

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления втулки гидропривода

Студент(ка)	<u>В.Е. Макарова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Макарова Валерия Евгеньевна. Технологический процесс изготовления втулки гидропривода. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2019 г.

Выпускная квалификационная рассматривает проектирования технологического процесса изготовления втулки гидропривода. В работе проводится анализ исходных данных, на основе которого формулируются задачи работы, решаемые в следующих частях работы. Для получения эффективного технологического процесса планируется проведение ряда мероприятий. На основе экономических показателей и расчетов припусков на обработку проектируется заготовка. Исходя из современных достижений в области механической обработки формируется маршрут изготовления детали. Определяются средства оснащения технологического процесса соответствующие типу производства. После расчета режимов обработки и проведения нормирования для каждой операции проектируются технологические операции. Для операций неудовлетворяющих по техническим причинам целевым показателям техпроцесса производится совершенствование путем проектирования специальных средств оснащения. Безопасность предлагаемого технологического процесса и его экономическая эффективность подтверждается соответствующими расчетами.

Работа состоит из пояснительной записки, которая содержит 53 страницы, 3 рисунка, 14 таблиц. Графическая часть состоит из 7,5 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	7
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	11
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	15
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	16
2.5 Определение режимов резания.....	20
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	22
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	22
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	30
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	30
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	30
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	32
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	34
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	36
4.6 Заключение по разделу.....	38
5 Экономическая эффективность работы.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	48

ВВЕДЕНИЕ

В современной технике широко используются различные устройства и механизмы, требующие применения различного рода приводов. Наиболее распространены приводы, которые в качестве источника энергии используют сжатые жидкости, чаще всего масло. Его применение позволяет сделать конструкцию максимально простой, надежной и неприхотливой, что особенно важно в сложных производственных условиях эксплуатации. Одним из ключевых элементов гидравлического привода является втулка, которая является направляющей для штока гидроцилиндра.

Все наиболее важные эксплуатационные характеристики детали в основном закладываются на стадии ее изготовления. В связи с этим цель данной работы заключается в проектировании одного из вариантов технологического процесса изготовления втулки гидропривода с учетом серийности производства и при условии обеспечения максимальной конкурентоспособности изготавливаемой детали и всего механизма в целом. Достижению данной цели посвящены все дальнейшие разделы выпускной квалификационной работы.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Втулка играет роль направляющей штока гидропривода. Основное назначение втулки заключается в обеспечении оптимальных условий скольжения штока гидроцилиндра и предохранении его от смятия вследствие контакта с корпусом гидропривода.

В корпус гидропривода втулка устанавливается по посадке с натягом и фиксируется при помощи пазов, выполненных на одном из концов втулки. Кроме того, эти же пазы ориентируют втулку в узле и позволяют ей занять необходимое положение при сборке без применения операций подгонки.

Условия работы детали можно отнести к умеренно агрессивным, т.к. основная часть втулки находится внутри гидроцилиндра в условиях хорошей смазки, что уменьшает ее износ. Однако работа происходит в условиях интенсивного трения, что существенно сокращает срок службы детали и требует применения определенных материалов.

1.2 Технологичность детали

Технологичность детали определяется маркой материала, из которого она изготовлена, возможностью применения различных методов для получения заготовки, базированием и характеристиками механической обработки.

Материал детали бронза БрАЖ 9-4 ГОСТ 18175-78 можно считать технологичным, т.к. он обеспечивает все необходимые эксплуатационные характеристики детали и хорошую обрабатываемость при резании.

Заготовку для получения данной детали также можно считать технологичной. Согласно данным [1], ее можно получить различными методами литья. Форма заготовки будет максимально приближена к готовой детали. Для выбора конкретного метода из всех возможных в дальнейшем необходимо провести экономический анализ.

Механическая обработка детали и ее базирование также можно считать технологичными. Втулка имеет простую конфигурацию, при этом все размеры нормализованы, элементы детали унифицированы. Это позволит избежать применения специальных видов обработки, достаточно применения стандартных методов (точение, шлифование, сверление). На всех операциях механической обработки могут быть соблюдены принципы базирования, что позволит сократить припуски на обработку и количество брака.

Анализ на технологичность позволяет говорить, что деталь имеет хорошую оценку технологичности.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Анализ параметров проектируемого техпроцесса основан на типе производства [2]. Для его определения необходимо знать массу детали и относительный объем выпуска, который рассчитывается [3]:

$$N_0 = N \cdot m^{0.7} \cdot K_T, \quad (2.1)$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

m – масса детали, кг;

K_T – коэффициент трудоемкости.

$$N_0 = 5000 \cdot 1,74^{0.7} \cdot 1,35 = 9946 \text{ шт.}$$

Данное значение относительного объема выпуска по таблицам серийности [4] соответствует среднесерийному типу производства.

Произведем соответствующий анализ.

Проектирование технологического процесса производится на базе последовательной стратегии разработки техпроцесса, основываясь на типовом техпроцессе, с применением групповой формы организации техпроцесса.

Маршрут обработки проектируется с учетом обеспечения минимальных суммарных удельных затрат на обработку и соблюдения

принципов единства и постоянства баз. Результатом проектирования являются маршрутные и операционные карты.

Для получения заготовки применимы различные методы литья, что обусловлено формой детали и ее материалом.

Проектирование операций производится с применением экстенсивной концентрации переходов. Точность обработки достигается путем применения обработки на заранее настроенном при помощи измерительных приборов оборудовании.

Припуски для каждой операции определяются расчетным (для точных поверхностей) и статистическим (для не ответственных поверхностей) методами.

Режимы обработки и нормирование операций определяются опытно-статистическим методом, а для особо ответственных операций расчетно-аналитическим методом.

Оборудование и средства технологического оснащения операций техпроцесса могут применяться разнообразные. Для рассматриваемой детали наиболее применимы универсальные и оснащенные ЧПУ станки, стандартные и универсальные станочные приспособления, нормализованный и стандартизованный режущий инструмент, универсальные контрольные приборы и приспособления.

