

Аннотация

Жучков И.Р. Технологический процесс изготовления крышки муфты – ТГУ: Тольятти, 2020. – 68 с.

Работа рассматривает вопросы проектирования процесса изготовления крышки муфты. Проведен анализ технологичности муфты. С учетом объема выпуска определен тип производства. Для условий серийного производства выбраны соответствующие элементы технологии: оборудование, методы расчета, расстановка станков, квалификация рабочих, способы наладки станков. Выбран способ получения заготовки. С учетом материала – чугуна единственный способ это литье. Спроектирована заготовка с учетом требований производства, выбраны припуски и допуски на размеры. Для обеспечения требований чертежа используется типовая технология, которая включает в себя точение, сверление, растачивание, протягивание, нарезание резьбы, шлифование наружное и внутреннее. Для этих переходов выбрано оборудование. Чтобы технология была эффективной, производительной предлагается использовать на первом этапе токарно-фрезерный центр. Он обеспечивает принцип концентрации переходов, совмещает черновые и чистовые переходы. За счет этого снижаются потери на установку-снятие заготовки, транспортировку. Для финишных переходов используется круглое шлифование. Оно и формирует все требования к поверхностям, имеющим наиболее жесткие допуски. Для проведения операций были выбраны все необходимые элементы оснащения, а на шлифовальную операцию спроектировано зажимное приспособление – мембранный патрон. Оно имеет необходимую точность и силу закрепления. Для скоростной обработки сразу двух поверхностей используется спроектированное ступенчатое сверло. Все изменения технологии обоснованы по нормам охраны труда и экологичности и приводят к рассчитанному экономическому эффекту.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ служебного назначения детали и условия работы.....	6
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Технологичность крышки	7
1.4 Систематизация поверхностей	8
1.5.Формулировка задач	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Определение исходных параметров техпроцесса.....	10
2.2 Экономическое обоснование выбора заготовки	10
2.4 Обоснование выбора методов обработки поверхностей	14
2.5 Разработка маршрута изготовления.....	15
2.6 Определение припусков и проектирование заготовки.....	16
2.7 Анализ базового и разработка нового маршрута.....	19
2.8 Окончательный маршрут обработки детали	20
2.9 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.10 Проектирование технологической операции	21
2.11 Нормирование технологических операций	25
3 Проектирование специальных средств оснащения	32
3.1 Проектирование патрона.....	32
3.2 Проектирование режущего инструмента	40
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	43
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	43
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	43
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	44
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46
4.6 Выводы по разделу	47
5 Экономическая эффективность работы	50

Заключение	55
Список используемых источников.....	56
Приложение А Технологическая документация.....	60
Приложение Б Спецификация приспособления	66

Введение

В условиях рыночной экономики перед отечественным машиностроением стоят задачи увеличения выпуска продукции, расширение номенклатуры выпускаемых изделий, снижение издержек производства. Это невозможно выполнить без качественного проектирования технологических процессов изготовления деталей. Это выполнимо на базе использования достижений научно-технического прогресса.

Для проектирования необходимо использовать современные системы проектирования (конструкторские и технологические), современные методики расчетов и выбора операций, оснащения, режимов. Это должно обеспечить соответствие спроектированного технологического процесса самым современным требованиям.

Выполнение технологии на рабочих местах должно сопровождаться конструкторскими разработками. Оснащение, включая инструмент необходимо правильно, рационально выбрать и спроектировать, чтобы уменьшить технологическую себестоимость.

Цель работы - обеспечение выпуска «крышки муфты» с заданными параметрами качества с минимальными затратами путем разработки рационального технологического маршрута его механической обработки.

Для этого необходимо решить ряд расчетных технологических и конструкторских задач. К ним относятся, во первых, анализ обоснованности технических требований, указанных на чертеже с учетом условий работы и назначения каждой поверхности заданной детали.

Затем необходимо спроектировать технологию, начиная с заготовительной операции. Для этого для выбранного типа производства необходимо определить метод получения исходной заготовки и спроектировать ее. С учетом выбранной заготовки, требований чертежа, типа производства, необходимо выбрать технологические переходы и на основе

типового техпроцесса изготовления деталей типа фланцевой крышки, разработать свою технологию на конкретную деталь в виде маршрута.

Самые сложные операции, лимитирующие разработать подробно с расчетом режимов резания. Выполнить также нормирование с учетом найденных параметров обработки. Спроектировать и представить технологические наладки. Всю технологию необходимо перенести в технологическую документацию в стандартные формы.

Для совершенствования технологии в конструкторском разделе необходимо выполнить проектирование станочного приспособления для надежной и точной фиксации крышки на выбранных операциях механической обработки. Также необходимо спроектировать и представить режущий инструмент, который позволит снизить время обработки и затраты на проведение операций.

Все операции необходимо проанализировать на безопасность с точки зрения охраны труда и экологичности. Предложенные усовершенствования рассчитываются на экономическую эффективность.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали и условия работы

Крышка фланец является элементом муфты, которая ограничивает передаваемый крутящий момент. Она служит для точного центрирования зажимного блока и обеспечения вращения с минимальной погрешностью вокруг своей оси. Крышка служит для установки и закрепления узла стыкуемой детали. Крутящий момент передается от привода через вал, проходящий по центру крышки по шпоночному пазу и зафиксированный винтами на крышке стыкуемой детали.

В крышке есть четыре резьбовых отверстия для крепления зажимного блока по буртику с помощью винтов. Установка крышки происходит по наружному диаметру с упором в торец.

1.2 Анализ технологичности детали

Материал детали – литейная сталь 35ХМЛ ГОСТ7374-85 [9]. Сведения о характеристиках в таблицах 1 и 2.

Эти параметры определяют заданную работу крышки. Материал не дефицитный.

Термообработка для обеспечения твердости - закалка. Сталь обладает по технологичности средней обрабатываемостью. Коэффициент обрабатываемости для твёрдосплавных инструментов $K=0,85$, $K=0,75$ для быстрорежущих [14].

Таблица 1 - Доля элементов, %

Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера	Хром	Никель	Медь
0,3-0,38	0,2-0,42	0,4-0,9	0,04	0,04	0,5-0,8	0,7-0,9	0,3

Заготовку крышки необходимо получать литьём. Это может быть литье в земляные, оболочковые или керамические формы.

В соответствии со спецификой конструкции детали, к ней предъявляются следующие технические требования:

- заготовка изготавливается методом литья;
- неуказанные литейные радиусы R5 мм;
- неуказанные литейные уклоны $3...4^0$ в сторону плоскости разъема;
- неуказанные допуски формы, расположения по ГОСТ 25645-85.

Таблица 2 - Физико-механические свойства материала [9]

Твердость, НВ	Плотность, кг\м ³	Линейная усадка, %	Модуль упругости, МПа
217-269	7850	2,8	$2,1 \cdot 10^5$

По вопросам получения заготовки, крышку можно считать технологичной.

1.3 Технологичность крышки

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы о технологичности поверхностей детали. Механическая обработка цилиндрических поверхностей и плоскостей не вызывает затруднений. Все цилиндрические поверхности можно обработать осевым и расточным инструментом. Во всех вышеперечисленных методах обработки поверхностей применяются инструменты, являющиеся стандартными и доступными по стоимости [21-23]. Взаимное расположение поверхностей позволяет быстро и беспрепятственно подводить режущий инструмент к зоне резания. Допуски и размеры точных поверхностей при обеспечении

надлежащих эксплуатационных требований не усложняют технологию производства. Конструкция детали предусматривает обработку не только сопрягаемых поверхностей, а форма детали требует получения заготовки с минимальными припусками. Для установки могут применяться все поверхности заготовки. Они обеспечат надежную и точную установку. Протяженность обрабатываемых поверхностей из-за габаритов детали средняя. Требования по точности и качеству относительно невысокие.

1.4 Систематизация поверхностей

Все поверхности детали номеруем и систематизируем по их назначению. Эскиз детали с пронумерованными поверхностями представлен на рисунке 1, а в таблицу 3 назначение поверхностей крышки.

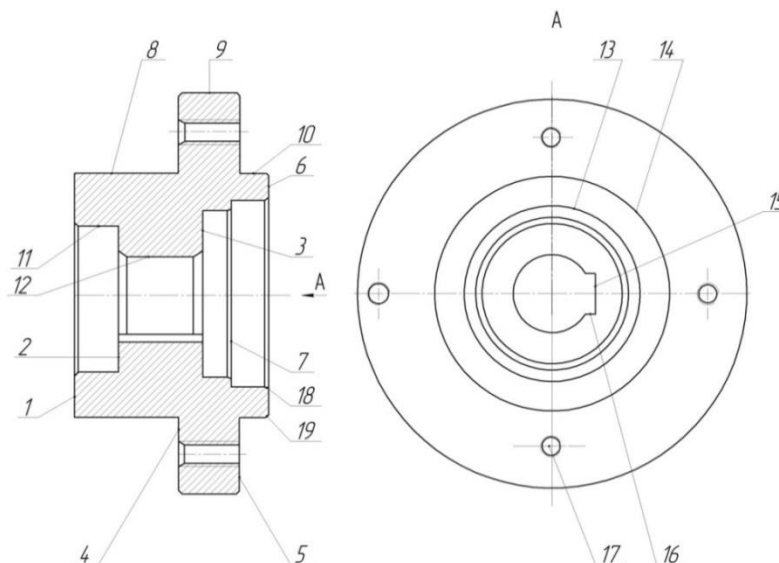


Рисунок 1 – Эскиз крышки

Таблица 3 - Служебное назначение поверхностей

Вид	Номер
Основная база	5,10
Вспомогательная база	11,17,12,15,16,14
Исполнительная	16,17
Свободные	-

1.5.Формулировка задач

Следующие задачи необходимо решить для достижения цели:

- 1) Выполнить анализ базового техпроцесса;
- 2) Выполнить экономическое обоснование выбора метода получения исходной заготовки;
- 3) Спроектировать технологию с выбором переходов, операций.
- 4) Для выбранных схем базирования и методов обработки подобрать оснащение;
- 5) Разработать технологические операции;
- 6) Выполнить конструкторские разработки по приспособлению и инструменту;
- 7) Разработать систему мер охраны труда;
- 8) Провести экономический расчет.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Определение исходных параметров техпроцесса

Определяем тип производства в зависимости от годовой программы выпуска изделий и массы изделия табличным методом, используя литературу [10]: N- годовая программа выпуска изделий с учетом запасных частей. По заданию N=2000 шт./год; масса детали, m=1,6 кг.

