

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления фланца делительной головки

Обучающийся	<u>Д.П. Коростелев</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2022

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления фланца делительной головки.

Автор: Коростелев Дмитрий Петрович.

В данной выпускной работе разрабатывается техпроцесс изготовления фланца делительной головки. Фланец в составе делительной головки служит опорой для вала, также он несет функцию крышки и еще служит для соединения сборных частей всего механизма.

Первым этапом работы были проанализированы исходные данные, в которые входят конструкция детали, ее назначение и материал, из которого изготовлен фланец. В итоге был сделан вывод о соответствии материала фланца необходимым требованиям для выполнения своего назначения. Также в этом разделе был проведен анализ технологичности конструкции и сделаны соответствующие выводы о достаточной технологичности.

На втором этапе проведен выбор типа машиностроительного производства, где принят среднесерийный тип производства. После этого проведен расчет двух самых подходящих способов изготовления заготовки для фланца.

На третьем этапе спроектировано приспособление для токарной операции техпроцесса, которое является автоматическим, то есть при внедрении этого приспособления снижается процент ручного труда на операции.

Четвертым этапом в работе спроектировано спиральное сверло для выполнения восьми отверстий в конструкции фланца, в которых затем нарезается резьба.

Работа содержит раздел безопасности и экологичности, а также расчет экономической эффективности.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	7
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.5 Определение припусков.....	14
2.6 Определение режимов обработки.....	17
3 Проектирование приспособления.....	25
3.1 Анализ исходных данных.....	26
3.2 Расчет сил резания.....	27
3.3 Определение усилия зажима.....	28
3.4 Определение усилия привода.....	29
4 Проектирование режущего инструмента.....	31
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	36
6 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	47
Список используемой литературы.....	48
Приложение А. Технологическая документация.....	51

Введение

Машиностроение является одной из основных отраслей развития отечественной промышленности. Одним из основных продуктов производства машиностроительных предприятий является технологическая оснастка для станков. От технологической оснастки зависит производительность производственных операций механической обработки, сборки, окраски и так далее.

Яркими представителями станочной технологической оснастки, используемой на фрезерных станках, являются делительные головки.

Делительные головки предназначены для постоянного или периодического поворота обрабатываемой на фрезерном станке заготовки. Поворот может осуществляться на постоянный или переменный окружной шаг, непрерывно или периодически. Делительные головки могут быть вертикального или горизонтального исполнения. В зависимости от исполнения у этих механизмов шпиндели выполняются вертикальной или горизонтальной компоновки.

В зависимости от принципа действия делительные головки выпускают лимбового типа, безлиimbовые, оптические и непосредственного деления. Наиболее распространены делительные головки лимбового типа. В их компоновке имеется диск с отверстиями или делениями (лиmb), по которым очень удобно разбивать окружность на составные части. Например, при фрезеровании стружечных канавок осевого режущего инструмента, такого как концевые фрезы, сверла, метчики, выполнять фрезерование зубьев зубчатых колес методом копирования и так далее.

Целью данной выпускной работы является разработка технологического процесса изготовления фланца делительной головки заданного качества с минимальными затратами, согласно заданной годовой программе выпуска.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Назначение и условия работы детали

«Делительные головки используют для закрепления и периодического поворота небольших заготовок на различные углы, бывают непрерывного и периодического действия. Причем деление на углы может осуществляться на равные и неравные части. При соответствующей настройке с помощью делительной головки при ее непрерывном вращательном и поступательном перемещении вместе со столом станка можно нарезать винтовые канавки. Делительные головки также применяются при обработке многогранников, нарезании зубчатых колес методом копирования, резании пазов, шлицев и т.п. Заготовки устанавливают в центрах, цанговых или кулачковых патронах, закрепляемых на шпинделе головки. Головки выполняют с горизонтальной и вертикальной осями вращения». [14]

«По принципу действия различают делительные головки лимбовые, оптические, безлиimbовые и непосредственного деления. Широкое применение получили лимбовые головки, поскольку благодаря их широким возможностям и сравнительно простой наладке на фрезерных станках обеспечивается выполнение многих технологических операций. На рисунке 1 показана универсальная делительная головка в комплекте с задним центром». [14]