В случае необходимости повышения эффективности операций возможно применение специальных средств оснащения после соответствующего экономического обоснования.

1.4 Задачи работы

Имеющиеся исходные данные и проведенный их анализ, позволяют сформулировать ряд задач, которые необходимо будет решить на следующих этапах работы для достижения ее цели.

В первую очередь необходимо выбрать один из возможных методов получения заготовки. Исходя из выбранного метода получения заготовки, необходимо определить припуски на обработку и провести проектирование

заготовки.

Далее необходимо сформировать маршрут изготовления детали с учетом основных технологических принципов и применением типовых технологических маршрутов для деталей данного типа.

На следующем этапе необходимо провести проектирование технологических операций с расчетом режимов резания для каждой операции и нормированием всего технологического процесса.

Затем нужно провести проектирование специальных средств оснащения для наиболее проблемных операций техпроцесса, которые являются либо лимитирующими, либо имеют серьезные технические недостатки, существенно влияющие на технические и экономические показатели техпроцесса.

На заключительном этапе выполнения работы необходимо провести анализ полученного техпроцесса на безопасность его внедрения в производство и оценить экономическую эффективность предлагаемых изменений.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

В ходе выполнения анализа параметров техпроцесса было установлено, что для выбора заготовки необходимо провести сравнение методов литья. В данном случае наиболее рационально использовать литье в землю и в кокиль [1]. В данном случае проводить сравнение будем с использованием методики [5]. Согласно ей сначала рассчитывается масса заготовок для каждого метода.

$$m = \rho \cdot \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.1)$$

где, ρ – плотность, кг/мм³;

V_i – объёмы элементарных фигур, на которые можно разбить заготовку, мм³.

$m_{зем} = 2,02$ кг – масса заготовки, полученной методом литья в землю.

$m_{кок} = 1,9$ кг – масса заготовки, полученной методом литья в кокиль.

Далее рассчитываем себестоимость деталей, полученных из различных заготовок:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m \cdot K \right) - (n - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (2.2)$$

где C_i – стоимость тонны заготовок, руб;

K – коэффициент, учитывающий технологию получения заготовки;

q – масса детали, кг;

$S_{отх}$ – стоимость тонны стружки, руб.

$$S_{заг} = \left(\frac{38000}{1000} \cdot 2,02 \cdot 1,1 \right) - (2,02 - 1,74) \cdot \frac{400}{1000} = 84,318 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{38000}{1000} \cdot 1,9 \cdot 0,47 \right) - \left(9 - 1,74 \right) \cdot \frac{400}{1000} = 33,87 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов показывают, что получение заготовки методом литья в кокиль даст лучший экономический результат, поэтому дальнейшее проектирование заготовки выполняем для данного метода.

2.2 Проектирование заготовки

Для проектирования заготовки в первую очередь необходимо определить маршруты обработки поверхностей. Согласно общепринятой методике [6] для этого необходимо знать точность, шероховатость каждой поверхности. Для удобства составления маршрутов обозначим все поверхности детали на ее эскизе (рисунок 2.1).

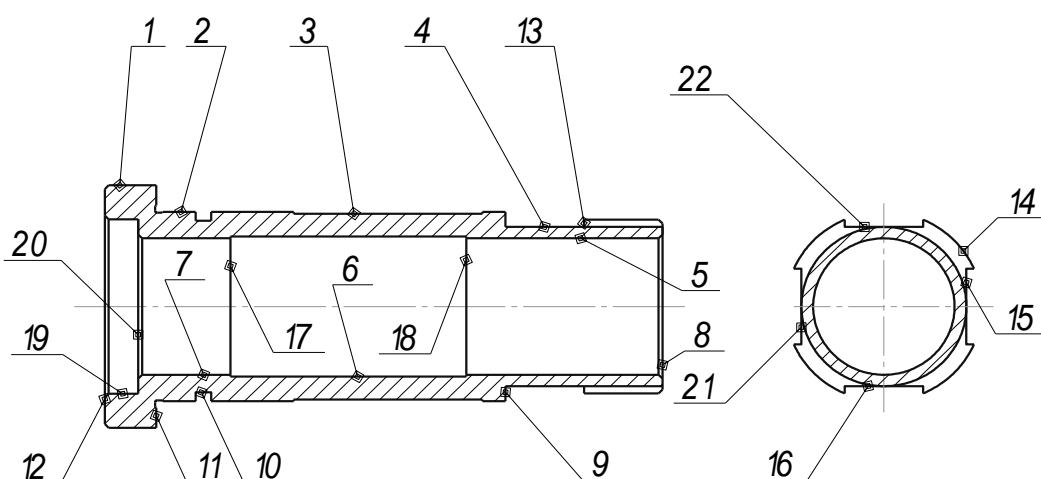


Рисунок 2.1 – Эскиз втулки

Результаты определения маршрутов обработки оформлены в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1– Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Точность	Шероховатость	Маршрут
1	2	3	4
1	9	2,5	точение черновое - точение чистовое

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
2	6	1,25	точение черновое - точение чистовое - точение тонкое
3	14	12,5	точение черновое
4	14	12,5	точение черновое
5	7	0,8	точение черновое - точение чистовое - точение тонкое
6	14	12,5	точение черновое
7	7	0,8	точение черновое - точение чистовое - точение тонкое
8	12	12,5	точение черновое
9	12	12,5	точение черновое
10	12	12,5	точение чистовое
11	10	2,5	точение черновое - точение чистовое
12	12	1,25	точение черновое - точение чистовое
15	12	12,5	фрезерование
16	12	12,5	Фрезерование
17	12	12,5	точение черновое
18	12	12,5	точение черновое
19	11	2,5	точение черновое - точение чистовое
20	12	12,5	точение черновое
21	12	12,5	фрезерование
22	12	12,5	фрезерование

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков по переходам для всех поверхностей. Анализ параметров

техпроцесса показал, что для точной поверхности припуски целесообразно определять расчетно-аналитическим методом [7]. Для остальных поверхностей припуски определяются статистическим методом [8].

