низкая точность обработки детали ввиду возникновения недопустимых деформации тонкостенной заготовки детали» [9]. Деформации возникают по причине нарушения в базовом варианте технологического процесса принципа единства и совмещения баз, а именно использования поверхности 1, 3 для установки детали и поверхности 4, 6 для приложения усилий закрепления (рисунок 2). Решение этой проблемы обеспечивается использованием схемы базирования детали по плоскости и торцу, а именно с применением поверхностей 1, 2 и 4, 5, рисунок 2 [26].

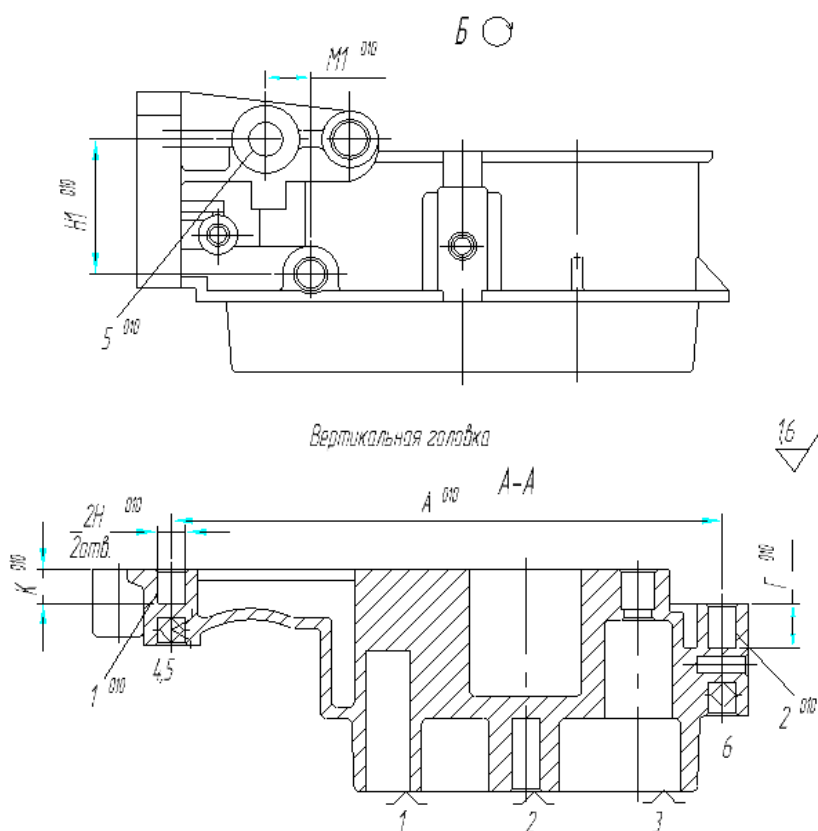


Рисунок 2 – Эскиз операции

Согласно [9] проверяем выполнение условия равновесия по длине детали. Для этого «определяем момент от основной составляющей силы резания P_z , действующей на заготовку по формуле» [9]:

$$\langle M_{кр} + P_0 \cdot 0,036 = R \cdot 0,052 + R \cdot 0,005, \quad (19)$$

где P_0 – сила резания, Н;

$M_{кр}$ – момент силы резания, Нм;

R – компенсирующая сила, Н.

Расчет компенсирующей силы R ведем согласно:

$$R = \frac{M_{кр} + P_0 \cdot 0,036}{0,052}, \quad (20)$$

Тогда значение силы будет равно:

$$R = \frac{796,6 \cdot 0,030 + 58,6}{0,057} = 1319,3 \text{ Н.}$$

Затем рассчитываем усилие зажима:

$$Q = 1319,3 \cdot 2,51 = 3189,9 \text{ Н.}$$

Принимаем расчётное усилие зажима равным $Q = 3200 \text{ Н}$.

«Для обеспечения зажимающего усилия принимаем эксцентрик $\varnothing 30 \text{ мм}$ с эксцентриситетом 2 мм , при котором выполняется условие самоторможения:

$$\frac{D}{l} \geq 15, \quad (22)$$

где D – диаметр эксцентрика, мм;

l – длина эксцентрика, мм» [9].

«Момент, необходимый для поворота эксцентрика определяется по формуле:

$$M = Q \cdot [tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2] \cdot (R + l), \quad (23)$$

где Q – требуемое усилие зажима, Н;

$\alpha = 6^\circ 43'$ - угол наклона силы Q ;

φ_1 – угол трения между эксцентриком и контактирующей деталью;

φ_2 – угол трения в оси эксцентрика;

l – эксцентриситет, мм;

R – радиус эксцентрика, мм» [9].

$$M = 3400 [tg(6^\circ 43' + 9^\circ 5') + tg 9^\circ 5'] \cdot (15 + 2) = 24,9 \text{ Нм.}$$

«Далее рассчитываем погрешность установки заготовки в приспособлении, используя формулу:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{н.з.}} \quad (25)$$

где ε_6 – погрешность базирования приспособления, мм;

ε_3 – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$\varepsilon_{н.з.}$ – погрешность закрепления и положения заготовки, мм» [9].

Затем определяем погрешность базирования ε_6 :

$$\varepsilon_6 = TD + S_{min} + Td, \quad (26)$$

TD – допуск базового отверстия, мм;

S_{min} – минимальный зазор в сопряжении, мм;

Td – допуск установочного элемента, мм» [22].