По таблице эти значения соответствуют серийному производству.

2.2 Экономическое обоснование выбора заготовки

Вывод по какой-либо заготовке делаем после технико- экономического сравнения себестоимостей альтернативных вариантов возможных способов получения заготовки.

Основываясь на рекомендациях [13], проведем расчет себестоимости заготовок, полученных способом литья в керамические формы и в песчано-глиняные формы.

Литье в керамические формы: расчет припусков заготовки будем вести по методике [12].

С учетом параметров детали, таких как максимальный габаритный размер отливки, вида материала, метода литья принимаем параметры заготовки: класс размерной точности – 9; степень точности поверхностей – 10; степень коробления – 8; ряд припусков – 3; класс точности массы – 12.

На основе класса точности назначаем допуски, а в зависимости от ряда припусков назначаем припуски на необходимые размеры. Полученные результаты заносим в таблицу 4.

Принимаем литейные уклоны 3 градуса в направлении увеличения размеров. Коэффициент использования материала K_M :

$$K_M = \frac{Q_0}{Q_3}, \quad (1)$$

где Q_0 – масса детали, кг;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Таблица 4 – Параметры отливки (вариант №1), мм

Исходный размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Размер отливки, мм
Диаметр 144	2,6	1,5	Диаметр 147±1,3
Диаметр 86	2,2	1,5	Диаметр 83±1,1
Диаметр 110	2,6	1,5	Диаметр 107±1,3
Диаметр 46	2,0	1,0	Диаметр 44±1,0
16	1,2	1,5	16±0,6
60	1,0	1,5	60±1,0
114	2,4	1,5	117±1,2
27	2,0	1,2	28,4±1,0
26	1,4	1,5	26,3±0,7

Массу заготовки определяем по формуле:

$$Q_3 = V \cdot p, \quad (2)$$

где $p = 7,8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ – плотность стали;

V – объем заготовки.

Чтоб найти объем заготовки, разбиваем ее на простые геометрические фигуры (цилиндры, кубы, конусы и т.д.) и находим объем как сумму объемов составляющих фигур. Литье в песчано-глиняные формы. Параметры альтернативного варианта заготовки следующие: класс размерной точности – 11; степень точности поверхностей – 12; степень коробления – 10; ряд припусков – 4; класс точности массы – 13.

На основе класса точности назначаем допуски, а в зависимости от ряда припусков назначаем припуски на необходимые размеры. Полученные результаты заносим в таблицу 5.

Таблица 5 - Параметры отливки (вариант №2)

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Размер отливки, мм
Диаметр 144	3,0	2	Диаметр 150±1,5
Диаметр 86	2,6	2	Диаметр 82±1,8
Диаметр 110	2,8	2	Диаметр 106±1,9
Диаметр 46	2,4	2	Диаметр 42±1,2
16	1,6	2	16±1,8
60	1,4	2	60±1,7
114	2,6	2	118±2,3
27	2,4	2	29±2,2
26	1,8	2	27±0,9

Принимаем литейные уклоны 3 градуса в направление увеличения размеров. Литейные радиусы закруглений принимаем равными $R = 3$ мм, в местах перехода на другой диаметр $R = 15$ мм по ГОСТ 26645-85. Коэффициент использования материала K_M :

$$K_M = \frac{Q_d}{Q_3} = \frac{1,6}{2,6} = 0,62.$$

Стоимость отливки в керамические формы: [12]

$$\begin{aligned} C_{заг} &= C_{ом} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_M \cdot k_n = \\ &= 0,29 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 0,78 \cdot 1,15 \cdot 0,6 = 0,12 \text{ руб/кг}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $C_{ом} = 0,29$ руб/кг – стоимость литых заготовок,

$k_m = 1,1$ – коэффициент точности;

$k_c = 0,85$ – коэффициент сложности;

$k_g = 0,78$ – коэффициент массы заготовки;
 $k_m = 1,15$ – коэффициент марки материала;
 $k_n = 0,6$ – коэффициент объема производства [12].

Затраты на отливку, полученную методом литья в песчано-глиняные формы:

$$C_{заг} = 0,29 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,74 \cdot 1,12 \cdot 0,52 = 0,104 \text{ руб/кг},$$

где $C_{от} = 0,29 \text{ руб/кг}$ – стоимость литых заготовок;
остальные коэффициенты как в формуле (2) $k_m = 1,0$, $k_c = 0,83$,
 $k_g = 0,74$, $k_m = 1,12$, $k_n = 0,52$.

Технологическая себестоимость заготовки:

$$C_T = Q_{заг} \cdot C_{заг} - Q_{заг} \cdot (1 - K_M) \cdot C_{отх}. \quad (4)$$

Себестоимость отливки, полученной методом литья в керамические формы:

$$C_T = 1,9 \cdot 0,114 - 1,9 \cdot (1 - 0,84) \cdot 0,0144 = 13,789 \text{ руб.}$$

Себестоимость отливки, полученной методом литья в песчано-глиняные формы:

$$C_T = 3,2 \cdot 0,104 - 3,2 \cdot (1 - 0,74) \cdot 0,0144 = 14,016 \text{ руб.}$$

Вывод: для получения заготовки для детали крышка выбираем метод литья в керамические формы, чертеж заготовки представлен на формате А-2.

В детали нет необрабатываемых поверхностей. На стадии отливки заготовки не обеспечивается их требуемая точность. В жидком металле разнообразные примеси и неметаллические включения вследствие их меньшей плотности всплывают и скапливаются в верхней части отливки, их удаление происходит снятием слоя припуска при механической обработке. Поэтому отливку обрабатываем со всех сторон [10].

2.4 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

Для обеспечения требований чертежа необходимо из исходной заготовки применением специально подобранных методов обработки получить требования чертежа.

Выбранные по справочным данным [11] методы сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 - Методы обработки

Поверхность	Точность (калитет)	Шероховатость, Ra, мкм	Метод обработки
4,8,9,6,19	12	12,5	Точить начерно(14;12.5), Точить начисто (12;6.3),
3,13,18	12	12,5	Расточить начерно (14;12.5), Расточить начисто (12;6.3),
12,11,14	7	1.6	Расточить начерно (14;12.5), Расточить начисто (12;6.3),Шл(7;1.6).
18	12	6.3	Расточить начисто (12;6.3),
17	12	6,3	Сверлить 4 отверстия (12;6,3)
17	8	6,3	Нарезать 4 резьбы (8,6,3)
15,16	10	2,5	Протянуть шпоночный паз(10; 2,5).

2.5 Разработка маршрута изготовления

При разработке технологического маршрута изготовления детали будем руководствоваться принципами, изложенными в [10, 21, 22]. Главное изменение в технологии базовой, использование токарно-фрезерного центра, что позволяет сконцентрировать переходы на лезвийном этапе. На самой операции используем общие принципы, точные поверхности обрабатываем в конце, мелкие конструктивные элементы тоже. Черновую и чистовую обработку проводим отдельно по этапам.

На основе изложенных принципов формируем маршрут обработки виде таблицы 7. Операционные допуски и технические требования назначаем по [11, 12].

Таблица 7 - Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Станок	Содержание	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5
000 Заготовительная		Литье заготовку	16	Ra 40
005 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ M30G MILLTURN	Черновое точение и растачивание Точить поверхности 8	14	12,5
		Расточить поверхности 11,12,2	14	12,5
005 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ M30G MILLTURN	Чистовое точение и растачивание Точить поверхности 5,9,10,6	12	6,3
		Расточить поверхности 3,7,13,14, Точить фаски 18	12	6,3
005Токарная	Токарный станок с ЧПУ M30G MILLTURN	Точить поверхности 8	14	12,5
		Расточить поверхности 11,12,2	14	12,5
005Токарная	Токарный станок с ЧПУ M30G MILLTURN	Точить поверхности 5,9,10,6	12	6,3

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
-	-	Расточить поверхности 3,7,13,14, Точить фаски 18	12	6,3
-	-	Сверлить 4 отверстия поверхность 17 4 фаски поверхность	14	12,5
-	-	Нарезать 4 резьбы поверхность 25	12	6,3
010 Протяжная	Вертикально-протяжный станок 7Б66	Протянуть шпоночный паз поверхность 16,14	10	2,5
015 Термическая	Печь	Закалка	-	-
020 Внутршлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К227В	Шлифовать 12, 11,14	7	0,63
025 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3Т160	Шлифовать 5,10	7	0,63
030 Моечная	Моечная машина	-	-	-
030 Контрольная	Стенд	Контролировать параметры	-	-

2.6 Определение припусков и проектирование заготовки

Аналитический расчет [13] припуска на самую точную поверхность диаметром 46Н8^(+0,039) сведен в таблицу 8.