Самой точным является размер $\varnothing 36H7$.

Минимальный припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (2.3)$$

где a_{i-1} – дефектный слой на предыдущем переходе, мм;

Δ_{i-1} – погрешность пространственных отклонений на предыдущем переходе, мм;

ε_i – погрешность установки в приспособлении на текущем переходе, мм.

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0^2} = 0,43 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,05 + \sqrt{0,075^2 + 0^2} = 0,125 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,05 + \sqrt{0,03^2 + 0^2} = 0,08 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,0115^2 + 0^2} = 0,0615 \text{ мм.}$$

$$z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,05 + \sqrt{0,0975^2 + 0^2} = 0,05475 \text{ мм.}$$

Максимальное значение диаметра определяется по формуле:

$$D_{i-1\max} = D_{i\max} - 2z_{i\min}. \quad (2.4)$$

$$D_{4\max} = D_{5\max} - 2z_{5\min} = 36 - 2 \cdot 0,05475 = 35,8905 \text{ мм.}$$

$$D_{3\max} = D_{4\max} - 2z_{4\min} = 35,8905 - 2 \cdot 0,0615 = 35,7675 \text{ мм.}$$

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2z_{3\min} = 35,7675 - 2 \cdot 0,08 = 35,6075 \text{ мм.}$$

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2z_{2\min} = 35,6075 - 2 \cdot 0,125 = 35,3575 \text{ мм.}$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2z_{1\min} = 35,3575 - 2 \cdot 0,43 = 34,4975 \text{ мм.}$$

Минимальное значение диаметра определяется по формуле:

$$D_{i\min} = D_{i\max} - Td_i. \quad (2.5)$$

$$D_{4\min} = D_{4\max} - Td_4 = 35,890 - 0,019 = 35,871 \text{ мм.}$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - Td_3 = 35,767 - 0,046 = 35,721 \text{ мм.}$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - Td_2 = 35,607 - 0,120 = 35,487 \text{ мм.}$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - Td_1 = 35,357 - 0,300 = 35,057 \text{ мм.}$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - Td_0 = 35,497 - 0,520 = 33,977 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$2z_{i\max} = D_{i\min} - D_{i-1\min} \quad (2.6)$$

$$2z_{4\max} = D_{4\min} - D_{3\min} = 35,871 - 35,721 = 0,15 \text{ мм.}$$

$$2z_{3\max} = D_{3\min} - D_{2\min} = 35,721 - 35,487 = 0,234 \text{ мм.}$$

$$2z_{2\max} = D_{2\min} - D_{1\min} = 35,487 - 35,057 = 0,43 \text{ мм.}$$

$$2z_{1\max} = D_{1\min} - D_{0\min} = 35,057 - 33,977 = 1,08 \text{ мм.}$$

Общие припуски на маршрут обработки поверхности:

$$2z_{0\min} = 2z_{1\min} + 2z_{2\min} + 2z_{3\min} + 2z_{4\min}, \quad (2.7)$$

$$2z_{0\max} = 2z_{1\max} + 2z_{2\max} + 2z_{3\max} + 2z_{4\max}. \quad (2.8)$$

$$2z_{0\min} = 0,86 + 0,25 + 0,16 + 0,123 = 1,393 \text{ мм.}$$

$$2z_{0\max} = 1,08 + 0,43 + 0,234 + 0,15 = 1,894 \text{ мм.}$$

Как отмечалось ранее, припуски по переходам для остальных

поверхностей определяются статистическим методом. Получаем следующие суммарные размеры припусков. Поверхность 1 минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 5,8 мм. Поверхность 2 минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 6,7 мм. Поверхность 7 минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 6,7 мм. Поверхности 8, 12 минимальный припуск 6,7 мм, максимальный припуск 9,8 мм. Поверхность 11 минимальный припуск 4,8 мм, максимальный припуск 9,8 мм.

На следующем этапе проектирования заготовки определяются ее параметры. Согласно данным [9]: класс точности 8, степень коробления 5, степень точности поверхности 10, степень точности массы 4, допуск массы 16%, ряд припусков 8. Исходя из этих параметров определяются допуски на каждый размер заготовки, технологические радиусы закруглений на заготовке, допуск неровностей поверхности (в данном случае не более 1,6 мм).

По результатам выполненных расчетов выполняется рабочий чертеж заготовки, который представлен в графической части данной работы. На данном чертеже подробно указаны все определенные ранее параметры заготовки.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Проектирование маршрута изготовления детали одна из ключевых задач проектирования технологического процесса. От качества ее решения во многом зависит эффективность проектируемого техпроцесса.

В ходе выполнения анализа характеристик технологического процесса отмечалось, что маршрут проектируется на базе типового маршрута, что существенно сократит время проектирования и повысит его качество. В качестве типовых маршрутов возьмем маршруты, предлагаемые в литературе [10, 11].

Операции следует формировать из условия обеспечения максимальной концентрации обработки. Черновые операции и чистовые не следует совмещать на одном оборудовании, т.к. это приведет к его

преждевременному износу, повышенному количеству брака и увеличению времени на настройку станков. Необходимо предусмотреть операцию по созданию искусственных технологических баз и поместить ее в начало маршрута. Получаем следующий технологический маршрут изготовления детали.

Первая операция 000 Заготовительная, поверхности подвергающиеся обработке 1, 2, 5, 8, 11, 12.

Вторая операция 005 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 1, 7, 12, 19, 20.

Третья операция 010 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 1, 2, 4, 8, 11, 23, 24.

Четвертая операция 015 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 2, 5, 6, 17, 18.

Пятая операция 020 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 5, 19, 20.

Шестая операция 025 Фрезерная, поверхности подвергающиеся обработке 15, 16, 21, 22.

Седьмая операция 030 Токарная, поверхность подвергающаяся обработке 2.