Далее определим погрешность выполнив расчеты:

$$\varepsilon_6 = 0,064 + 0,017 + 0,026 = 0,09 \text{ мм.}$$

«Величина погрешности установки спроектированного приспособления составит» [9]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,09^2 + 0^2 + 0} = 0,03 \text{ мм.}$$

«Погрешность данного приспособления меньше минимального припуска на чистовую обработку, равного 0,016 мм» [23]. Следовательно условия по точности обработки детали с применением проектированного приспособления выполнены.

В данном разделе спроектирована конструкция станочного приспособления для механизации закрепления заготовки. Спроектированная конструкция соответствует требованиям по точности, чертеж приведен в графической части работы.

3.2 Разработка режущего инструмента

«Расчет режущего инструмента будем производить на сверление ступенчатого отверстия $\varnothing 12^{+0,036}$ мм, $\varnothing 18^{+0,052}$ мм» [17] (рисунок 3).

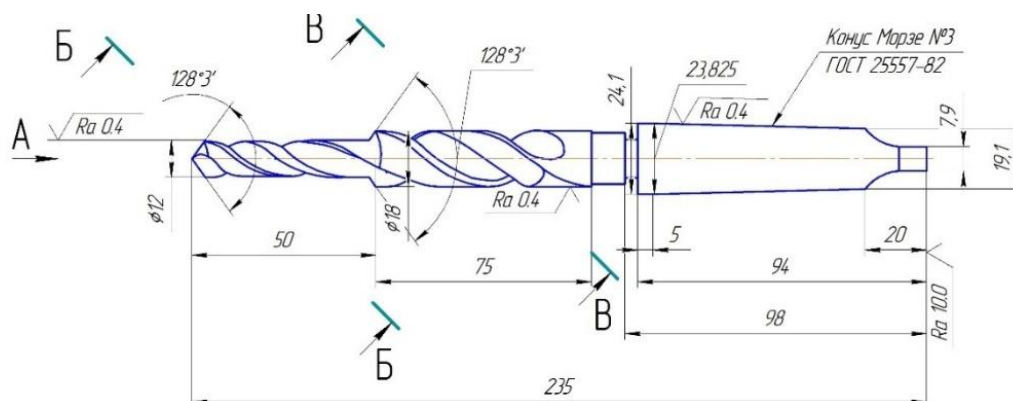


Рисунок 3 – Геометрия проектируемого ступенчатого сверла

Как видно из таблицы 7, при «одинаковых значениях подачи и частоты вращения (т.е. при одновременной обработке двух отверстий) наибольшая нагрузка (39,6 Н) и крутящий момент (3,47 Нм) возникают при обработке отверстия $\varnothing 18^{+0,052}$ мм. Именно по этому размеру целесообразно провести расчет и его результаты скорректировать для отверстия $\varnothing 12^{+0,036}$ мм» [17].

«Минимальный диаметр отверстия:

$$D_{min} = 18,450 \text{ мм.}$$

Максимальный диаметр отверстия:

$$D_{max} = 18,502 \text{ мм.}$$

Для получения обрабатываемого отверстия размеров $\varnothing 18,45^{+0,052}$ мм необходимо использовать инструмент с размером, равным минимальному диаметру отверстия плюс половина допуска на этот диаметр» [17]:

$$\langle D_{инстр} = D \frac{TD}{2 min}, \quad (27)$$

где TD – допуск на обрабатываемый размер, мм» [17].

$$D_{инстр} = 19,450 + \frac{0,052}{2} = 19,476 \text{ мм;}$$

$$D_{инстр} = 19,476 \text{ мм.}$$

«Обрабатываемое отверстие обрабатывается по 9 качеству, тогда допуск на исполнительный размер инструмента целесообразно принять по 7 качеству. Таким образом принимаем размер инструмента: $\varnothing 19,476_{-0,021}$ мм» [17].

«Согласно (27) для получения обрабатываемого отверстия размером $\varnothing 12^{+0,036}$ мм необходимо использовать инструмент с размерами:

$$D_{инстр} = 12,306 \text{ мм;}$$

$$D_{инстр} = 12,518 \text{ мм} \rangle [17]$$

При обработке «рекомендуется в качестве материала режущей части (при окончательной обработке) использовать быстрорежущую сталь Р6М5»

[17]. Это «полностью исключает образование наклепа при обработке» [17] отверстий корпусных деталей.

«Режущую часть инструмента целесообразно выполнить в виде цельного корпуса, с фасонной заточкой на корпус инструмента, что существенно снизит его себестоимость инструмента. Хвостовик сверла – конический» [17].

«Расчетный диаметр для определения номера конуса Морзе вычисляется по формуле» [17]:

$$d = \frac{6\mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 (1 - 0,04\Delta\theta)} \quad (28)$$

где μ_{cp} – момент сопротивления силам резания, Нм;

θ - угол, характеризующий конусность;

μ – коэффициент трения;

P_0 – осевая сила, Н;

$\Delta\theta$ - допуск на угол θ » [17].

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 39,6(1 - 0,04 \cdot 5)} \approx 17,9 \text{ мм.}$$

«Согласно ГОСТ 25557 – 82 принимаем конус Морзе №2» [12].