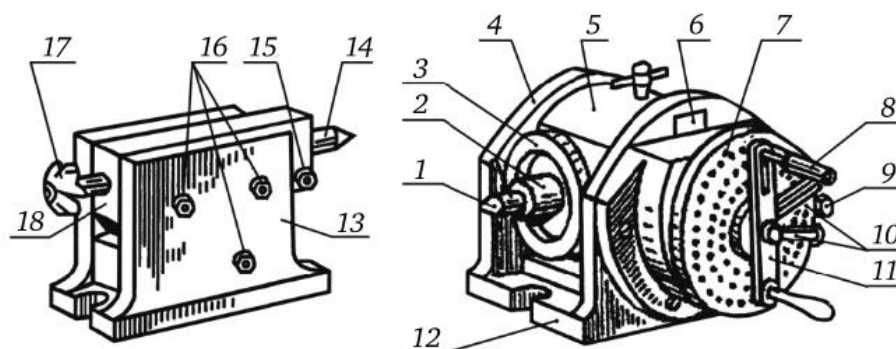


Рисунок - 2 Универсальная делительная головка в комплекте с задним центром

«Работает делительная головка следующим образом. Обрабатываемая заготовка устанавливается в центрах 1, 14. Вращение шпинделю 2 передается с помощью рукоятки 11 с фиксатором 8 через зубчатые колеса с передаточным отношением, равным единице, и червячную передачу k/N (где k – число заходов червяка, а N – число зубьев червячного колеса). Отсчет поворота рукоятки производится по засверленным на делительном диске 7 отверстиям. Для удобства отсчета поворота рукоятки имеется раздвижной сектор 10, состоящий из линеек. С помощью рассмотренной головки можно выполнять простое и дифференциальное (сложное) деление. Простое, и как это часто называют непосредственное деление, осуществляется по лимбу 3 с ценой деления 1° или делительного диска с отверстиями, закрепленного непосредственно на шпинделе. В этом случае червячная передача разъединяется специальным устройством, а деление производится поворотом вручную заготовки, закрепленной в центрах 1, 14 или шпинделя 2». [14]

Фланец в составе делительной головки служит опорой для вала, также он несет функцию крышки и еще служит для соединения сборных частей всего механизма.

1.2 Классификация поверхностей детали

Проклассифицируем все поверхности детали. Нумерация поверхностей представлена на рисунке 2.

Исполнительной поверхностью фланца является поверхность 8, служащая опорой для подшипника вала (шпинделя).

Основными конструкторскими базами фланца являются наружная цилиндрическая поверхность 2, центрирующая деталь в корпусе делительной головки, а также торцовая поверхность 3, которой фланец прижимается к стенке корпуса.

Вспомогательными конструкторскими базами фланца являются резьбовые поверхности 12, в которые вкручиваются винты для крепления.

Остальные поверхности – свободные.