Допуски берутся из плана изготовления. Микронеровность по параметру R_z с глубиной дефектного слоя h_d берем из [11]:

$$a_{min}^{i-1} = (R_z + h)^{i-1}. \quad (5)$$

Минимальное значение припусков:

$$2Z_{min}^i = 2 \left[(a)^{i-1} + \sqrt{(\Delta_{пр}^{i-1})^2 + (\varepsilon_y^i)^2} \right], \quad (6)$$

где ε – погрешность установки определяем по [5], мм;

$\Delta_{пр}^{i-1}$ - пространственное отклонение, мм. Максимальное значение припусков:

$$2Z_{max}^{i-1} = Z_{min}^{i-1} + 0,5(Td^i + Td^{i-1}). \quad (7)$$

где Td^i, Td^{i-1} - допуски на диаметр на i и $i-1$ операциях, мм.

Средний припуск:

$$Z_{cp}^i = 0,5 \cdot (Z_{min}^i + Z_{max}^i). \quad (8)$$

Предельный размер:

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min}^i \quad (9)$$

Максимальный размер на предшествующем переходе

$$d_{max}^{i-1} = d_{min}^{i-1} + Td^{i-1}. \quad (10)$$

Таблица 8 - Припуски

Переход	Элемент для припуска, мкм				Допуск Td, мм	Размеры, мм		Припуск, мм	
	Rz ₁ ⁱ	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _у ^{ст_{i-1}}		min	max	max	min
	Литье	160	160	720		-	2,4	41,1	43,5
Растачивание черновое	50	40	43	80	0,2	45,4	45,6	2,1	4,3
чистовое	25	20	36	20	0,06	45,82	45,88	0,3	0,42
шлифованье	6	6	29	7	0,039	46	46,039	0,160	0,184

Рассчитаем кривизну заготовки [3]:

$$\Delta_{\text{пр}}^{i-1} = \sqrt{(\Delta_{\text{деф}}^{i-1})^2 + (\Delta_{\text{ос}}^{i-1})^2}, \quad (11)$$

где $\Delta_{\text{деф}}^{i-1}$ – деформация заготовки, мм;

$\Delta_{\text{ос}}^{i-1}$ – величина отклонения стержня при формовке, мм:

$$\Delta_{\text{ос}}^{i-1} = \Delta_y L_k, \quad (12)$$

где Δ_y – удельное коробление, мкм/мм;

L_k – длина отливки, мм.

$$\Delta_{\text{ос}}^{i-1} = 1,5 \cdot 114 = 171 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\text{деф}}^{i-1} = 0,25 \sqrt{T\delta_3^2 + 1}, \quad (13)$$

где $T\delta_3$ – допуск базовую поверхность, мм.

$$\Delta_{\text{деф}}^{i-1} = 0,25 \sqrt{2,6^2 + 1} = 0,7 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{пр}}^{i-1} = \sqrt{(0,171)^2 + (0,7)^2} = 0,72 \text{ мм.}$$

Остаточная пространственная погрешность после перехода:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho_0, \quad (14)$$

где K_y – коэффициент уточнения по переходам [3].

Растачивание черновое – $K_y = 0,06$.

Растачивание чистовое – $K_y = 0,04$.

Шлифование – $K_y = 0,02$.

$$\rho_2 = K_{y2} \cdot \rho_0 = 720 \cdot 0,06 = 43 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_0 = 720 \cdot 0,04 = 36 \text{ мкм.}$$

$$\rho_4 = K_{y4} \cdot \rho_0 = 720 \cdot 0,02 = 29 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск:

$$2z_{2\min} = 2((160 + 160) + \sqrt{720^2 + 80^2}) = 2100 \text{ мкм} = 2,1 \text{ мм},$$

$$2z_{3\min} = 2((60 + 50) + \sqrt{43^2 + 20^2}) = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм},$$

$$2z_{4\min} = 2((25 + 20) + \sqrt{36^2 + 7^2}) = 160 \text{ мкм} = 0,160 \text{ мм}.$$

2.7 Анализ базового и разработка нового маршрута

Анализ технологического маршрута базового техпроцесса проводится для того, чтобы наметить пути совершенствования на основе выявленных недостатков [21- 23].

Анализ базовой технологии изготовления крышки, которая включает токарную черновую и чистовую операции, каждая из двух установов, сверлильной, протяжной, внутренней и наружной шлифовальных операций. Базовая технология отличается использованием нескольких универсальных станков для последовательной обработки. Технология удовлетворяет требованиям серийного производства. Но традиционные станки и оснащение не дают производительность для этих условий.

Основной недостаток базовой технологии большое количество операций лезвийной обработки, что при отсутствии поточного принципа организации производства приведет к простою заготовок между операциями, дополнительным затратам на транспортировку между станками. Также режимы резания невысокие.

2.8 Окончательный маршрут обработки детали

Указанные недостатки базового техпроцесса и современные знания позволили спроектировать окончательный маршрут обработки детали крышка для среднесерийного производства.

На токарных операциях вследствие специфики обработки и размеров и формы заготовки в качестве теоретической схемы базирования удобно использовать ось заготовки и торец. Эта схема будет реализовываться установкой заготовки в токарный самоцентрирующий патрон. При такой установке принцип постоянства и единства баз будет соблюдаться.

На сверлильной операции так же используются для базирования заготовки ее ось. Схема реализуется установкой заготовки в специальное приспособление с зажимом.

На протяжной операции, используются для базирования заготовки ее боковые поверхности. Схема реализуется установкой заготовки в специальное приспособление с зажимом.

На внутришлифовальной операции используем ось заготовки и ее торец. Принципы единства и постоянства баз соблюдаются. Реализация теоретической схемы базирования достигается применением мембранного патрона с зажимом заготовки его лепестками по внутренней цилиндрической поверхности.

План изготовления представлен в графической части на листах 3 и 4. Требования к точности размеров обработанных поверхностей, к погрешностям формы поверхностей и их взаимного расположения назначены в зависимости от величины размеров, а также способа их обработки.

2.9 Выбор средств технологического оснащения

Все необходимое технологическое оснащение (ТО) в таблице 9.

Таблица 9 – Выбор ТО

№ опер	Оборудование (тип, модель)	Приспособление	Режущий инструмент	Контрольное средство
1	2	3	4	5
005	Токарной-фрезерный центр М30G MILLTURN	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий 7100-019–Н–ГОСТ 2675-80	Резец PCLNR 2525M16 T15K6 ТУ 2-035-892-82; Резец MWLNL2525M10 T15K6 ТУ 2-035-892-82; Резец К.01.4991.000-01 T15K6 ТУ 2-035-892-82	Штангенциркуль ШЦШ-250-0,05 ГОСТ 166-89, Нутромер индикаторный НИ-100-160-2 ГОСТ 868-82
			Резец 035-2128-0558 T14K8 ОСТ 2И10-8-84; 035-2128-0527 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84; 2301-0858 Сверло диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74; 2629-0113 Метчик ГОСТ 17927-72	Микрометр рычажный МРИ 300 ГОСТ 4381-87
010	Вертикально протяжная 7Б66	Шайба плавающая	Протяжка шпоночная 2405-1148 ГОСТ 18217-80	Комплект калибров ГОСТ 64185-85
015	Внутришлифовальный станок 3К227А	Патрон мембранный специальный	Круг абразивный, 5 38x40x22 24AF60N7V ГОСТ 2121-2008	Калибр пробка ГОСТ 18355-73; Шаблон ГОСТ 2534-79
020	Круглошлифовальный станок 3Т160	Оправка гидропластовая специальная	Круг абразивный, 3 270x80x170 24AF90N7V ГОСТ 2121-2008	Микрометр рычажный МРИ 300 ГОСТ 4381-87

2.10 Проектирование технологической операции

Для лимитирующей операции проведем расчет режимов резания. В данной технологии это 005 операция, которая включает точение черновое (переход 1) и чистовое, аналогичное растачивание, сверление и нарезание резьбы в отверстиях [19, 20].

Используется токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN. Назначаем токарный резец проходной PCLNR 2525M16 T15K6 ТУ 2-035-892-82;

Резец проходной MWLNL2525M10 T15K6 ТУ 2-035-892-82;

Резец контурный K.01.4991.000-01 T15K6 ТУ 2-035-892-82;

Резец расточной для глухих отверстий 035-2128-0558 T14K8 ОСТ 2И10-8-84;

Резец расточной канавочный 035-2128-0527 T14K8 ОСТ 2И10-8-84;

Сверло 2301-0858 диаметр 12 мм P6M5 ГОСТ 19546-74;

Метчик 2629-0113 ГОСТ 17927-72

Расточной расточной державочный (вставка) 2142-0148 ГОСТ 97795-84, T15K6.

Определяем глубину резания [14]:

$$t = \frac{D-d}{2} \quad (15)$$

где D - максимальный диаметр обработки.

С учетом напуска получается максимальная общая глубина $t=5$ мм. По переходам будет снято 2,5 мм на черновом, 0,36 мм на чистовом переходе. На остальные поверхности припуск меньше.