«Для обеспечения заданных параметров шероховатости ($Ra = 1,6$ мкм) и увеличения стойкости инструмента принимаем следующие значения углов в соответствии с рекомендациями» [17], рисунок 4:

«Для участка режущей части ступенчатого сверла, применяемой для обработки отверстия $\varnothing 12$ мм:

$$\gamma = 90^\circ; \alpha = 8^\circ.$$

Для участка режущей части ступенчатого сверла, применяемой для обработки отверстия $\varnothing 18$ мм:

$$\gamma = 90^\circ; \alpha = 15^\circ \text{» [17].}$$

«Во избежание заклинивания сверла в отверстии ее передняя поверхность выполняется выше центра на 0,5 мм. Для уменьшения трения направляющей о стенки отверстия срезана лыска под углом 30° » [24].

Сверло спиральное со сферической заточкой (рисунок 5) содержит главную режущую кромку 1, поперечную режущую кромку 2, состоящую из двух полукромки на каждом зубе 3 и 4 сверла. Главная кромка 1, образована пересечением передней поверхности 5 и частью задней сферической поверхности 6, примыкающей к ней. Задняя поверхность образована двумя, а возможно и более сферами [17].

«Сверло, задняя поверхность которого оформлена в виде двух или более сфер по сравнению со сверлом, задняя поверхность которого оформлена в виде одной сферы, имеет следующие преимущества» [17].

«Обеспечивается затылование каждого зуба инструмента. Обеспечивается оптимальное распределение углов на режущей части, возможно задание на каждой режущей кромке нескольких значений углов α и φ . Обеспечивается более острая поперечная кромка и угол $\varphi < 180^\circ$, т.е. менее напряжённые условия работы центра сверла. Обеспечивается большее разнообразие радиусов кривизны главной режущей кромки на периферии при заданной кривизне в центре сверла, за счёт чего удаётся получить отверстия, не имеющие заусенцев на выходе, и сверлить сложные материалы» [17].

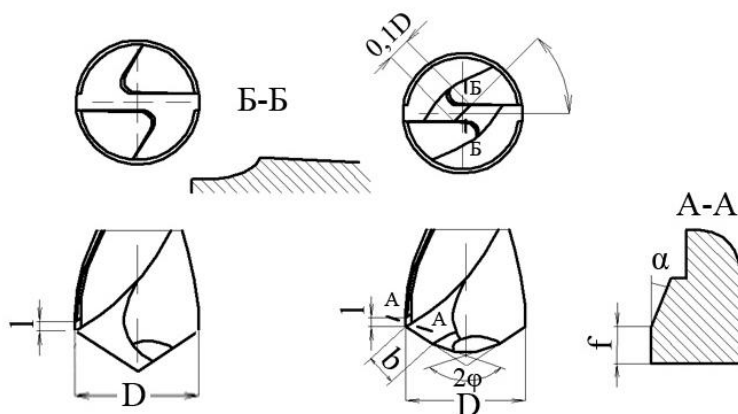


Рисунок – 4 Геометрия передней поверхности сверла

В зависимости от условий применения сверла сферы располагаются в том или ином порядке. На рисунке 5 приведено сверло, задняя поверхность которого образована двумя сферами, расположенными таким образом, что одно из них 8 прилегает к главной режущей кромке и формирует на ней задние углы и углы при вершине, а вторая 9 затылует зуб 4 и формирует поперечную кромку 2 при пересечении аналогичной сферой 8 другого зуба 3.