Восьмая операция 035 Токарная, поверхность подвергающаяся обработке 5.

Девятая операция 040 Моечная, мойке подвергаются все поверхности.

Десятая операция 045 Контрольная, контролируются поверхности согласно карте контроля.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Для выбора средств оснащения следует придерживаться ряда рекомендаций [12].

Анализ параметров техпроцесса показал, что в качестве технологического оборудования оптимальным является использование универсальных и оснащенных системами числового управления станков.

Выбор металлорежущего оборудования производится с учетом структуры операции, технологических особенностей детали, экономических показателей оборудования и типа производства.

Станочные приспособления желательно использовать стандартные и универсальные. Приспособления должны реализовывать схемы базирования, обеспечивать надежность закрепления и точность установки детали.

Режущий инструмент лучше всего использовать нормализованный и стандартизованный. Выбор металлорежущего инструмента производится исходя из обрабатываемого материала, режимов резания на операциях, типа производства.

Контрольные приборы и приспособления должны быть универсальные. Выбор средств контроля производится исходя из формы контролируемых поверхностей, необходимой точности измерений, степени универсальности приспособления.

Такие решения позволят максимально ускорить процесс подготовки производства, обеспечить его универсальность и гибкость, а также сократить экономические затраты.

Типы, марки и названия средств оснащения принимаем по данным соответствующих справочников [13, 14, 15, 16, 17]. Результаты выбора указаны в таблицах 2.2 – 2.5.

Таблица 2.2 – Оборудование

Операция	Точность	Тип оборудования
1	2	3
000 Заготовительная	16	
005 Токарная	12	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
010 Токарная	10	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
015 Токарная	10	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
020 Токарная	8	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
025 Фрезерная	10	6Р80Г Вертикально-фрезерный

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
030 Токарная	6	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
035 Токарная	6	16К20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ
040 Моечная		Однокамерная моечная машина
045 Контрольная		Контрольный стол

Таблица 2.3 – Станочные приспособления

Операция	Установочный элемент	Приспособление
000 Заготовительная		
005 Токарная	Кулачки	3-х кулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80
010 Токарная		3-х кулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80
015 Токарная	Цанга	Патрон цанговый
020 Токарная	Цанга	Патрон цанговый
025 Фрезерная	Цанга	Цанговая оправка
030 Токарная	Втулка	Оправка гидропластовая
035 Токарная	Цанга	Патрон цанговый
040 Моечная		
045 Контрольная		

Таблица 2.4 – Инструмент

Операция	Марка инструментального материала	Инструмент
000 Заготовительная		
005 Токарная	T15K6	Резец расточной $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 6743-61
010 Токарная	T15K6	Резец вставка 16x16 $\varphi=45^\circ$ ГОСТ 10043-62, резец проходной $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 6743-61
015 Токарная	T15K6	Резец расточной $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 6743-61
020 Токарная	P6M5	Спецразвёртка комбинированная
025 Фрезерная	P6M5	Фреза шпоночная $\varnothing 20$ ГОСТ 8237-57
030 Токарная	T15K6	Резец проходной $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 6743-61
035 Токарная	T15K6	Резец расточной $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 6743-61
040 Моечная		
045 Контрольная		

Таблица 2.5 – Контрольные приборы и приспособления

Операция	Точность	Приборы и приспособления
1	2	3
000 Заготовительная	16	Твердомер
005 Токарная	12	Штангенциркуль 1 (0-320 мм) ГОСТ166-63
010 Токарная	10	Штангенциркуль 1 (0-320 мм)

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
		ГОСТ166-80
015 Токарная	10	Штангенциркуль 1 (0-125 мм) ГОСТ166-80
020 Токарная	8	Микрометр-нутромер ГОСТ 10-58
025 Фрезерная	10	Штангенциркуль 1 (0-125 мм) ГОСТ 166-80
030 Токарная	6	Микрометр-нутромер ГОСТ 10-58
035 Токарная	6	Микрометр-нутромер ГОСТ 10-58
040 Моечная		-
045 Контрольная	6 - 12	Средства контроля согласно карте контроля

Данные по выбору средств оснащения технологического процесса заносятся в маршрутную карту и операционные карты.

2.5 Определение режимов резания

Результатом данного раздела являются режимы резания, определенные для всех операций технологического процесса и нормирование операций (таблица 2.6). К режимам резания относят: подачу S_o , скорость резания V , частоту вращения шпинделя n . Нормирование операций заключается в определении основного T_o и штучного времени $T_{шт}$ обработки на операции.

Расчет режимов резания и нормирование операций является заключительным этапом проектирования технологических операций. Результаты данных расчетов зависят от физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов, структуры операции, условий обработки.

Для определения режимов резания используются методики [13, 18], для нормирования операций данные [19]. Первая методика расчетная,

используется для наиболее ответственных операций. Данная методика дает точные результаты, но при этом трудоемкая. Вторая методика основана на использовании опыта и статистических данных по определению режимов резания. Данная методика позволяет получить результаты с достаточной точностью для большинства операций техпроцесса.

Для определения режимов резания необходимы следующие исходные данные: марка обрабатываемого материала, используемое технологическое оборудование, марка материала инструмента и его конструкция, структура технологической операции.

Таблица 2.6 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Операция	Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	T_o , мин	$T_{шт}$, мин
005	1	0,40	105	315	4,2	5,6
010	1	0,5	105	315	4,2	7,45
	2	0,2	195	630	1,4	
	3	0,06	75	256	0,61	
015	1	0,2	195	500	0,85	3,09
	2	0,3	120	800	0,96	
020	1	0,4	160	630	0,29	4,94
025	1	0,07	0,64	422	1,57	2,5
030	1	0,1	1,14	1037	3,3	4,9
035	1	0,1	1,1	967	2,33	4,94

Данные по расчету режимов резания и нормированию операций техпроцесса заносятся в маршрутную карту, операционные карты, а также отражаются в технологических наладках на операции.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Основной проблемой операции тонкого точения является сложность реализации технологической схемы базирования при условии обеспечения механизации зажима.