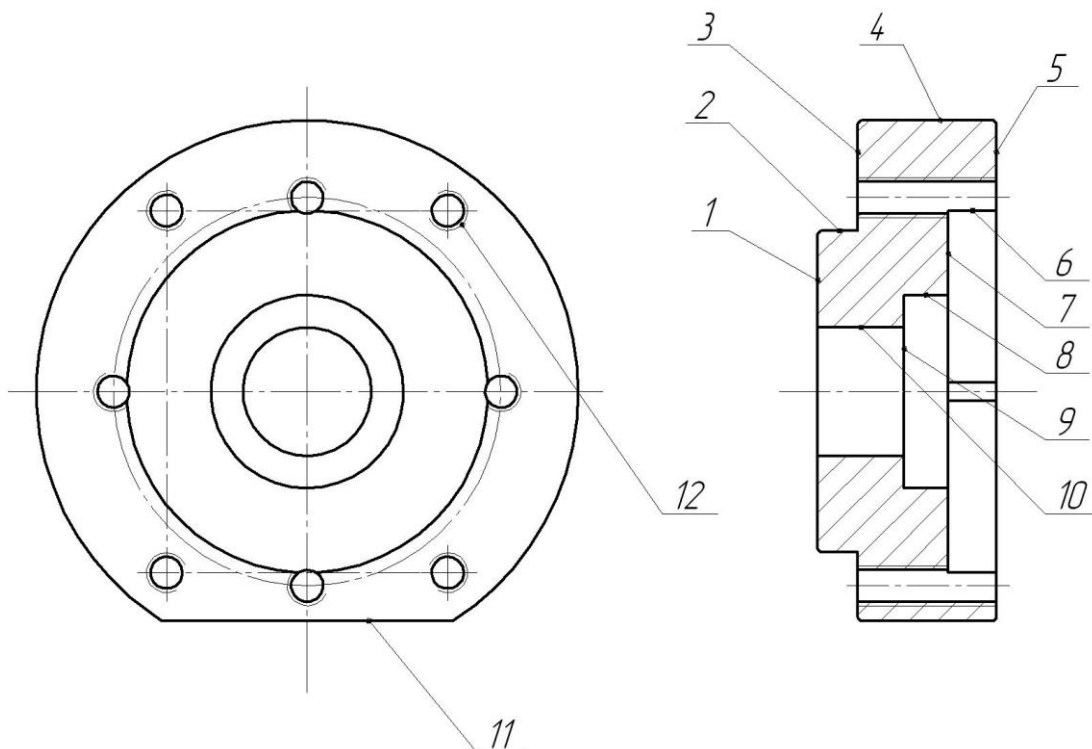


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом фланца является конструкционная сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [7]. Физико-механические свойства стали 40Х представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_B	ψ	σ_T	δ_5	НВ
МПа	%	МПа	%	не более
530	32	275	15	197

«Под технологичностью изделия понимается создание у изделия таких геометрических форм и других параметров, которые позволяют наиболее производительно изготовить данное изделие с использованием прогрессивных технологических процессов, обеспечив его минимальную себестоимость. Конструкцию детали принято называть технологичной, если

она позволяет полностью и эффективно использовать все возможности и особенности наиболее экономичного технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего достижение требуемого качества детали при заданном ее объеме выпуска». [22]

Это совпадает с целью нашей выпускной работы.

Технологичность изделия представляет собой комплексный показатель, который зависит как от технологичности самой конструкции изделия (машины), так и от технологичности деталей, образующие данное изделие. Оценка технологичности изделия может быть качественной и количественной. Прежде всего, на основе анализа выполняют качественную оценку и делают заключение, что изделие технологично, нетехнологично или не допустимо для производства, что означает необходимость его дальнейшей проработки. Таким образом, это заключение является приближенным и направлено на выявление путей повышения технологичности изделия». [22]

С этой точки зрения деталь «фланец» является технологичной, так как форма ее достаточно проста, к поверхностям имеется свободный доступ для обработки и контроля.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Тип производства определяется ориентировочно в зависимости от массы детали и годовой программы выпуска или по коэффициенту закрепления операций (рисунок 3)». [9]



Рисунок 3 – Типы производства

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m=3,25$ кг и программа выпуска в $N=5000$ деталей в год. Исходя из этих параметров [9], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийное производство характеризуется ограниченной по сравнению с единичным номенклатурой и сравнительно большим объемом выпуска изделий, изготавливаемых в течение определенного периода времени. Различают мелко-, средне- и крупносерийное производства, отличающиеся между собой коэффициентом закрепления операций». [17]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Для среднесерийного производства характерно, что выпуск изделий производится довольно крупными сериями ограниченной номенклатуры: серии повторяются с известной регулярностью по периоду запуска и числу

изделий в партии; годичная номенклатура все же шире, чем номенклатура выпуска в каждом месяце. За рабочими местами закреплена более узкая номенклатура операций. Оборудование универсальное и специальное, вид движения предметов труда – параллельно-последовательный. Заводы имеют развитую производственную структуру, заготовительные цехи специализируются по технологическому принципу, а в механосборочных цехах создаются предметно-замкнутые участки». [16]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Процессы получения деформируемых заготовок независимо от их формы, габаритов и массы должны быть неподвижными, высокопроизводительными, нетрудоёмкими и обеспечивать снижение себестоимости, повышение качества и точности готово продукции. Для изготовления поковок или штамповок нередко достаточен только один способ, например ковка или горячая объемная штамповка на прессах. Но иногда необходимо применять несколько способов в определенном сочетании одного с другим, например ковка и горячая объемная штамповка на молоте или ковка в ковочных вальцах и горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах. Такие технологические процессы называют комбинированными». [9]