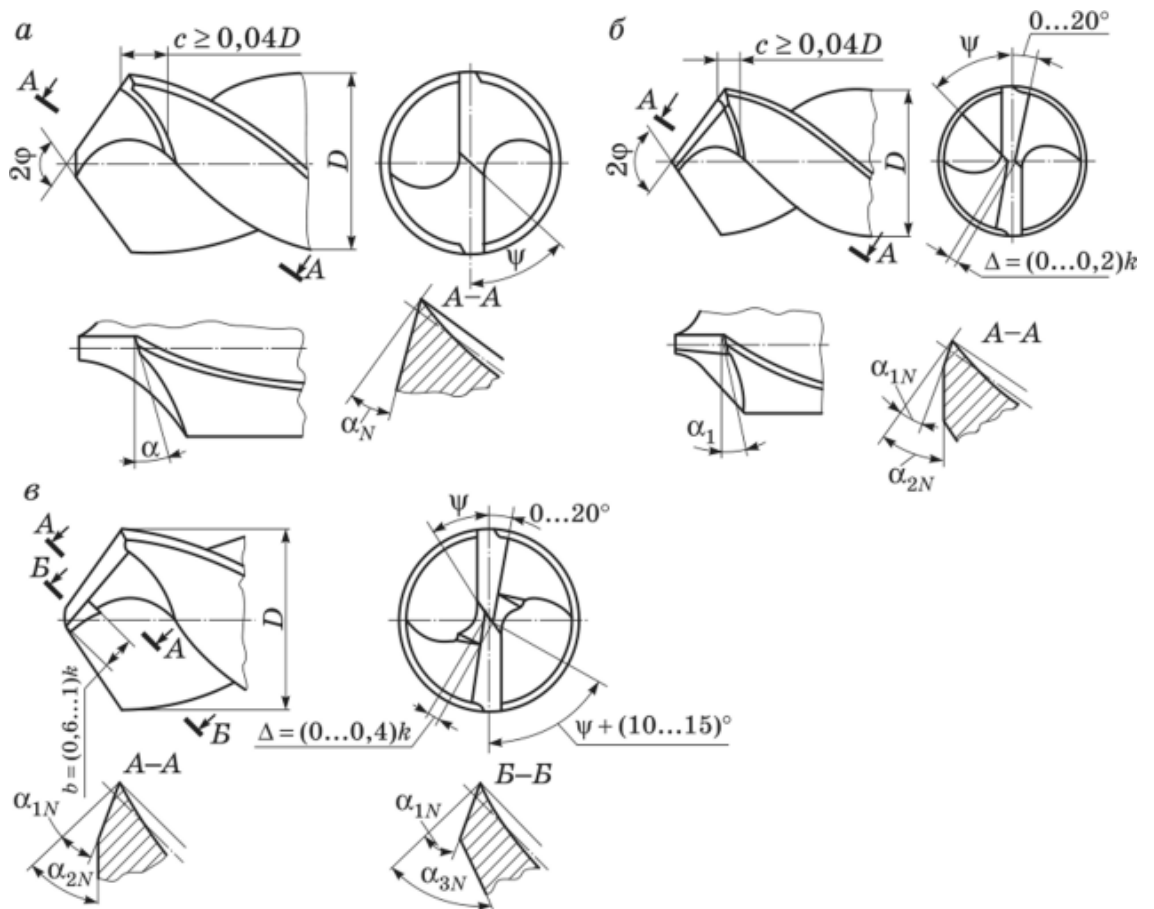


Рисунок – 5 Геометрия сверла получаемая при затыловании

Точность при обработке сверлом достигается за счет того, что применяется сбалансированный режим нагружения осевого инструмента и снижается его момент инерции. В расчетах это было показано в формулах (22) и (23), где для обеих ступеней сверла разного диаметра, были определены равная подача, усилия резания и обороты вращения шпинделя станка.

В этом разделе применено ступенчатое сверло с изменённой основной конструкцией режущей кромки, что в большей степени способствует разрушению стружки. Снижается усилие сверления отверстия детали, а переменное напряжение, вызывающее изменение толщины стружки, определяется геометрией передней поверхности сверла. Результаты расчета показывают, что усовершенствованное сверло имеет лучшие характеристики стружкодробления, низкое осевое усилие и лучшую производительность обработки по сравнению со спиральным сверлом, которое применялось в базовом варианте технологического процесса. Кроме того, улучшенное сверло позволяет получить более полную внутреннюю стенку отверстия и существенно улучшить шероховатость поверхности. А изменение параметров резания, таких как скорость подачи, отрицательно влияет на толщину стружки, усилие и износ инструмента. Спроектированное ступенчатое сверло производит стружку в 2 раза меньшей толщины и делает её более склонной к поломке по сравнению со спиральным сверлом.

С учётом этого можно сделать заключение, что цель данного раздела можно достигнута.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технологического процесса изготовления крышки пускового устройства. В разделе необходимо выполнить оценку опасных и вредных производственных факторов[6].

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

«Выполним анализ технологических операций, оборудования и материала заготовки и наименование должности работника, выполняющего технологический процесс и его операции» [14].

Таблица 7 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 7 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [6]с	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы вещества» [6]
«изготовление крышки пускового устройства» [6]	«агрегатная» [6]	«оператор станков с ЧПУ» [6]	фреза P6M5, сверло P6M5, зенкер-развертка P6M5, резец P6M5	алюминиевый сплав АК9Т

«Определяем состав оборудования, технологического оснащения и содержания технологических операций и далее выполняем анализ паспорта технологического объекта на предмет идентификации профессиональных рисков» [6].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«Комплекс производственных рисков определяет набор опасных и вредных производственных факторов, таблица 8» [6]. В качестве опасных и вредных производственных факторов выступают вредные и опасные производственные факторы в цехе.

Таблица 8 - Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция» [6]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
«агрегатная» [6]	«химическое отравление, шум, вибрации, поражение электрическим током, неправильная эксплуатация оборудования, загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения, применение поврежденного инструмента, нарушение организации рабочего места, искрообразование» [6]	«смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок, технологическое оснащение» [6]

В результате выполнения подраздела в качестве рисков определены факторы химического, механического и электрического воздействия на персонал. Определены источники возможного возникновения нештатной и аварийной ситуации в цехе.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Для из устранения рисков воздействия факторов химического, механического и электрического воздействия на персонал. Трудовой процесс требует определенного физического и нервно-психического напряжения отдельных органов и систем человека, фиксации определенного положения тела при работе. Трудовую деятельность человека можно классифицировать

на физический и умственный труд, также возможны смешанные формы реализации трудовой деятельности. Это показано в таблице 9.

«Таблица 9 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [6]

Опасный и вредный производственный фактор	«Организационные методы, технические средства» [6]	«Средства защиты» [6]
вибрации	«инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [6]	«ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки» [6]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«инструктажи по охране труда, приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [6]	противошумные вкладыши или наушники
«поражение электрическим током» [6]	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [6]	«резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда» [6]
химическое отравление (через дыхательные пути)	«вентиляция, инструктажи по охране труда» [6]	«спецодежда» [6]
«стереотипные рабочие движения» [6]	«инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов» [6]	-
загрязнение воздуха	вентиляция, инструктажи по охране труда	«спецодежда» [6]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [6]	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения	-
применение поврежденного инструмента	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-

На основании анализа определены средства защиты персонала обеспечивающего реализацию технологического процесса. В качестве мероприятий определены виды инструктажей по охране труда, обеспечению заземления оборудования, проверки изоляции токоведущих частей, и эксплуатации систем аварийного отключения в цехе.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Таблицы 10, 11 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах» [6].