Решение этой проблемы позволит сократить количество брака на операции, величину припусков на обработку и уменьшить вспомогательное время. Технически такое приспособление реализуемо различными методами [20]. Возможно применение различного рода оправок: цанговых, конических, цилиндрических, кулачковых и гидропластовых.

Конические и цилиндрические оправки в данном случае не обеспечивают реализацию теоретической схемы базирования, что приведет к появлению дополнительных погрешностей при обработке и процесс закрепления на них сложно поддается механизации.

Цанговые оправки в данном случае требуют усложнения конструкции для реализации теоретической схемы базирования, а требуемая точность выполнения операции требует изготовления высокоточных элементов цанги, что приведет к увеличению стоимости приспособления.

Кулачковые оправки обладают теми же недостатками в данном случае, что и цанговые и, кроме того, более сложные по конструкции.

Гидропластовые оправки в данном случае наиболее оптимальны для применения. С помощью такой оправки легко реализовать требуемую схему базирования, они обладают хорошей точностью центрирования, легко поддаются механизации без существенного усложнения конструкции. Единственным их недостатком является относительно небольшая величина создаваемой силы закрепления заготовки, но, учитывая, что на операциях тонкого точения больших усилий не требуется, данная проблема в этом случае не актуальна.

Для проектирования оправки используем методику и данные [21].

В процессе обработки на заготовку действуют силы резания и силы

закрепления. Задача заключается в определении сил закрепления и на основе их выполнении расчета силового привода.

Алгоритм расчета следующий: определение сил и моментов резания (в нашем случае при точении), выведение уравнения сил зажима, нахождение силы зажима, определение усилия на силовом приводе, определение параметров тонкостенной втулки, выбор типа силового привода, определение диаметра поршня силового привода.

Основная составляющая силы резания при тонком точении определяется по формуле:

$$P_z = 9,8 \cdot C_p \cdot v_o^r \cdot S_{np}^y \cdot t^x, \quad (3.1)$$

где C_p , r , y , x – коэффициент и показатели степени, которые учитывают фактические условия обработки;

v_o – скорость детали при обработке, м/мин;

S_{np} – продольная подача на один оборот заготовки, мм/об;

t – глубина обработки, мм.

$$P_z = 9,8 \cdot 2,2 \cdot 25^{0,7} \cdot 12^{0,7} \cdot 0,05^{0,6} = 194 \text{ Н.}$$

Усилие, которое должен развить силовой привод приспособления определяется из соотношения:

$$P_z \cdot \frac{D}{2} \cdot k = Q \cdot f \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.2)$$

где D – обрабатываемый диаметр, мм;

k – коэффициент запаса;

Q – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения;

d – диаметр закрепления, мм.

Из данного равенства выводим формулу для определения искомого усилия закрепления.

$$Q = \frac{P_z \cdot D \cdot k}{f \cdot d}. \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{194 \cdot 50 \cdot 1,2}{0,1 \cdot 36} = 3233 \text{ Н.}$$

Далее определяем толщину тонкостенной втулки:

$$t = 0,02 \cdot d. \quad (3.4)$$

$$t = 0,02 \cdot 36 = 0,72 \text{ мм.}$$

Деформации, которые допускает данная втулка, составляют:

$$\Delta D = 0,03 \cdot d. \quad (3.5)$$

$$\Delta D = 0,03 \cdot 36 = 1,08 \text{ мм.}$$

Определяем длину полости втулки:

$$L = \llbracket \dots 1,2 \rrbracket l, \quad (3.6)$$

где l – длина поверхности базирования.

$$L = \llbracket \dots 1,2 \rrbracket 146 = 146 \dots 175 \text{ мм.}$$

Для свободной установки заготовки на втулку максимально допустимый зазор δ между ними должен составлять 0,069 мм.

Определяем давление, необходимое для деформации втулки:

$$P = \frac{2 \cdot \Delta D \cdot E \cdot t}{d^2}, \quad (3.7)$$

где E - модуль упругости, Па.

$$P = \frac{2 \cdot 1,08 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,72}{36^2} = 248 \text{ Па.}$$

Момент, развиваемый силами трения для удержания заготовки в процессе резания равен:

$$M = 500 \cdot \left(\frac{t}{d}\right) \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^{0,5} \cdot \delta \cdot d^2, \quad (3.8)$$

где δ – деформация втулки, мм.

$$M = 500 \cdot \left(\frac{0,72}{36}\right) \cdot \left(\frac{0,72}{36}\right)^{0,5} \cdot 0,069 \cdot 36^2 = 409 \text{ Н м.}$$

Момент от силы, возникающей при обработке равен:

$$M_p = k \cdot P_z \cdot \frac{D}{2}, \quad (3.9)$$

где k – коэффициент запаса.

$$M_p = 2,5 \cdot 194 \cdot \frac{0,5}{2} = 122 \text{ Н м.}$$

Момент резания меньше, чем момент от трения при закреплении, значит, заготовка будет надежно закреплена.

Сила для закрепления в продольном направлении рассчитывается как:

$$Q_{np} = 10^4 \cdot \frac{5t}{d} \cdot \left(\frac{5t}{d}\right)^{0,5} \cdot \delta \cdot d. \quad (3.10)$$

$$Q_{np} = 10^4 \cdot \frac{5 \cdot 0,72}{36} \cdot \left(\frac{5 \cdot 0,72}{36}\right)^{0,5} \cdot 0,069 \cdot 36 = 786 \text{ Н.}$$

Рабочая область втулки под гидропластмассу имеет высоту равную:

$$H = 2 \cdot d^{0,33}. \quad (3.11)$$

$$H = 2 \cdot 36^{0,33} = 6,6 \text{ мм.}$$

Посадочный поясок втулки должен иметь длину равную:

$$T = 2,5 \cdot d^{0,33}. \quad (3.12)$$

$$T = 2,5 \cdot 36^{0,33} = 8,2 \text{ мм.}$$

Диаметр отверстия под втулку:

$$d_g = d - 2H - 2t - 2. \quad (3.13)$$

$$d_g = 36 - 2 \cdot 6,6 - 2 \cdot 0,72 - 2 = 19,36 \text{ мм.}$$

Диаметр плунжера рассчитывается по формуле:

$$d_0 = 1,8 \cdot d^{0,5}. \quad (3.14)$$

$$d_0 = 1,8 \cdot 36^{0,5} = 10,8 \text{ мм.}$$

Принимаем в соответствии с нормальным рядом чисел ближайшее большее значение плунжера равным 11 мм.