Выберем подачу из [14]: $S=0,23$ мм/об. Стойкость резца $T=60$ мин. Скорость резания для заявленной стойкости инструмента:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}}, \quad (16)$$

где $C_v=350$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$ – принятые коэффициенты;

K_v - коэффициент материала крышки (K_{MV}), вида поверхности (K_{nv}), инструментального материала (K_{uv}), геометрии резца ($K_{\phi v}$):

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \quad (17)$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_1} = \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 1, \quad (18)$$

где $K_c=1$ коэффициент группы стали 35ХМЛ;

$\sigma_B = 750$ мПа предел прочности материала 35ХМЛ.

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350 \cdot 0,72}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,23^{0,4}} = 174 \text{ м / мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (19)$$

где D – диаметр обработки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 174}{3,14 \cdot 236} = 235 \text{ об / мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n=235$ об/мин.

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (20)$$

где C_p – коэффициент; $C_p=300$ [14];

x, y, n – показатели [14].

Осевая сила: $C_{px} = 339; x=1,0; y=0,5; n=-0,4$.

Радиальная сила: $C_{py} = 243; x=0,9; y=0,6; n=-0,3$.

Тангенциальная сила: $C_{pz}=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

K_p – коэффициент резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (21)$$

K_{mp} коэффициент для учета влияния материала на силу:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_1} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0.75} = 1, \quad (22)$$

где $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - коэффициенты по геометрическим параметрам резца:

Осевая составляющая:

$$K_{\varphi p} = 0,94; K_{\gamma p} = 1,4; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1;$$

Радиальная составляющая:

$$K_{\varphi p} = 0,77; K_{\gamma p} = 1,4; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1;$$

Тангенциальная составляющая:

$$K_{\varphi p} = 1,11; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$K_{xp} = 1,04 \cdot 0,94 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1 = 1,36$$

$$K_{yp} = 1,04 \cdot 0,77 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,12$$

$$K_{zp} = 1,04 \cdot 1,11 \cdot 1,11 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,15$$

Сила при черновом переходе

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,23^{0,5} \cdot 174^{-0,4} \cdot 1,36 = 702H,$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,6} \cdot 0,23^{0,6} \cdot 174^{-0,4} \cdot 1,12 = 248H,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,23^{0,75} \cdot 174^{-0,15} \cdot 1,15 = 1321H.$$

Мощность резания:

$$N_E = \frac{P_Z \cdot V}{1000 \cdot 60}, \quad (23)$$

$$N_E = \frac{1321 \cdot 174}{1000 \cdot 60} = 3,8 \text{ кВт.}$$

Мощность шпинделя станка:

$$N_{unn} = N \eta, \quad (24)$$

$$N_{unn} = 23 \cdot 0,9 = 20,7 \text{ кВт.}$$

$3,8 < 27$ кВт. Точение возможно. Будем использовать станок M30G MillTURN на данной операции. Режимы резания заносим в итоговую таблицу наладке. Режим шлифования для операции 025.

Глубина резания $t = 0,8$ мм. Скорость резания $V_k = 35$ м/с. Скорость окружной подачи: $V_z = 30$ м/мин. Тогда частота вращения заготовки

:

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 46} = 208 \text{ об / мин.} \quad (25)$$

Частота вращения круга $n_k = 1600$ об/мин. Поперечная подача круга с учетом параметров детали $S = 0,007$ мм/об. По таблицам определили режимы резания заготовки для остальных переходов и операций. Результаты выбора и расчетов приведены в таблице 10.

2.11 Нормирование технологических операций

Нормы времени для операций: 005 токарная черновая, 025 - внутришлифовальная.

Таблица 10 - Выбор режимов резания

№ операции	Наименование операции/перехода	Размер заготовки	t, мм	V, м/мм	So, мм/об	Sмин, мм/мин	n, об/мин	
005	Токарная: точение черновое	Диаметр 145,6	2,5	174	0.23	87,4	380	
		Диаметр 238	2,5	174	0,23	54,1	235	
	Растачивание черновое	Диаметр 107,6	2,5	150	0.23	102	444	
		Диаметр 83,4	2,5	150	0.23	132	573	
	Токарная чистовая	Диаметр 144	0.8	240	0.19	101	531	
		Диаметр 236	0,8	240	0.19	61	322	
		Фаска 2	0.5	240	0.19	101	531	
	Растачивание чистовое	Диаметр 109,2	0.8	230	0.15	101	671	
		Фаска 5,5	0.8	230	0.15	129	860	
		Диаметр 85,2	0.8	230	0.15	129	860	
	Сверлильная	Диаметр 12	6	30	0.2	159	796	
	Нарезание резьбы	M14	1	25	0,5	285	569	
	010	Протяжная	Паз 12	3.8	7	-	-	-
	020	Круглошлифовальная	Диаметр 144	0,4	35	0,007	0,46	66
025	Внутришлифовальная	Диаметр 46	0,4	30	0,007	1500	208	
030	Внутришлифовальная	Диаметр 46	0,4	30	0,007	1500	208	

Штучно- калькуляционное время [12]:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}, \quad (26)$$

где $T_{н.з.}$ - подготовительно-заключительное время;

n - партия запуска:

$$n = \frac{N \times a}{D} = \frac{2000 \times 6}{254} = 47, \quad (27)$$

где N- объем, деталей/год;

a - периодичность запуска (12 дней);

D - количество рабочих дней. Для лезвийной обработки:

$$T_{итт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} \quad (28)$$

где T_o - основное время, мин;

T_e – время на вспомогательные переходы, которые включают следующие элементы;

$$T_B = (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} + T_{хх}) \cdot k; \quad (29)$$

где $T_{y.c}$ - время манипуляции заготовки, мин;

$T_{з.о}$ - время зажима и раскрепления заготовки, мин;

$T_{уп}$ - время управления, мин;

$T_{из}$ - время контроля, мин;

$T_{хх}$ - время быстрых перемещений, мин.

$k=1,85$ – уточняющий параметр для серийного типа производства;

$T_{обс}$ - время на различное обслуживание станка, которое включает в себя $T_{тех}$ - время на техническое и $T_{орг}$ организационное обслуживания, мин;

$T_{от}$ - время перерывов, мин [13].

Для шлифовальных переходов:

$$T_{тех} = T_o - t_n / T, \quad (30)$$

где t_n - время правки абразивного инструмента, мин;

T - стойкость круга, мин.

Основное время 005 токарной операции складывается из суммы времен по четырем установам. На каждом установе выполняется несколько переходов. Для отдельного перехода время:

$$T_0 = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{\text{мин}}}, \quad (31)$$

где l_1 – врезание инструмента, мм;

l_p - длина обрабатываемого участка, мм;

l_2 – перебег, мм;

i - число ходов;

$S_{\text{мин}}$ - минутная подача, мм/мин.

Для установа А, обтачивание черновое с растачиванием:

$$T_0 = (53 + 60 + 40)/87,4 + 26 \cdot 8/132 + 90/102 = 4,2 \text{ мин.}$$

Для установа Б, обтачивание черновое с растачиванием:

$$T_0 = 40/54,1 + (40 + 46 + 16 + 25)/87,4 + 25 \cdot 3/102 + 10 \cdot 40/132 = \\ = 6 \text{ мин.}$$

Для установа Б, обтачивание чистовое с растачиванием:

$$T_0 = 40/61 + (46 + 16 + 25)/101 + 25/101 + 16/102 = 1,9 \text{ мин.}$$

Для установа В, обтачивание чистовое с растачиванием:

$$T_0 = (46 + 60 + 25)/101 + (40 + 24 + 6 + 29)/129 = 2,1 \text{ мин.}$$

Для установа В, сверление и нарезание резьбы:

$$T_o = 42 \cdot 4 / 159 + 42 \cdot 4 / 270 = 1,7 \text{ мин.}$$

Тогда суммарное основное время на 005 операции:

$$T_o = 4,2 + 6 + 1,9 + 2,1 + 1,7 = 15,9 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{вс} = (0,15 + 1,2 + 0,4 + 0,1) \cdot 1,85 = 3,44 \text{ мин.}$$

$$T_{обс} = 0,06(T_o + T_{всп}) = 0,06(15,9 + 3,44) = 1,2 \text{ мин.}$$

$$T_{пер} = 0,05 \cdot T_{оп} = 0,05 \cdot 19,28 = 1 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 15,9 + 3,44 + 1,2 + 1,0 = 21,5 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = \frac{25}{95} + 21,5 = 21,8 \text{ мин.}$$

Рассчитаем нормы времени [13].