Таблица 10 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок» [6]	«Оборудование» [6]	«Класс пожара» [6]	«Опасные факторы при пожаре» [6]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [6]
«производственный участок» [6]	«специальное приспособление» [6]	Д	«неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [6]	«изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования» [6]

Оснащение формирует комплекс гигиенических, организационных, технических и санитарных средств, снижающих воздействие на работников вредных и опасных факторов, называется производственной санитарией.

В рамках мероприятий участок мехобработки оснащают средствами первичной защиты персонала, мобильными средствами защиты. В отдельных отведенных местах устанавливают стационарные установки вентиляции и увлажнения. На рабочих местах размещены средства индивидуальной защиты персонала, в том числе в части электробезопасности и получения тяжелых травм. Все рабочие места оснащены оповещателями возникновения пожара.

Таблица 11 - Средства защиты и пожаротушения

«Первичные средства пожаротушения» [6]	«Мобильные средства пожаротушения» [6]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [6]	«Оборудование» [6]	«Инструмент» [6]	«Средства индивидуальной защиты» [6]	«Пожарные сигнализация, связь, оповещение» [6]
«огнетушители, ящики с песком, ведра» [6]	«автомобили, передвижные огнетушители» [6]	«система пожаротушения автоматическая» [6]	«рукава, гидранты» [6]	«ведра, лопаты» [6]	«противогазы, спецодежда, перчатки, пожарный щит» [6]	«звуковые автоматические оповещатели» [6]

«В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве» [6]. Средства обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [6]
«технологический процесс изготовления крышки пускового устройства» [6]	«разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [6]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [6]

В результате выполнения данного подраздела на основе анализа угрозы возгорания на участке производственного оборудования были определены виды реализуемых организационных мероприятий и средства по обеспечению пожарной безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа приведены в таблицах 13 и 14» [6].

Таблица 13 - Определение экологически опасных факторов объекта

«Технологический процесс» [6]	«Структурные элементы техпроцесса» [6]	«Опасное воздействие на атмосферу» [6]	«Опасное воздействие на гидросферу» [6]	«Опасное воздействие на литосферу» [6]
«изготовление крышки пускового устройства» [6]	«специальное приспособление» [6]	«стружка, пыль, токсические испарения» [6]	«стружка, пыль, технические жидкости, растворы» [6]	«стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь» [6]

«Разработаем мероприятия для снижения антропогенного из воздействия на предприятии. Рекомендации приведены в таблице 14» [6].

Таблица 14 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

«Воздействие» [6]	«Технологический процесс изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel» [6]
«на атмосферу» [6]	«фильтрационные системы для системы вентиляции участка» [6]
«на гидросферу» [6]	«локальная многоступенчатая очистка сточных вод» [6]
«на литосферу» [6]	«разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов» [6]

В результате выполнения данного раздела предложены мероприятия нормализации воздушной среды на производстве. Для этого рекомендуется применять: устройства для поддержания нормируемой величины температуры воздушной среды, устройства для вентиляции, очистки и кондиционирования воздуха; устройства для локализации пожароопасных и вредных факторов,

устройства для дистанционного управления, автоматического контроля и сигнализации [6].

Для реализации мероприятий предложено включить в технологический процесс обеспечения требуемого микроклимата для персонала в помещении устройства для контроля микроклимата помещения, датчиков контроля состояния наружной среды здания, системы обеспечения состояния внутренней среды на участке, систему отвода возмущающих потоков тепла, влаги, примесей.

Параметры микроклимата в помещениях устанавливает параметры обслуживаемой зоны производственного участка и помещений работающего персонала.

Предложенные в разделе мероприятия позволяют в цехе обеспечить общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение рабочего дня при минимальном напряжении работающего оборудования и подвижных элементов механизмов, способствуют безаварийной обстановке на рабочих местах и создают оптимальные климатические условия с высоким уровнем работоспособности персонала.

Таким образом, можно заключить, что достигнуты все поставленные в данном разделе цели.

5 Экономическая эффективность работы

Для оценки экономической эффективности проекта «используем в качестве исходных данных для расчётов интегрального экономического эффекта, результаты от предложенных в проекте технических решений» [12]. А именно применение спроектированного ступенчатого сверла и применение приспособления с механизированным приводом на операциях 030 и 035.

«С помощью вычислительных инструментов и программного обеспечения Microsoft Excel были рассчитаны 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)» [12, с. 15–23].

«Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 1988607,3 рублей» [12].