«Для мелкосерийного и единичного производства наиболее экономичная ковка, при крупносерийном и серийном производстве единственно целесообразным способом является штамповка, иногда, в отдельных случаях, организация автоматических линий с использованием специализированного оборудования». [9]

Проведем сравнительный расчет двух методов получения заготовки – это штамповка и прокат.

При штамповке масса заготовки будет равна 4,41 кг, а при прокате 5,96 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [11].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (1)$$

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$. [11]

Тогда

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [11]

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_n, \quad (2)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_n = 1,0$. [11]

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [11].

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (3)$$

где $Q_{\text{шт}} = 4,41; q = 3,25$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг. [11]}$$

Тогда

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 4,41 + 0,6723(4,41 - 3,25) - (4,41 - 3,25)0,0144 = 1,9605 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [11].

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{пр}} - q), \quad (4)$$

где $Q_{\text{пр}} = 5,96; q = 3,25$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [11]}$$

Тогда

$$C_{ин} = 0,2219 \cdot 5,96 + 0,6723(5,96 - 3,25) - 0,0144(5,96 - 3,25) = 3,1054 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Рассчитаем коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3} \cdot \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{3,25}{4,41} = 0,74.$$

Чертеж спроектированной заготовки находится в графической части.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«Выбор методов обработки осуществляется по справочным таблицам. При этом необходимо стремиться к минимальному числу переходов; наибольшему числу поверхностей, обрабатываемых одним инструментом, концентрации операций, сокращению длительности цикла обработки. При одинаковых табличных показателях точности различных методов обработки выбирается экономически более эффективный метод обработки». [12]

«При выборе последовательности обработки поверхностей руководствуются следующим. Обеспечения требований чертежа и последовательного повышения точности и улучшения. В первую очередь обрабатываются черновые и основные технологические базы, относительно которых можно обработать как можно большее количество поверхностей. При этом возможна многократная обработка базовых поверхностей. После этого выполняется (при необходимости) термическая обработка для снятия

остаточных напряжений и стабилизации размеров. Затем выполняются операции чистовой обработки поверхностей. Перед финишной обработкой выполняется упрочняющая термическая или химико-термическая обработки всей детали или отдельных ее поверхностей в соответствии с требованиями чертежа. Финишная обработка выполняется последней и включает в себя чистовое и тонкое шлифование поверхностей. Финишная обработка выполняется, как правило, абразивным инструментом различного профиля, в зависимости от формы шлифуемых поверхностей». [12]

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 1, 4, 5, 7, 9, 10 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 7) поверхностей 2, 8 и их шероховатости (Ra 0,8) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое круглое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхности 3 и её шероховатости (Ra 1,6) примем следующие методы обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое круглое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 11) поверхностей 6 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхности 11 и её шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этой поверхности: фрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 10) поверхности 12 и её шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этой поверхности: сверление, резьбонарезание.

Далее определимся с припусками на обработку.

2.5 Определение припусков

«Одним из основных вопросов, с которыми приходится встречаться технологу при разработке технологического процесса, является вопрос об определении общих и операционных припусков на обработку. Установление оптимальных припусков на заготовках, превращаемых в стружку при обработке резанием, имеет большое значение. Следует отметить, что металл, превращаемый в стружку, составляет относительно небольшую стоимость, однако стоимость снятия его с заготовки велика. Дробление, уборка стружки и ее транспортировка от рабочих мест за пределы цеха осложняют работу цехов и требуют специальных устройств: стружкодробилки, транспортеры и др.». [1]