Для базового варианта из-за наличия перехода по обработке фаски время обработки, вспомогательное и штучное будет отличаться от проектного варианта:

Для станова А, обтачивание черновое с растачиванием: $T_o = 4,2$ мин,

Для станова Б, обтачивание черновое с растачиванием: $T_o = 6$ мин,

Для станова Б, обтачивание чистовое с растачиванием: $T_o = 1,9$ мин,

Для станова В, тоже самое: $T_o = 2,1$ мин,

Для станова В, сверление и нарезание резьбы:

$$T_o = 42 \cdot 4 / 159 + 42 \cdot 4 / 270 + 4 \cdot 8 / 120 = 2,0 \text{ мин.}$$

Суммарное основное время на 005 операции:

$$T_o = 16,2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время: $T_{\text{вс}} = 4,0$ мин. $T_{\text{обс}} = 1,3$ мин. $T_{\text{пер}} = 1,1$ мин.

$$T_{\text{шт}} = 16,2 + 4 + 1,3 + 1,1 = 22,6 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{25}{95} + 22,6 = 22,7 \text{ мин.}$$

Основное время для 025 внутришлифовальной операции:

$$T_0 = \frac{L \cdot h \cdot i}{S_t \cdot S} K, \quad (32)$$

где L - длина обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

h - глубина шлифования, мм;

S_t - продольная подача, мм/мин;

S - поперечная подача, мм/дв. ход;

K - коэффициент вспомогательных перемещений на этапе выхаживания.

$$T_0 = \frac{38 \cdot 0,4}{1500 \cdot 0,007} \cdot 1,3 = 2,6$$

$$T_{\text{вс}} = (0,1 + 0,2 + 0,8 + 0,06) \cdot 1,85 = 2,1 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обс}} = 0,06(2,1 + 2,6) = 0,3 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пер}} = 0,05 \cdot T_{\text{оп}} = 0,05 \cdot 4,7 = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 2,1 + 0,3 + 0,23 + 2,6 = 5,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{30}{95} + 5,2 = 5,5 \text{ мин.}$$

Аналогично находятся нормы времени по операциям. Сводные данные занесены в таблицу 11.

Таблица 11 – Нормы времени, мин

№оп	Наименование операции	T_o	T_v	$T_{оп}$	$T_{об}$ и $T_{от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
005	Токарная с ЧПУ	15,9	3,44	19,34	3,8	25	21,5	21,8
010	Протяжная	1.5	0.100	2.100	0.120	10	2.250	2.350
020	Круглошлифовальная	1.5	0.100	2.100	0.120	30	2.250	2.350
025	Внутришлифовальная	2.86	0.321	3.188	0.191	30	3.833	3.936
Примечание: время, мин - T_o - основное; T_v - вспомогательное; $T_{оп}$ - оперативное; $T_{об}$ – обслуживания; $T_{от}$ - отдыха; $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное; $T_{шт}$ - штучное; $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное.								

Вся технологическая документация представлена в приложении А.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование патрона

3.1.1 Сбор исходных данных

Задачи раздела – спроектировать приспособление на шлифовальную операцию.

015 операция – шлифовальная, где проводится технологический переход по шлифованию размеров: диаметр $66-0,03$ мм с длиной 38 мм. Биение не более 0,05 мм.

Операционный эскиз на рисунке 2.

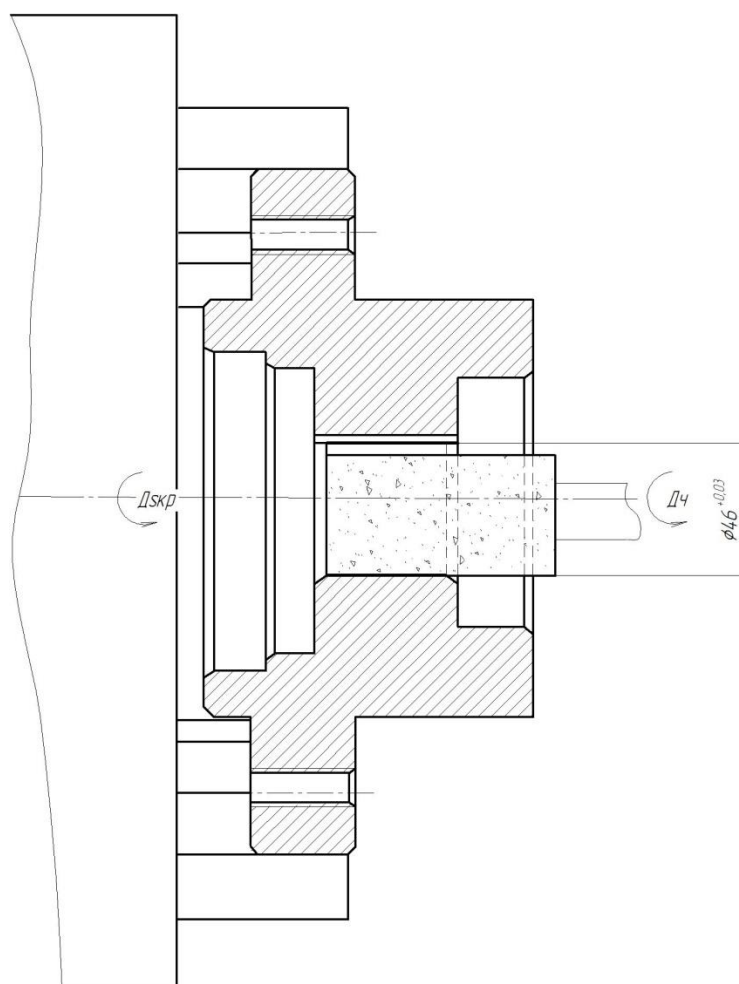


Рисунок 2 – Операционный эскиз 025 операции

Вид и материал заготовки: литьё 35ХМЛ [9]. Режущий инструмент шлифовальный круг 5 40х30х20 24AF90L8V ГОСТ52781-2007 [19].

Внутришлифовальный станок 3К227А. Частота вращения круга $n_{кр} = 1590 \text{ мин}^{-1}$. Частота вращения крышки $n_{дет} = 450 \text{ мин}^{-1}$; мощность резания 17 кВт. Охлаждение есть при помощи эмульсии [14].

3.1.2 Расчёт эффективной мощности, сил резания и моментов

При шлифовании мощность рассчитывается по формуле [13]:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s_p^y \cdot b^z \cdot d^q, \quad (33)$$

где d – диаметр заготовки, 46мм;

v_3 – скорость заготовки, 30 м/мин;

s_p – радиальная подача. Приняли 0,007 мм/ход;

C_N, x, y, z, r – поправочные коэффициенты и показатели степени.

$C_N = 0,14; x = 0,8; z = 1,0; r = 0,8; q = 0,2$ [13].

Таким образом:

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,007^{0,8} \cdot 38^1 \cdot 40^{0,2} = 3,2 \text{ кВт/}$$

Тангенциальная составляющая сила резания:

$$P_z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{v_3}, \quad (34)$$

где v_3 – скорость заготовки, м/мин;

N – мощность шлифования, кВт.

Тогда:

$$3,2 \cdot 102 \cdot 60 / 30 = 640 \text{ Н.}$$

$$P_y = (1,3 \dots 1,8)P_z \quad (35)$$

Тогда:

$$P_y = (1,3 \dots 1,8)P_z = 1,3 \cdot 640 = 832 \text{ Н.}$$

Поправочные коэффициентов при шлифовании по [14]:

$$K_{PZ} = K_{MZ} \cdot K_{TZ} \cdot K_{Z3} \cdot K_{OZ}, \quad (36)$$

$$K_{PY} = K_{MY} \cdot K_{TY} \cdot K_{ZY} \cdot K_{OY}, \quad (37)$$

где K_m , K_t , K_z , K_o –коэффициенты, учитывающие вид материал заготовки, твёрдость круга, его зернистость, давление СОЖ.

По [17] - $K_m=1,0$ для стали 35ХМЛ;

$K_m=1,25$ для круга с со средней твёрдостью;

$K_z= 1,0$ для зернистости в 25 мкм,

$K_o=1,0$ для давление СОЖ до 0,1 МПа.

Тогда:

$$K_{PZ} = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25$$

$$K_{PY} = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25$$

Значения сил резания и крутящий момент резания:

$$P_z = 640 \cdot 1,25 = 800 \text{ Н.}$$

$$P_y = 832 \cdot 1,25 = 1040 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = P_z \cdot R_{обр}, \quad (38)$$

где $P_z=800 \text{ Н}$ –сила резания,

$R_{обр} = 0,023 \text{ м}$ – радиус шлифуемой поверхности.

$$M_{кр} = 800 \cdot 0.023 = 18,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

3.1.3 Расчёт усилий зажима

Схема закрепления заготовки представлена на рисунке 3.

Для того, чтобы выгнуть пластину мембраны необходимо приложить момент:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (39)$$

где l – плечо от оси симметрии мембраны до серединной точки контакта с заготовкой, $l=0,095$ м.

Сила закрепления заготовки в свою очередь рассчитывается по формуле

$$W_z = K \cdot \frac{M}{n \cdot f \cdot R_{от}}, \quad (40)$$

где K – коэффициент запаса, который определим по данным справочника [16]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,34 \quad (41)$$

где $K_0 = 1,5$ - коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,0$ – коэффициент при чистовой обработке;

$K_2 = 1,2$ – коэффициент износа инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент прерывистого резания;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент постоянства сил зажима при механизированном закреплении;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент эргономики;

$K_6 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий установку на опорные пластинки. Так как $K = 2,34 > 2,5$, коэффициент принимаем [1, 2].

$R_{от} = 118$ мм – диаметр базовой поверхности заготовки;

$M = 18,4$ Нм – момент резания;

$f_l = 0,16$ – коэффициент трения между заготовкой и цангой

$n = 8$ – количество лепестков.