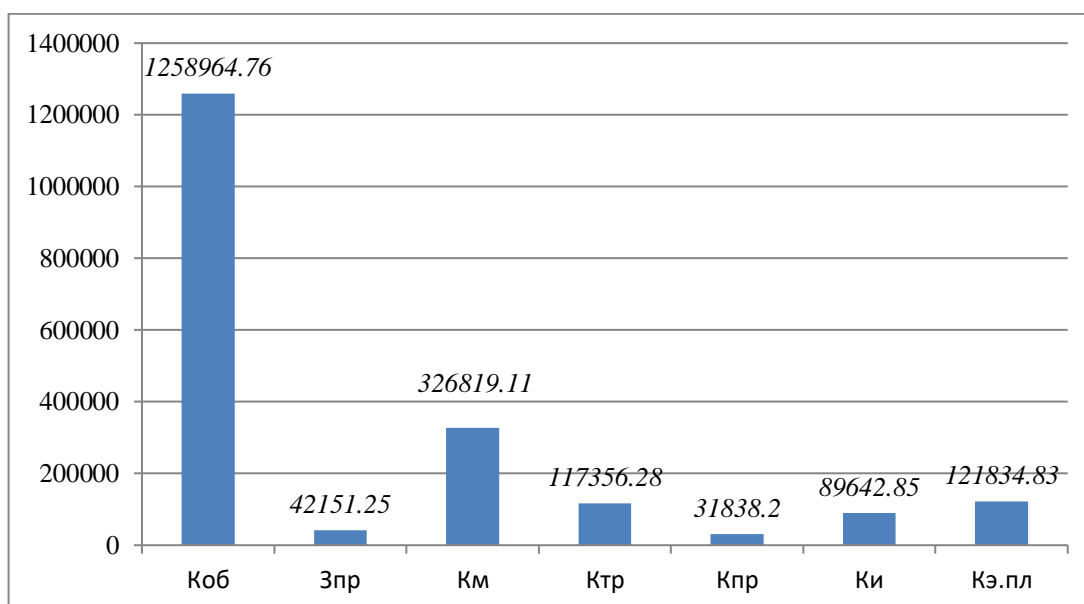


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данных, можно сделать вывод о том, что «самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование (K_{OB}), величина которых составляет 75,85 %, Все остальные затраты находятся в объеме менее 12 % от общей величины капитальных вложений» [12].

«На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса» [12].

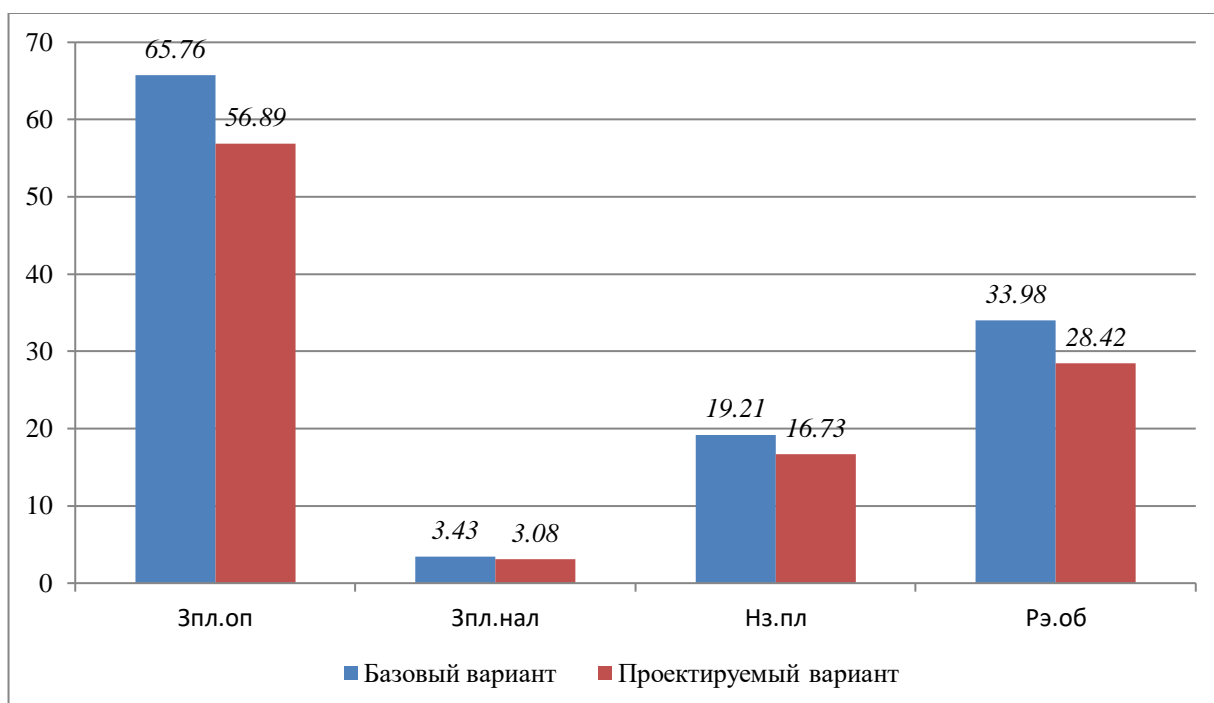


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

«Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости. Первая это заработная плата оператора ($З_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочих операторов, занятых на перечисленных выше операциях, доля которой составляет 55,65 % для базового варианта и 54,28 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости» [12].

«Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 34,31 % для базового варианта и 33,54 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

«Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям технологического процесса, представлены на рисунке 8» [12].