Сила, которую необходимо развить при помощи привода приспособления рассчитывается по формуле:

$$Q_{nl} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \cdot P. \quad (3.15)$$

$$Q_{nl} = \frac{\pi \cdot 11^2}{4} \cdot 2,48 = 236 \text{ Н.}$$

Ход плунжера принимаем согласно рекомендациям равным 20 мм;

В качестве привода выбираем пневматический цилиндр.

Производим расчет диаметра его поршня:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}. \quad (3.16)$$

где P – давление в системе, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{236}{0,4}} = 27,44 \text{ мм.}$$

Поршни диаметром менее 50 мм на практике для станочных приспособлений не применяют ввиду сложности их изготовления и сложности эксплуатации, поэтому применим в конструкции данной гидропластовой оправки стандартный поршень диаметром 52 мм.

Принцип работы приспособления основан на использовании свойства гидропласта деформироваться под действием внешнего усилия. Гидропласт помещается в полость, параметры которой определены ранее. В пневмоцилиндр привода подается давление, поршень перемещает плунжер, который и воздействует на гидропласт. Деформируясь, она оказывает на тонкостенную втулку, параметры которой также рассчитаны ранее, втулка от воздействия гидропласта расширяется, выбирая зазор между оправкой и устанавливаемой заготовкой, тем самым происходит процесс закрепления. При этом, вследствие того, что гидропласт деформируется равномерно по всему объему, втулка также равномерно деформируется по всей окружности, тем самым, обеспечивая центрирование заготовки.

Спроектированное приспособление полностью решает все проблемы связанные с установкой заготовки на токарной чистовой операции. Данное приспособление достаточно простое в изготовлении, надежное и обеспечивает необходимую точность обработки.

Более подробно конструкция представлена в графической части работы.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В базовом технологическом процессе обработка отверстий в размер $\varnothing 36^{+0,025}$ и $\varnothing 46^{+0,160}$ применяется достаточно длинный технологический маршрут, который включает последовательное сверление, зенкерование и черновое развертывание каждой из данных поверхностей на станке с ЧПУ, а затем окончательную расточку на расточном станке. Такое решение не является оптимальным, т.к. маршрут обработки достаточно длинный и трудоемкий, вследствие применения последовательной обработки. При растачивании возникает дополнительная проблема, связанная с применением расточной головки, которая ухудшает процесс отвода стружки из зоны резания, что может привести к ее налипанию и образованию нароста на внутренних поверхностях втулки, что приводит к браковке детали с невозможностью исправления.

Решение данной проблемы возможно путем изменения маршрута обработки и проектирования для выполнения финальной стадии обработки ступенчатой развертки, которая будет одновременно обрабатывать оба диаметра. Такое решение позволит выполнить чистовую обработку за один переход и исключить расточную операцию, что сократит время изготовления детали и снизит затраты на ее изготовление. Эскиз такой развертки представлен на рисунке 3.1.

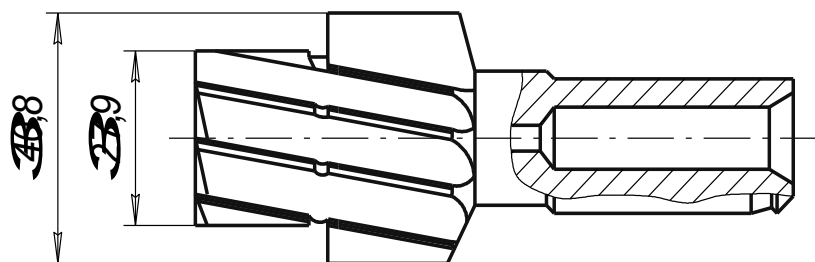


Рисунок 3.1 – Эскиз комбинированной развертки

Проектирование развертки выполняется по данным [22].

В качестве материала развертки наиболее приемлема быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ19265-73 [23], т.к. она обладает хорошими технологическими свойствами, которые вполне удовлетворяют обработке бронзы, и при этом имеет относительно небольшую стоимость.

Выбираем геометрические параметры.

Для поверхности диаметром 27,9 мм передний угол $\gamma = 8^\circ$, задний угол $\alpha = 10^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$, угол наклона винтовой канавки $\omega = 10^\circ$.

Для поверхности диаметром 40,8 мм передний угол $\gamma = 8^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$. Задний угол меняется от $\alpha = 10^\circ$ до $\alpha_1 = 30^\circ$, угол наклона винтовой канавки $\omega = 10^\circ$.

Число зубьев для данной развертки принимаем равным $z = 8$. Угловой шаг зубьев развертки выполняется переменным: $\omega_1 = 41^\circ 53'$, $\omega_2 = 44^\circ 05'$, $\omega_3 = 46^\circ 06'$, $\omega_4 = 47^\circ 56'$.

Механизм износа поверхностей развертки достаточно сложный. Износу подвержены задние поверхности, передние поверхности и поверхности ленточек. Через определенное количество циклов обработки развертку перетачивают по задней поверхности, количество переточек зависит от необходимой точности обработки и максимальной величины допустимого износа, которая в данном случае не должна превышать 0,3 мм.