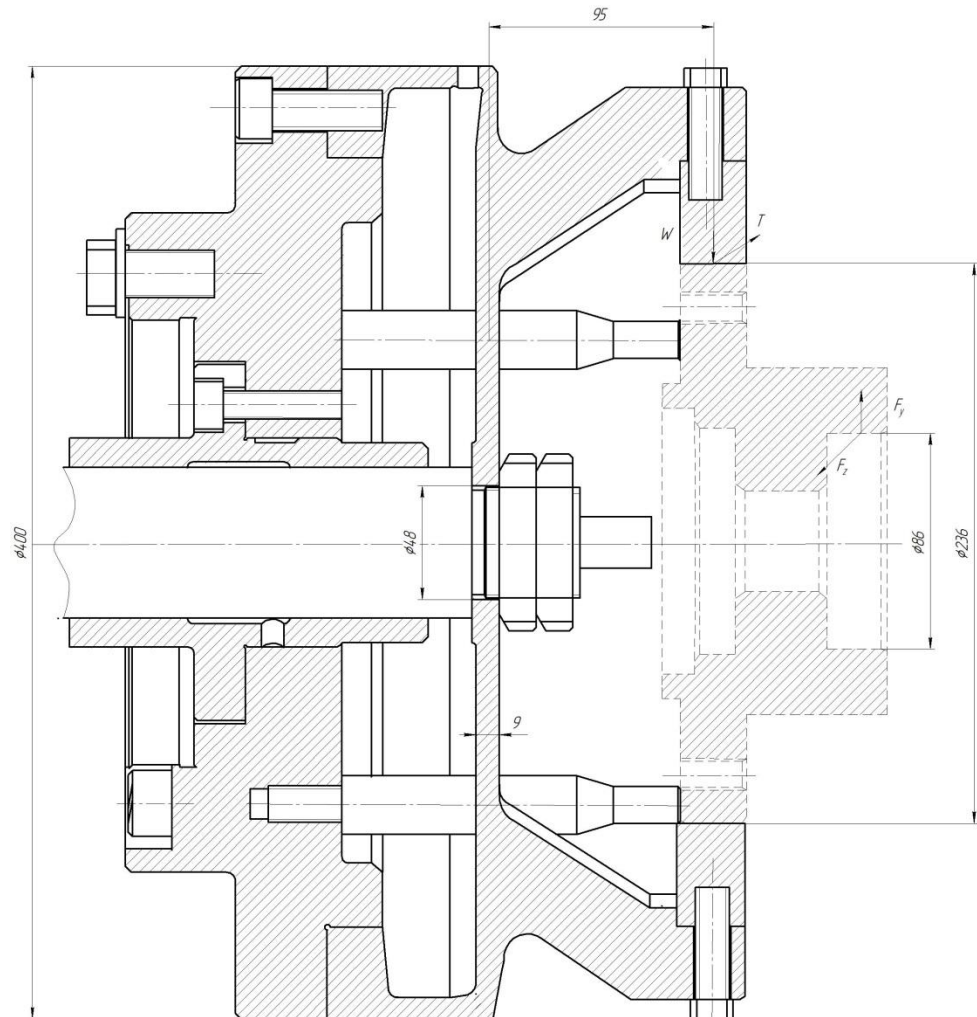


Рисунок 3 – Параметры мембраны для расчета

Так как $K=2,34 > 2,5$, примем $K=2,5$.

$$W = 2,5 \cdot \frac{18,4}{6 \cdot 0,15 \cdot 0,118} = 433 \text{ Н.}$$

Тогда:

$$M = \frac{433 \cdot 6 \cdot 0,095}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,14} = 281 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Пластина у мембраны нагружается суммарным моментом M по радиусу b , который складывается из M_1 и M_3 . На эти моменты влияет конструктивный параметр:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (40)$$

где a - радиус пластины, $a = 200$ мм. Для $m = \frac{200}{140} \approx 1,42$.

Тогда:

$$M_3 = 0,52 \cdot M. \quad (41)$$

$$M_3 = 0,52 \cdot 281 = 14,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_1 = M - M_3 = 281 - 14,6 = 266,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Угол для раскрытия кулачков φ чтобы закрепить заготовку с абсолютной гарантией:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D(1 + \mu)}, \quad (42)$$

где D – конструктивный параметр жесткости пластины, Н/м.

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (43)$$

где E – модуль Юнга у мембраны $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па [9];

h – размер пластины мембраны, $h = 9$ мм;

μ - коэффициент Пуассона.

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,009^3}{12(1-0,4^2)} = 1518750 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = \frac{266,4 \cdot 0,140}{1518750(1+0,4)} = 0,00002 \text{ рад}.$$

У пластины отверстие в центре $2C=48$ мм.

$$\frac{a}{c} = \frac{200}{24} = 8,33, \quad K_1 = 0,88;$$

$$\varphi = 0,00002 \cdot 0,88 = 0,000016 \text{ рад}.$$

Максимальный угол расхождения кулачков патрона:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \quad (44)$$

где φ_1 - угол расхождения кулачков с учетом допуска TA на технологическую базу;

φ_2 - угол для обеспечения прохода заготовки за счет зазора Δ :

$$\varphi' = \varphi + \frac{TA}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (45)$$

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot b + 0,02. \quad (46)$$

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 72 + 0,02 = 0,056 \text{ мм}.$$

$$TA = 0,025 \text{ мм}.$$

Подставим, получим:

$$\varphi' = 0,005 + \frac{0,025}{2 \cdot 95} + \frac{0,056}{2 \cdot 95} = 0,0054 \text{ рад}.$$

Силу привода для деформации пластины:

$$Q = \frac{4\pi D \varphi'}{2,3 \lg(a/b)}. \quad (47)$$

Подставим, получим:

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1517850 \cdot 0,0054}{2 \cdot 3 \lg(200/140)} = 1937 \text{ Н}.$$

Для создания усилия Q нужен пневматический привод с давлением воздуха $P_с=0,4$ МПа.

Диаметр поршня привода [2]:

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{P_{в \cdot \mu}}}, \quad (48)$$

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{1937}{0,4 \cdot 0,9}} = 82,3 \text{ мм}.$$

Округлим диаметр до 100 м.

3.1.4 Расчет точность

Погрешность установки по формуле (49) из [10]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2} + \varepsilon_{н.з} \quad (49)$$

где $\varepsilon_б$ - погрешность базирования ($\varepsilon_б=0$ - измерительная база является технологической);

$\varepsilon_з$ - погрешность закрепления ($\varepsilon_з=0$)

$$\varepsilon_{нз} = \sqrt{\varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{pn}^2} \quad (50)$$

где $\varepsilon_{пз}$ - погрешность установки корпуса патрона на шпиндель. Посадочное отверстие корпуса $D_{носао}$ должно быть подогнано так, чтобы корпус центрировался на конус и плотно прилегал к торцу шпинделя ($\varepsilon_{уст}=0$);

$\varepsilon_{\text{пз}}$ - погрешность биения рабочей поверхности патрона относительно отверстия

$$\varepsilon_{\text{рп}} = 0,3 \cdot TD = 0,3 \cdot 0.016 = 0,0048 \text{ мм.}$$

Теперь определим погрешность установки: $\varepsilon_y = 0,0048$ мм.

3.1.5 Описание конструкции приспособления

Мембранный патрон служит для закрепления крышки при внутришлифовальной операции.

Приспособление содержит привод 1, шесть сменных кулачков 3, которые крепятся винтами 10 к постоянным кулачкам мембраны 2, которая зафиксирована на фланце корпуса 6. Силовой привод 1 имеет тягу 5, которая состоит собственно из гильзы и двух гаек 11, которые фиксируют тягу 5 на мембране 2. В корпус 6 вкручены по резьбе три упора 4. Для направления тяги 5 используется втулка 7, которая крепится к корпусу 6 винтами 8. Мембрана фиксируется к корпусу 6 патрона при помощи винтов 7.

При подаче воздуха в рабочую часть цилиндра, поршень, шток, тяга 5 смещаются влево. Происходит освобождение мембраны и под действием сил упругости кулачки зажимают крышку. При подаче воздуха в левую тяга 5 толкает пластину мембраны 2, деформирует ее, за счет этого кулачки разводятся и заготовка освобождается.

Конструкция шести кулачкового мембранного патрона для 025 шлифовальной операции представлена на соответствующем листе графической части.

Спецификация на мембранный патрон в приложении Б.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Для сверления отверстия диаметром 12H12(+0,18) и шероховатостью Ra 6,3 мкм и длиной 38 мм используется ступенчатое сверло с коническим хвостовиком.

Сверло включает в себя три основных элемента [19, 20]: рабочую часть, стелевую часть и хвостовик. Диаметр рабочей части 12 мм. Диаметр сердцевины у вершины сверла

$$d_o = 0,2 \cdot D = 0,2 \cdot 14 = 7 \text{ мм} \quad (51)$$

где D – диаметр рабочей части, мм.

Угол при вершине сверла принимаем $\varphi=120^\circ$. Угол наклона винтовой канавки будет равен $\omega=30^\circ$ из диапазона $\omega=28\dots32^\circ$. Для найденного по расчету момента резания $M_{кр}=17,9$ Н·м и осевой силы $P_x=296$ Н средний диаметр хвостовика сверла рассчитывается по формуле

$$d_{cp} = \frac{6M_{кр} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_x \cdot (1 - 0,04\Delta\theta)}, \quad (52)$$

где θ - конус хвостовика, $\theta=2,83^\circ$;

$\Delta\theta$ - погрешность хвостовика, $\Delta\theta=10'$;

μ - коэффициент трения, $\mu=0,096$.

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 17,9 \cdot \sin 2,83}{0,096 \cdot 296 \cdot (1 - 0,04 \cdot 10')} = 11 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 25552-85 принимаем ближайший конус Морзе №2. Длина рабочей части сверла

$$l = 258 - 257,7e^{-0,038s} = 258 - 257,7e^{-0,03814} = 106 \text{ мм.} \quad (53)$$

Ширина ленточек принимается $f = 0,35\sqrt{d} = 0,35\sqrt{14} = 1,3$ мм., высота $\Delta=0,2$ мм. Обратная конусность 0,05 на 100 мм. длины.