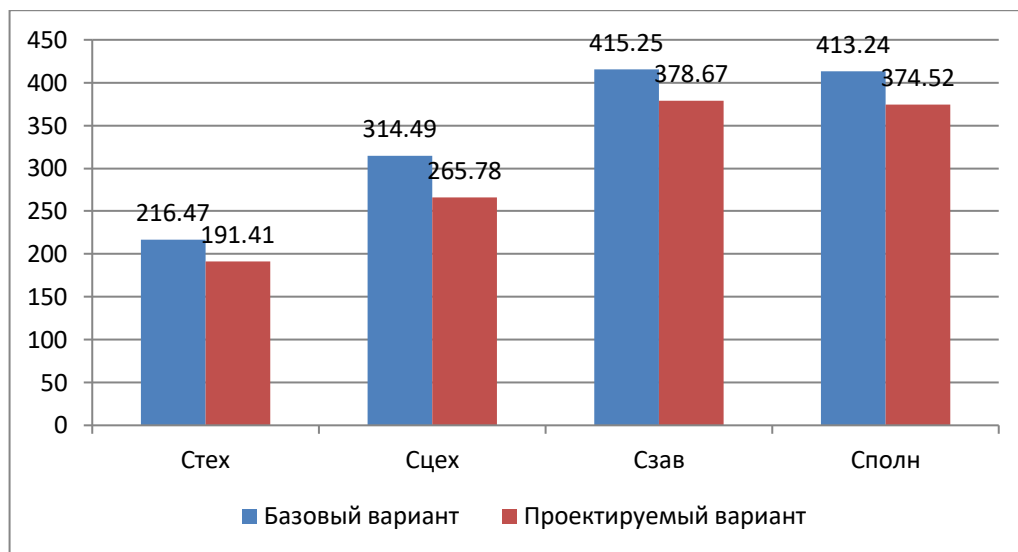


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

«Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 234,84 рубля, а для проектируемого варианта – 189,72 рубля» [12].

«Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 1288607,3 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 198389,63 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий» [12]. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,29 рублей.

Заключение

В разделах данной выпускной квалификационной работы выполнен комплекс работ по проектированию технологического процесса изготовления крышки пускового устройства согласно представленным конструкторским и технологическим требованиям.

В разделах приведена теоретическая часть с основными расчетными формулами, результатами решения задач по подразделам. Спроектирован прогрессивный технологический процесс. Спроектировано станочное и инструментальное оснащение для производства крышки.

Выполнен анализ служебного назначения детали. Произведена оценка условий её эксплуатации. На основе анализа технологичности детали определены технические характеристики пооперационно. По результатам технико-экономического анализа выбран метод получения заготовки. Спроектирован технологический маршрут и задана структура операции плана изготовления детали.

В качестве недостатков базового технологического процесса рассмотрены низкая производительность ввиду наличия потерь времени на ручные виды работ. Для сокращения негативного влияния этих недостатков были проектированы станочное приспособление с механизированным приводом и конструкция ступенчатого режущего инструмента с прогрессивной геометрией режущей части

На основе статистического анализа рассчитаны нормы времени и значения режимов работы оборудования.

В завершающей части предложены мероприятия по охране труда и технике безопасности в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования. Определена оценка экономических показателей.

В связи с этим цель данной выпускной квалификационной работы, можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Горяинов, Д. С. Разработка технологии изготовления и программирование обработки на станках с ЧПУ и ОЦ : учебное пособие для СПО / Д. С. Горяинов, Ю. И. Кургузов, Н. В. Носов. — Саратов : Профобразование, 2022. — 105 с. — ISBN 978-5-4488-1404-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116290.html> (дата обращения: 19.09.2022).

2. Батршина, Г. С. Проектирование 3D-моделей композиционных изделий в среде Компас-3D : учебно-методическое пособие / Г. С. Батршина. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 102 с. — ISBN 978-5-4497-1592-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119110.html> (дата обращения: 24. 09.2022).

3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 203 с. [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15. 09.2022).

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. 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: 10.10.2022).

7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. — Введ. 1990-01-07. — М. : Изд-во стандартов,

1990. – 83 с.

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 16. 09.2022).

9. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19. 09.2022).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.10.2022).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16. 09.2022).

12. 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: 12. 09.2022).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 18. 09.2022).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19. 09.2022).

15. 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.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишууров, М.В. Кишууров, 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: 09.10.2022).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23. 09.2022).

18. 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: 13. 09.2022).

19. 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. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

20. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 07. 09.2022).

21. 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.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский

[и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

23. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

24. 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: 26. 09.2022).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.10.2022).