Более подробно конструкция и геометрические характеристики развертки представлены на листе графической части данной работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Определение характеристик технологического процесса изготовления втулки производим согласно методике [24] и оформляем в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления втулки	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3	Бронза БрАЖ 9-4 ГОСТ 18175-78,
	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Вертикально-фрезерный 6Р80Г	смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно рекомендациям [24] проводим идентификацию профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса. Результаты оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, фрезерная операция	Машины, механизмы, перемещающиеся части оборудования, перемещаемые изделия и заготовки	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы), погрузчики
	Заусенцы, острые кромки и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструменты, заготовка
	Повышенный уровень общей вибрации	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций, погрузчики
	Повышенный уровень шума	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы), погрузчики
	Высокое напряжение электрического тока	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	Повышенная температура поверхностей заготовки, оснастки и оборудования	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)
	Загрязнение воздушной среды рабочего места парами и аэрозолью смазочно-охлаждающей жидкости	Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость
	Монотонность производственного процесса	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью устранения или снижения влияния на работников производственного участка профессиональных рисков согласно методике [24] разрабатывается комплекс мероприятий, который представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Машины, механизмы, перемещающиеся части оборудования, перемещаемые изделия и заготовки	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, средства коллективной защиты (ограждения, экраны, автоматические выключатели)	Костюм, ботинки кожаные, перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые, очки защитные
Заусенцы, острые кромки и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, использование режимов резания не допускающих появления заусенцев, дополнительная слесарная обработка	Перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые
Повышенный уровень общей вибрации	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, монтаж оборудования на демпферы, дистанционное управление оборудованием	Обувь с вкладышем из упругодемпфирующего вещества
Повышенный уровень шума	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, применение звукопоглощающих и звукоизолирующих устройств	Наушники противозумные
Высокое напряжение электрического тока	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда,	Диэлектрический коврик

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	заземление станков, изоляция и ограждение электрооборудования, автоматическое аварийное отключение оборудования	
Повышенная температура поверхностей заготовки, оснастки и оборудования	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, подача смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания, использование тепловых экранов	Костюм, ботинки кожаные, перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые, очки защитные
Загрязнение воздушной среды рабочего места парами и аэрозолью смазочно-охлаждающей жидкости	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, защитные экраны, местная вытяжка	Респиратор
Монотонность производственного процесса	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, соблюдение порядка проведения перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на производстве обеспечивается путем разработки комплекса мер, представленных в таблицах 4.4 – 4.6.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления втулки	Станок токарно-винторезный 16К20ФЗ, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)	Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов – класс пожара В	Высокая температура в источнике пожара, тепловой поток, пламя, искры, превышение концентрации токсичных веществ и низкая концентрация кислорода в воздухе, снижение видимости	Обломки оборудования, сооружений, нарушение изоляции и заземления электрооборудования, воздействие средств пожаротушения

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре
1	2	3	4	5	6
Огнетушители ручные пенные, пожарные щиты, ящики с	Пожарные машины и лестницы передвижные	Автоматическая система тушения пожара	Средства оповещения и управления эвакуацией, пожарные	Пожарные краны, пожарные рукава, ящики с песком	Противогазы, респираторы, самоспасатели пожарные веревки и карабины

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6
песком	огнетушители		автоматическая извещатели, системы передачи извещений о пожаре		

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления втулки	Создание добровольной пожарной охраны, инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участке, обучение действиям при возникновении пожара и эвакуации, использование наглядной агитации	Проведение пожарных инструктажей, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, наличие первичных средств пожаротушения

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Мероприятия по оценке и обеспечению экологической безопасности представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производствен но- технологическ ого техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно- технологического процесса (производственног о здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления втулки	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-фрезерный 6Р80Г, средства технологического оснащения операций	Частицы стружки и металлической пыли, смазочно-охлаждающая жидкость в виде аэрозоля	Пыль, металлические и абразивные частицы, сода, масла, растворители, мыла, краски	Лом, стружка и опилки металлов, пластмасс, шлаки, золы, шламы, осадки и пыль, промышленные масла, смазочно-охлаждающая жидкость

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления втулки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха сухой газоочистки, каталитической нейтрализации и мокрой газоочистка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутого цикла использования воды. Очистка при помощи флотаторов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование централизованной обработки промышленных отходов на полигонах предприятиях с заводской технологией обезвреживания и утилизации

4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения раздела были рассмотрены вопросы, связанные с выявлением опасных и вредных производственных факторов, разработкой мер по их снижению, разработкой мер по снижению пожарной опасности и мер по сохранению экологии и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Втулка» коснулись операции токарной, на которой универсальное оборудование было заменено на модернизированный токарный станок с числовым программным управлением, это позволило сократить общее время выполнения операции, примерно на 17%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [25], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

- затраты на основное технологическое оборудование;
- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,
- затраты на доставку и монтаж оборудования;
- затраты на транспортные средства;
- затраты на аппаратуру для записи программ;
- затраты на производственную площадь;
- затраты на оборотные средства в незавершенном производстве.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 454540,91 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Втулка» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Втулка» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической

себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [25]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал (M),
- основной заработной платы ($Z_{пл.осн}$),
- начислений на заработную плату ($H_{з.пл}$),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