Чертеж сверла с техническими требованиями показан на соответствующем листе графической части.

В результате в разделе выполнено проектирование для двух различных операций приспособления и инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления крышки с учетом требований стандартов по безопасности труда.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 12 приведены данные по операции [3].

Таблица 12 - Паспорт объекта

Объект технологии	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, приспособление	Материалы
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь 35ХМЛ
Крышка	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ, наладчик станков	Токарной-фрезерный центр М30G MILLTURN, патрон 7100-019–Н–ГОСТ 2675-80	Сталь 35ХМЛ, СОЖ, смазки, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 13 рассматриваются вредные и опасные производственные факторы, источником которых могут служить материалы, оборудование и вещества, используемые при изготовлении кронштейна [3, 5].

Таблица 13 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и/или вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
1	2	3
Токарная, точение черновое,	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие,	Станок М30G MILLTURN, зона

Продолжение таблицы 13

1	2	3
чистовое, сверление, растачивание, нарезание резьбы	обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического действия: (через органы дыхания) Факторы психофизиологического действия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	резания, зажимные кулачки патрона, резцы, фрезы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент 3 она резания Пульт управления станком СОЖ, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление
Литье	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Литейная машина

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Снижение рисков достигается методами и средствами снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении крышки (таблица 14).

Таблица 14 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационно-технические методы	Средства индивидуальной защиты (СИЗ)
1	2	3
Неподвижные части колющие,	Защитный кожух на	Костюм для защиты

Продолжение таблицы 14

1	2	3
режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	станке, ограждения Инструктажи по охране труда	от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противозумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление; Изоляция токоведущих частей; Предохранители. Инструктажи . Периодичность и продолжительность перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 15 – 18 рассматривается информация по обеспечению пожарной безопасности.

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы	Дополнительные факторы
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки тел вращения	Токарный обрабатывающий центр M30G MILLTUR N	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования; Вынос напряжения на проводящие части; в оздействие огнетушащих веществ

Таблица 16 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 17 – Выбор средств пожаротушения (СИЗ и инструмент)

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки с карабинами, противогазы, респираторы	Лом, багор, Лопата	Извещатели

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа мероприятий и средств защиты окружающей среды в таблицах 19 и 20.

Таблица 18 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления крышки, токарный центр M30G MILLTURN	Применение СОЖ на основе негорючих веществ Хранение ветоши в негорючих ящиках Руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности	Пожарная сигнализация, автоматической системы пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

Таблица 19 – Определение экологически опасных факторов объекта

Процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления крышки	Токарный центр M30G MILLTURN	Стружка Масляный туман Токсические испарения	Взвешенные вещества и нефтепродукты Охлаждающие среды	Стружка Ветошь Растворы жидкостей

Таблица 20 – Мероприятия для снижения антропогенного отрицательного воздействия

Объекта	Технология изготовления крышки
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

Приводится характеристика процесса изготовления крышки.

Рассматриваются литье и токарная операция на токарном центре, которая включает переходы лезвийной обработки заготовки. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление - самоцентрирующий патрон. Инструмент контурный и расточной резцы, сверло, метчик. Применяются материалы: 35ХМЛ, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 12).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для литья и токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 13).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 14).

Выполнена идентификация класса и опасных факторов пожара для механообрабатывающего участка для крышки (таблица 15), выбор средств пожаротушения (таблица 16, 17), мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (таблица 18).

Определены негативные факторы воздействия данной технологии на экологичность (таблица 19). Даются мероприятия по устарению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных

вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 20).

Выявив и проанализировав технологию изготовления крышки, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель расчета – найти технико-экономические параметры усовершенствованной технологии. Дать сравнительный анализ полученных параметров с характеристиками базового варианта. Рассчитать экономический эффект от технологических изменений.

В предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления крышки муфты. На одной из операций предполагается применить ступенчатое сверло диаметрами ступенек 12/20 мм из быстрорежущей стали Р6М5 вместо спирального сверла диаметром 12 мм из быстрорежущей стали Р6М5 и зенковки диаметром 20 мм, также из быстрорежущей стали Р6М5.

Учитывая описанные изменения, возникает необходимость осуществить обоснование целесообразности таких действий. Для этого, в рамках достижения основной цели раздела необходимо определить основные экономические параметры, которые позволят сделать соответствующие выводы, а именно:

- рассчитать полную себестоимость выполнения анализируемой операции по вариантам;
- определить капитальные вложения в проектируемый технологический процесс;
- и произвести расчеты показателей экономической эффективности предложений по совершенствованию процесса.

Все перечисленные параметры определяются по соответствующим методикам, представленным в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [7], с применением программного обеспечения Microsoft Excel.

На величину полной себестоимости оказывают влияние такие параметры как: технологическая себестоимость, цеховые, заводские и внепроизводственные расходы. Максимальное влияние на конечный

результат, из перечисленных параметров, оказывает технологическая себестоимость, поэтому на рисунке 4 показаны элементы, из которых формируется эта себестоимость.

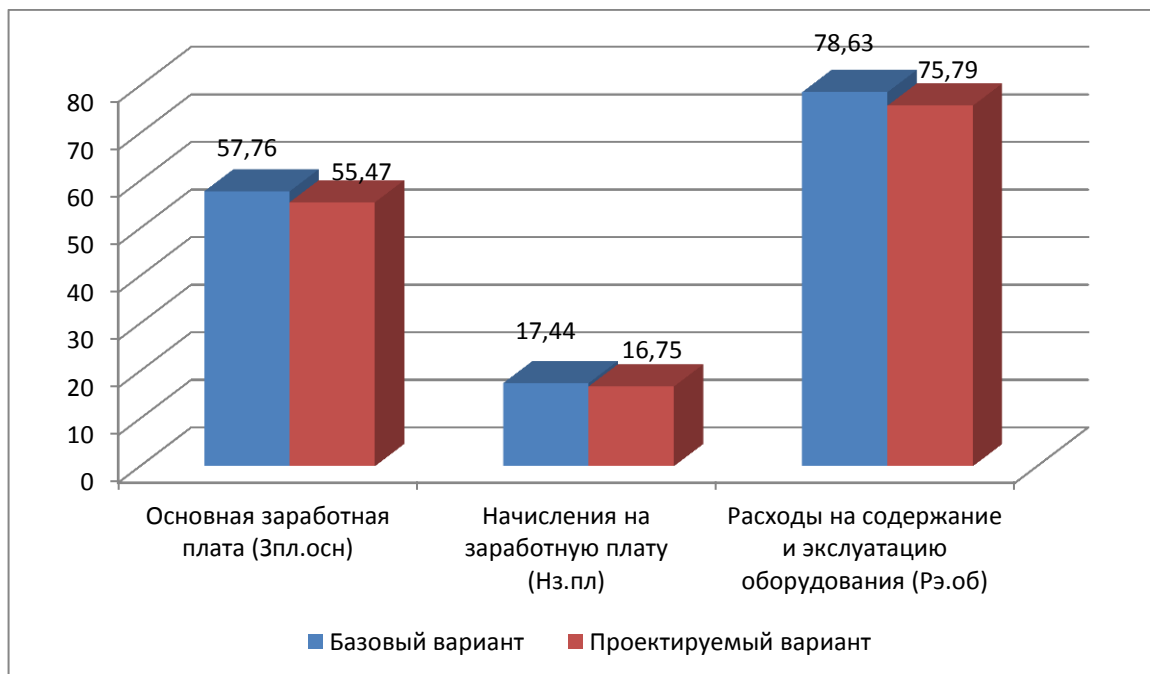


Рисунок 4 – Элементы технологической себестоимости одной операции, сравниваемых вариантов технологического процесса, руб.

Из рисунка 4 видно, что все показатели: основная заработная плата, начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, имеют тенденция к снижению. Максимальную долю в общем объеме технологической себестоимости составляют расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, в базовой варианте эта доля составляет 51,2%, а в проектном – 51,3%. Это связано с тем, что имеются весомые расходы на такие статьи как:

- расходы на электроэнергию, по причине высокой мощности главного привода используемого оборудования;
- расходы на площадь, по причине значительных габаритов применяемого оборудования;

– и расходы на восстановление и эксплуатацию управляющей программы, из-за сложной программы перемещения инструментов и их существенного количества.

Представленное на рисунке 4 значение основной заработной платы является основой для определения описанных выше расходов (цеховых и заводских). Учитывая тот факт, что основная заработная плата имеет тенденция к снижению в проектируемом варианте, уменьшение составило 4,1%, то можно говорить о снижении этих расходов, сравнивая их значения по вариантам технологического процесса. Соответственно произойдет и снижение цеховой, заводской и полной себестоимостей.

На рисунке 5 показаны величины всех видов себестоимостей, при выполнении анализируемой операции.