Определим припуски на обработку поверхности 2 с параметрами $\varnothing 80h7_{(-0,030)}$, $L = 7$ мм, $Ra = 0,8$ мкм расчетно-аналитическим методом. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, термообработки, чернового и чистового круглого шлифования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$\langle a = R_z + h_o \rangle. [2] \quad (6)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\langle \Delta = 0,25 \cdot Td \rangle. [2] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,2 = 0,550.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,35 = 0,088.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,030 = 0,008.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$\langle\langle Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} \rangle\rangle. [2] \quad (8)$$

$$\langle\langle Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \rangle\rangle. [2] \quad (9)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,550^2 + 0,025^2} = 0,951.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,014^2 + 0} = 0,064.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,951 + 0,5(2,200 + 0,350) = 2,226.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,135 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,206.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,064 + 0,5(0,054 + 0,030) = 0,106.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{4\min} = 79,970.$$

$$d_{4\max} = 80,000.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 80,000 + 2 \cdot 0,064 = 80,128.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 80,128 + 0,054 = 80,182.$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 80,182 + 2 \cdot 0,135 = 80,452.$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 80,452 + 0,140 = 80,592.$$

$$d_{2\min} = d_{T0\max} \cdot 0,999 = 80,592 \cdot 0,999 = 80,511.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 80,511 + 0,087 = 80,598.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 80,598 + 2 \cdot 0,288 = 81,174.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 81,174 + 0,350 = 81,524.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 81,524 + 2 \cdot 0,951 = 83,426.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 83,426 + 2,200 = 85,626.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$\langle\langle d_{cp i} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \rangle\rangle. [2] \quad (10)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(85,626 + 83,426) = 84,526.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(81,524 + 81,174) = 81,349.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(80,598 + 80,511) = 80,555.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(80,592 + 80,452) = 80,522.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(80,182 + 80,128) = 80,155.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(80,000 + 79,970) = 79,985.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$\langle\langle 2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \rangle\rangle. [2] \quad (11)$$

$$2Z_{\min} = 83,426 - 80,000 = 3,426.$$

$$\langle\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \rangle\rangle. [2] \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 3,426 + 2,200 + 0,030 = 5,656.$$

$$\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle. [2] \quad (13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,426 + 5,656) = 4,541.$$

Далее определим режимы резания.

2.6 Определение режимов обработки

«Эффективным направлением стабилизации условий обработки резанием, как показывает расчетное моделирование, является повышение точности изготовления заготовки (прежде всего по величине рассеяния припуска на обработку одной, а также партии заготовок). Если уменьшить среднеквадратичное отклонения припуска на обработку, например в 4 раза по сравнению с исходной заготовкой, то при сохранении прежних средних значений силы резания и периода стойкости инструмента, их среднеквадратичные отклонения уменьшаются в 1,3-1,35 раза. Такой же эффект дает уменьшение в 4 раза среднеквадратичных отклонений механических свойств обрабатываемого материала». [20]

«Наибольший эффект достигается в том случае, когда комплексно уменьшаются факторы нестабильности процесса резания: одновременно повышается точность изготовления заготовок и стабилизируются их механические свойства. Моделированием установлено, что если одновременно уменьшить их среднеквадратичные отклонения в 4 раза, соответственно эти статистические отклонения для силы резания уменьшаются до 3,5 раза, периода стойкости инструмента – до 5,4 раза и характеристик качества обработки: упрочнение поверхностного слоя и шероховатости обработанной поверхности до 2,6...3,7 раза. Стабилизация силы резания и интенсивности изнашивания режущего инструмента способствует не только повышению качества изготовления, но и точности получаемых деталей». [20]

2.6.1 Определение режимов обработки на операцию 005.

Переход 1.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,0; S = 0,3$. [19]

Главным движением (движением резания) при точении является вращательное движение заготовки, которую обрабатывают. Оно же является самым быстрым.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (14)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$. [19]

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 140} = 409,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (16)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 400}{1000} = 175,8 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (17)$$

$$S = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

Основное время, которое затрачивается на основные действия, проходящие на оборудовании (в частности в нашем случае на токарном станке)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S}. \quad (18)$$

$$T_0 = \frac{68}{120} = 0,57 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,0; S = 0,3$. [19]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. \quad [19]$$

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 31,4} = 1825,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,4 \cdot 1600}{1000} = 157,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{26}{480} = 0,05 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,57 + 0,05 = 0,62$$

Рассчитанные режимы занесем в технологическую карту.