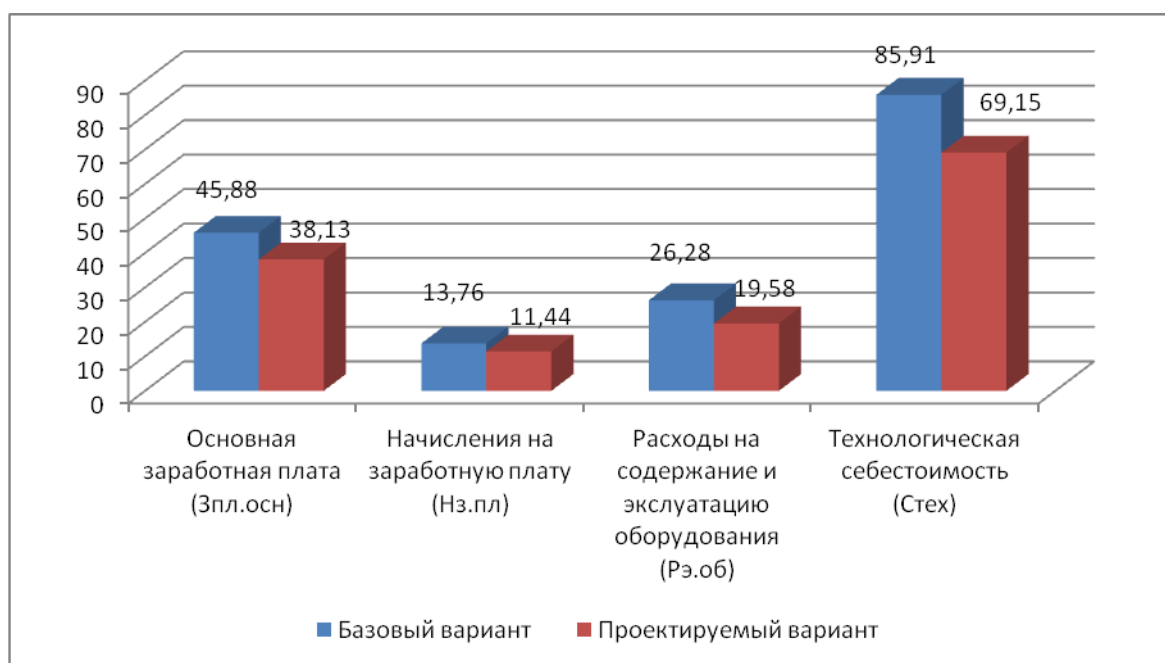


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Втулка», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 19,8%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 16,76 рублей, что составило 19,6%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [25], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 253,66 рублей, а по проектируемому – 208,57 рублей.

Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 45,09 рублей с единицы изделия или 17,8%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней уменьшилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло значительное увеличение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [25], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ($P_{чист}$), которая составит 180360 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 4 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 60567,25 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если $ЧДД > 0$, то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если $ЧДД < 0$, то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк.

Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Втулка» позволяют получить положительную

величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,13 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе спроектирован один из вариантов технологического процесса изготовления втулки гидропривода с учетом серийности производства и при условии обеспечения максимальной конкурентоспособности изготавливаемой детали и всего механизма в целом.

Достижению данной цели способствовало решение следующих задач. Выбран один из возможных методов получения заготовки. Определены припуски на обработку и проведено проектирование заготовки. Сформирован маршрут изготовления детали с учетом основных технологических принципов. Проведено проектирование технологических операций и специальных средств оснащения для наиболее проблемных операций техпроцесса. Измененные операции техпроцесса проверены на безопасность их внедрения в производственный процесс. Рассчитана экономическая эффективность от внедрения технических изменений в технологию изготовления втулки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горохов, В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. - Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
2. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 25.04.2019).
3. 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.
4. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 30.04.2019).
5. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 30.04.2019).
6. Иванов, И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 04.05.2019).
7. 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.
8. 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.

9. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 08.05.2019).

10. Сысоев, С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 349 с.

11. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 08.05.2019).

12. Пухаренко, Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 15.05.2019).

13. 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.

14. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 16.05.2019).

15. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL:

<http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 24.05.2019).

16. Боровский, Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. - 463 с.

17. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 24.05.2019).

18. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишунов [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 26.05.2019).

19. 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: 26.05.2019).

20. Схиртладзе, А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 8 / А.Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. – Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 361 с.

21. Иванов, И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/405031> (дата обращения: 28.05.2019).

22. Клименков, С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 28.05.2019).

23.Инструментальные материалы: учеб. пособие / Г.А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2016. - 267 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/563295> (дата обращения: 30.05.2019).

24.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: 03.06.2019).

25.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: 12.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
												Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
									<u>Документация</u>						
					A1			19.БР.ОТМП.677.65.00.000СБ	Сборочный чертеж						
									<u>Детали</u>						
					A3	1		19.БР.ОТМП.677.65.00.001	Втулка	1					
					A4	2		19.БР.ОТМП.677.65.00.002	Втулка тонкостенная	1					
					A4	3		19.БР.ОТМП.677.65.00.003	Корпус	1					
					A3	4		19.БР.ОТМП.677.65.00.004	Корпус оправки	1					
					A4	5		19.БР.ОТМП.677.65.00.005	Корпус цилиндра	1					
					A3	6		19.БР.ОТМП.677.65.00.006	Крышка	1					
					A3	7		19.БР.ОТМП.677.65.00.007	Крышка	1					
					A3	8		19.БР.ОТМП.677.65.00.008	Крышка	1					
					A3	9		19.БР.ОТМП.677.65.00.009	Переходник	1					
					A3	10		19.БР.ОТМП.677.65.00.010	Поршень	1					
					A3	11		19.БР.ОТМП.677.65.00.011	Прокладка	1					
					A4	12		19.БР.ОТМП.677.65.00.012	Прокладка	1					
					A4	13		19.БР.ОТМП.677.65.00.013	Стопор	1					
					A3	14		19.БР.ОТМП.677.65.00.014	Тяга	1					
					A3	15		19.БР.ОТМП.677.65.00.015	Упор	1					
					A4	16		19.БР.ОТМП.677.65.00.016	Шток	1					
									<u>Стандартные изделия</u>						
						17			Винт М4х8 ГОСТ 17475-80	3					
						18			Винт М5х15 ГОСТ 11738-84	6					
						19			Винт М5х25 ГОСТ10338-80	6					
					19.БР.ОТМП.677.65.00.000										
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оправка гидропластовая			Лит.	Лист	Листов
					Разрад.	Макарова									1
					Проб.	Козлов				ТГУ, ИМ, МСДд-14.33а					
					Н.контр.	Егоров									
					Утв.	Логинов									

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