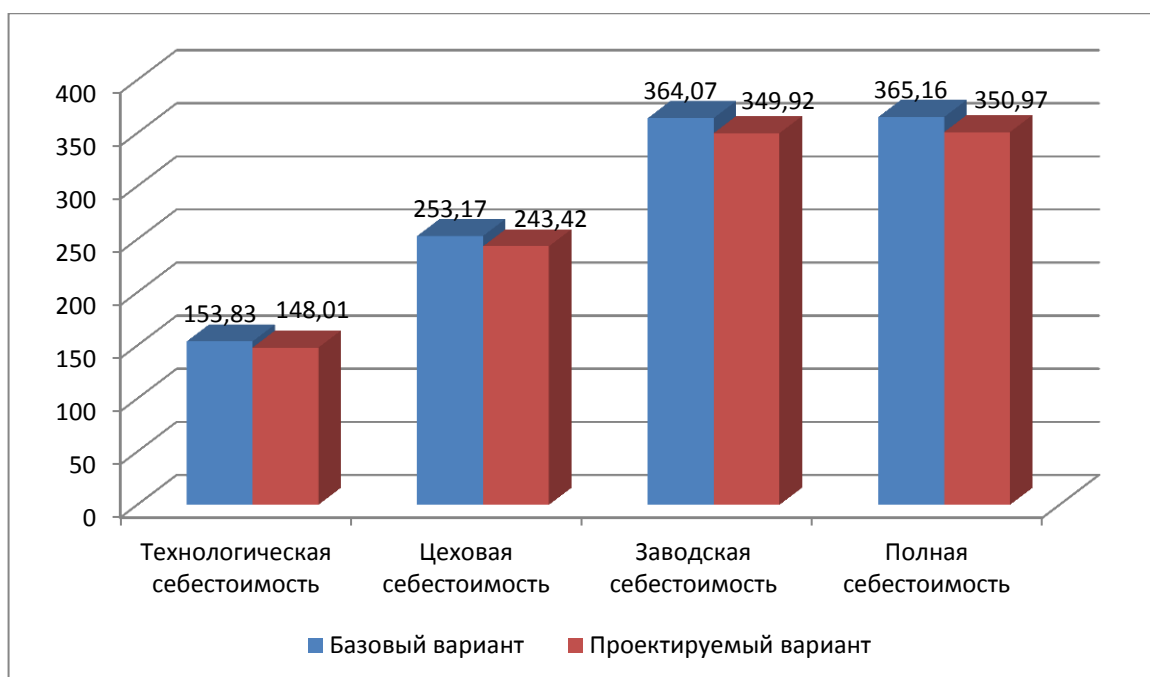


Рисунок 5 – Типы себестоимости, руб.

Из рисунка 5, видно, что в проектируемом варианте, все указанные виды себестоимости также имеют тенденцию к снижению, в среднем

себестоимость сократилась на 3,8%, а величина полной себестоимости изменилась на 3,9% в меньшую сторону.

Чтобы принять решение об эффективности предложенных мероприятий, необходимо знание величины капитальных вложений в проект. Учитывая то, что совершенствования касаются только инструмента, то капитальные вложения складываются из суммы затрат на проектирование, инструмент и оборотные средства в незавершенном производстве. Доля всех перечисленных параметров, в общем объеме капитальных вложений, которые составляют 94638,8 руб., представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Доля затрат в общем объеме капитальных вложений, %

Представленные на рисунке 6 значения, позволяют сделать вывод о том, что наибольшее влияние на величину капитальных вложений оказывают:

- затраты на инструмент, с долей 70%;

- и затраты на проектирование, доля которых составила 29,6%.

Имея значения величины капитальных вложений и полной себестоимости можно провести экономическое обоснование целесообразности внедрения предложенных изменений в технологический процесс.

Для проведения таких расчетов необходимо последовательно определить следующие значения:

- ожидаемую и чистую прибыль,
- срок окупаемости финансовых вложений,
- общий дисконтированный доход и экономический эффект от внедрения.

Согласно проведенным расчетам по определению указанных значений можно сделать вывод об эффективности предлагаемых мероприятий, так как экономический эффект составит 16473,6 руб., что является положительной величиной данной величины, и это обязательное условие для признания проекта эффективным. Вторым весомым значением при определении эффективности является срок окупаемости, который составляет 4 года, что является допустимым значением. Основываясь на этих двух показателях можно делать итоговый вывод, что предложенные мероприятия по замене инструмента являются эффективными.

Заключение

Работа посвящена разработке технологического процесса изготовления крышки муфты. Данная деталь имеет сложную конструктивную форму со ступенчатым высокоточным отверстием со шпоночным пазом, а также систему крепежных отверстий. Для условий мелкосерийного производства разработана технология по изготовлению детали из литейной легированной стали. Соответственно, заготовка получается методом литья. Для снижения расходов материала предлагается в заготовке сразу отлить сквозное отверстие. Технологический процесс изготовления крышки муфты содержит все основные этапы: обработка полустовая, обработка финишная и отделочная. Из-за сложных внутренних и наружных поверхностей необходимо использовать группу токарных и шлифовальных операций. На токарной операции на токарно-фрезерном центре деталь обрабатывается по контуру начерно и начисто, формируется внутреннее ступенчатое отверстие, а также обрабатывается системы крепежных отверстий с резьбой. Для повышения эффективности обработки на данном этапе предлагается использовать комбинированный инструмент - ступенчатое сверло. Это позволит убрать один переход по зенкованию фасок в просверленных отверстиях перед нарезанием резьбы метчиком. Соответственно, это снизит время выполнения данной операции со стандартным инструментом. После термообработки деталь проходит последовательную обработку наружных точных поверхностей на круглошлифовальном станке, а затем обработка отверстий на внутри шлифовальном станке. Обработка шпоночного паза выполняется на специализированном протяжном станке шпоночной протяжкой. Данная технология соответствует серийному типу производства. По всем этапам рассмотрены вредные факторы и предложены меры по снижению их влияния на здоровье работающих. Экономический расчет подтверждает правильность выбранных технических решений.

Список используемых источников

1. Боровский Г. В. Справочник инструментальщика [Текст] / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2005. - 463 с. : ил. - Библиогр.: с. 460-463. - ISBN 5-217-03284-7 : 553-64.
2. Водяник В. И. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учеб. пособие / В. И. Водяник ; Сочинск. гос. ун-т туризма и курортного дела. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; ВУЗ/изд. - Сочи : ГУП "СПП", 2002. - 284 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284 (13назв.). - 220-00.
3. Горина Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве [Текст] : учеб. пособие / Л. Н. Горина. - Гриф УМО. - Тольятти : ТолПИ, 2000. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 79. - 1-00.
4. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Текст] : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00.
7. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
8. Косов Н. П. Технологическая оснастка [Текст] : вопросы и ответы : учеб. пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф

МО. - Москва : Машиностроение, 2005. - 303 с. : ил. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 295. - Прил.: с. 296-302. - ISBN 5-217-03242-1 : 550-00.

9. Марочник сталей и сплавов [Текст] / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 773-782. - Прил.: с. 585-772. - ISBN 5-217-03177-8 : 6230-35.

10. 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. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

11. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

12. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

13. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

14. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии

машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

15. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

16. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

17. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

18. Справочник конструктора-инструментальщика [Текст] / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Библиогр.: с. 540-541. - ISBN 5-217-03353-3 : 450-00.

19. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с. : ил. - Библиогр.: с. 314. - Прил.: с. 254-313. - ISBN 978-5-00091-121-1. - 639-82.

20. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . 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. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 902-910. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

21. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . 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. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 928-941. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

22. Схиртладзе А. Г. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2001. - 110 с. : ил. - ISBN 5-06-003988-9 : 110-00.

23. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с. : ил. - Библиогр.: с. 531-544. - ISBN 978-5-94178-160-7 : 463-50.

24. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с. : ил. - Библиогр.: с. 502-515. - ISBN 978-5-94178-122-5 : 463-50.

Приложение А

Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																	
Дубл.																	
Взам.																	
Лист.											2						
											1						
Разраб.	Жучков И.Р.																
Проверил	Рассторгуев Д.А.																
Утвердил	Логинов Н.Ю.																
Н. контр.	Рассторгуев Д.А.																
										17							
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ							
М 02	12	кг	1,6	1	1	0,75	22	236x114	1	2,6							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код. наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Плз.	Ишт.
А03	000 Заготовительная (отливка)																
Б04	1 1 1 1																
А05	005 4167 Токарно-фрезерная																
Б06	Токарной-фрезерный центр M30G MILLTURN 1 1 1 1																
Б07																	
А08	010 Протяжная																
Б09	Вертикально протяжной 7Б66 1 1 1 1																
А10	015 4132 Внутришлифовальная																
Б11	Внутришлифовальный станок 3К227А 1 1 1 1																
А12	020 4140 Круглошлифовальная																
Б13	Круглошлифовальный станок 3Т160 1 1 1 1																
А14	025 0125 Промыка																
Б15	Моечная машина 1 1 1 1																
А16	030 Контрольная																
МК	Маршрутная карта															1	

Продолжение приложения А

		ГОСТ 3.1404-86 Форма									
Дюбл.	Взам.										
Площ.											
		2									
		005									
P		П	И	В	L	t	i	s	n	v	
T01											
O02	8. Сверлить отверстия										
T03	16-1-B18 Патрон ГОСТ 15935-79										
T04	2301-0858 Сверло диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74 12 39 6 4 0,2 796 30										
T05	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89										
O06	9. Нарезать резьбу										
T07	2629-0113 Метчик ГОСТ 17927-72 14 39 0,5 4 1 569 25										
O8											
O9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK	Операционная карта										4

Продолжение приложения А

ГОСТ 3.1105-84 Формы										
Дубл.										
Взам.										
Плол.										
									3	
								Крышка		015
КЭ	Карта эскизов									7