26. 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. 09.2022).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дробь																									
Взам.																									
Пози																			1						
Разработ	Мирзаев																								
Проверил	Лебедкин																								
Исполн.																									
Утвердил																									
<i>Технологический процесс изготовления крышки пускового устройства</i>																									
М01	Сплав АК9Т ГОСТ 4784-65																								
М02	код	СВ	МД	ЕН	Кросс	ИИИ	код заготовки		Профиль и размеры		КД	МЗ													
	46	166	15	1	0,13	0,92	14		170 x 105		1	163													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	код наименование операции										Добавление документа										
Б	код наименование обработки														СМ	Проф	Р	УГ	НР	КОМ	ЕН	ОП	Кит	Тра	Тшт
А03					000. Заготовительная.																				
Б04					Машина литейная																				
О05																									
А06					010. 4101. Агрегатная.		3	15292	12	1	1	1	10	1	1,32			12,6							
Б07					381881. Агрегатный фрезерно-расточной с ЧПУ модели 500Н																				
О08					Фрезеровать плоскости в размеры 22, R14, 2, 40,2, 42,6 ; сверлить отверстия 14, 10, выдержав раз-																				
О09					меры 46, 40, 58, 113 ; зенкеровать отверстия 10,8																				
Т10					396181 приспособление УСП, 391801 фреза BK10 ГОСТ 24360-80, 391303 сверло ступенчатое T5K10 ТУ 2-035-501-76																				
Т11					391620 зенкер твердосплавный T15K6 ГОСТ 21583-76, 393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, 393450 нутрометр микрометрический ИЧ-5 ГОСТ 577-68, 394650 втулка переходная ГОСТ 6103-89																				
Т12																									
Т13																									
А14					020. 4101. Агрегатная.		3	15292	12	1	1	1	10	1	6,23			26,7							
Б15					381881. Агрегатный фрезерно-расточной с ЧПУ модели S450																				
О16					Фрезеровать плоскости в размеры 23, 102, выдержав размер 18,7, 56 ; сверлить отверстия 8,																				
О17					выдержав размеры 24, 48, нарезать резьбу M8x1,25-H на глубину L=18, расточить диаметр 49,7 на длину L=																				
О18					25,7, диаметр 48,8, на длину L=70,5, диаметр 46,7, на длину L=10,5, выдержав размер 43,5 ;																				
МК																									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

				2															
А	Цек	Уч	РМ	Шпр	Код наименования операции					Обозначение документа									
Б	Код наименования оборудования				СМ	Проф	Р	УГ	НР	КОМП	ЕН	ОП	Куп	Тол	Гип				
К	И	Наименование детали, сборочной единицы или материала				Обозначение код					ОП	ЕН	КМ	Наст					
А03					Фаски в размеры 1,5x4,5, 1,0x3,0.														
А03					396181 приспособление УСП, 391801 фреза ВК10 ГОСТ 24360-80, 391303 сверло ступенчатое Т5К10 ТУ 2-035-501-76														
А03					396141 оправка расточная ВК6 ГОСТ 18869-43, 391350 метчик цельный Т5К10 ГОСТ 1672-80, 394650 втулка переход-														
А03					ная ГОСТ 6103-89 ; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, 393450 нутромер микрометрический ИЧ-5 ГОСТ 577-68.														
Б04					393140 пробка резьбовая М8-1,25-6Н.														
О5																			
А06					030. 4.101. Агрегатная.					3	15292	12	1	1	1	10	1	1,61	13,7
Б07					381881. Агрегатный фрезерно-расточной с ЧПУ модели S450														
О08					Фрезеровать плоскости в размеры 168 , выдерживая размеры 71,5, 43,3 ; расточить диаметры 77,5														
О09					36,7 , 42,8 , на длину L=7,2 , L=12,2 , проверить обработкой внутренний контур на глубину L=70, выдер-														
О10					живая размеры 33, R4,2, 5 , расточить фаски 0,5x4,5, 2,5x3,0, 1,5x3,0, 2x3,0, выдерживая размер 14 .														
Т11					396181 приспособление УСП, 391801 фреза ВК10 ГОСТ 24360-80, 396141 оправка расточная ВК6 ГОСТ 18869-43,														
Т12					393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, 393450 нутромер микрометрический, 394650 втулка переходная ГОСТ 6103-89														
Т13																			
А14					040. 4.101. Агрегатная.					3	15292	12	1	1	1	10	1	6,99	27,3
Б15					381881. Агрегатный фрезерно-расточной с ЧПУ модели S450														
О16					Фрезеровать плоскости в размеры 167 , 101,8 , выдержав размер 71,5 , 43 ; сверлить отверстия 8,														
О17					выдержав размеры 35 , 28 , 56 , нарезать резьбу М8x1,25-6Н на глубину L=18, расточить диаметр 77,08 на														
О18					глубину 7,5 , диаметр 37 , на длину L=95 , диаметр 43 , на длину L=12,5 , выдержав размер 14 ;														
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Длина	Высота	Толщина																
																		3
А	Цех	Уч.	РН	Отвер	Код наименования операции	Обозначение документа												
Б	Код наименования оборудования					СИ	Проф	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Тпа	Тшт		
К	И	Наименование детали, сборочной единицы или материала					Обозначение жид											
001					Расточить диаметр 50 на длину L=26 , диаметр 49 , выдержав размер 10,8, диаметр 47 , выдер-													∅
002					жав размер 4,3,8 ;													
003					396181 приспособление УСП, 391801 фреза ВК10 ГОСТ 24360-80, 391303 сверло ступенчатое Т5К10 ТУ 2-035-501-76													
004					396141 оправка расточная ВК6 ГОСТ 18869-43, 391350 метчик цельный Т5К10 ГОСТ 1672-80, 394650 втулка переход-													
005					ная ГОСТ 6103-89 ; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, 393450 нутрометр микрометрический ИЧ-5 ГОСТ 577-68.													
006					393140 прайка резьбовая М8-1,25-6Н.													
007																		
А08					050. Контрольная.													
Б09					394630. Стол контрольный													
10																		
А11					060. Контрольная.													
Б12					Машина моечная.													
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
	МК																	