2.6.2 Определение режимов обработки на операцию 015.

Переход 1.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,5; S = 0,3$. [19]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [19]$$

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 79} = 725,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 79 \cdot 630}{1000} = 156,3 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 189 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{189} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,3; S = 0,2$. [19]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [19]$$

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 135,6} = 422,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135,6 \cdot 400}{1000} = 170,3 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{41}{80} = 0,51 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,3; S = 0,2$. [19]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [19]$$

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 32} = 1791,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 1600}{1000} = 160,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1600 = 320 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{26}{320} = 0,08 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 0,51 + 0,08 = 0,60, \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы занесем в технологическую карту.

2.6.3 Определение режимов обработки на операцию 030.

Переход 1.

Длина обработки

$$L = L_p + L_{II} + L_d . \quad (19)$$

Примем $L_p = 34,5$; $L_{II} = 1$; $L_d = 3$.

$$L = 34,5 + 1 + 3 = 38,5 \text{ , мм.}$$

Стойкость инструментов

$$T_p = T_M \cdot \lambda . \quad (20)$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1 .$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ , мин.}$$

Примем подачу $S = 0,2$. [19]

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 , \quad (21)$$

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [19]

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ , м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 9} = 378,6 \text{ , мин}^{-1} .$$

$$n_\phi = 315 \text{ мин}^{-1} .$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 315}{1000} = 8,9 \text{ , м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot n}{S_M}, \quad (22)$$

где $n = 8$.

$$T_0 = \frac{38,5 \cdot 8}{63} = 4,89, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длину обработки найдем по формуле (19).

Примем $L_p = 34,5$; $L_{II} = 1$; $L_{Д} = 1$.

$$L = L_p + L_{II} + L_{Д} = 34,5 + 1 + 1 = 36,5, \text{ мм.}$$

Определим стойкость инструментов по формуле (20)

$$T_M = 60; \lambda = 1. [19]$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

Примем подачу $S = 1,5$. [19]

Определим скорость резания по формуле (21).

Примем $V_{TAB} = 5$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [19]

$$V = 5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 3,7, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,7}{3,14 \cdot 10} = 117,8, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 100}{1000} = 3,1, \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 100 = 150, \text{ мм/мин.}$$

Определим основное время по формуле (22).

Примем $n = 8$.

$$T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot n}{S_M} = \frac{36,5 \cdot 8}{150} = 1,95, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 4,89 + 1,95 = 6,84, \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы занесем в технологическую карту.

Рассчитанные режимы резания внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А, а также на технологические наладки, представленные в графической части.

В результате выполненного раздела был спроектирован план изготовления фланца делительной головки, представленный в графической части работы.

3 Проектирование станочного приспособления

«В современном машиностроении техническое переоснащение, подготовка к выпуску новых видов изделий, модернизация средств производства и механическая обработка деталей невозможны без применения приспособлений. Приспособления составляют около 50% общего объема средств технологического оснащения производственных процессов. Наиболее многочисленной группой представлены станочные приспособления, к которым относятся устройства для установки и закрепления заготовок, а также устройства для закрепления и установки режущего инструмента». [15]

«Приспособления – наиболее сложная и трудоёмкая в изготовлении часть технологической оснастки. Сложность построения технологических процессов в машиностроении обуславливает большое разнообразие конструкций приспособлений и высокий уровень предъявляемых к ним требований. В условиях единичного и мелкосерийного производства широко применяют универсально-сборные приспособления. В серийном производстве используют специализированные быстропереналаживаемые приспособления (УСП). В крупносерийном и массовом производстве в большинстве случаев применяют специальные приспособления, имеющие одноцелевое назначение и предназначенные для выполнения определенной операции механической обработки». [15]

3.1 Анализ исходных данных

На токарной операции 015 ведется обработка нескольких наружных и одной внутренней поверхности заготовки на токарном станке с ЧПУ, а также

выполняется канавка. Спроектируем станочное приспособление для этой операции. Эскиз операции представлен на рисунке 4.

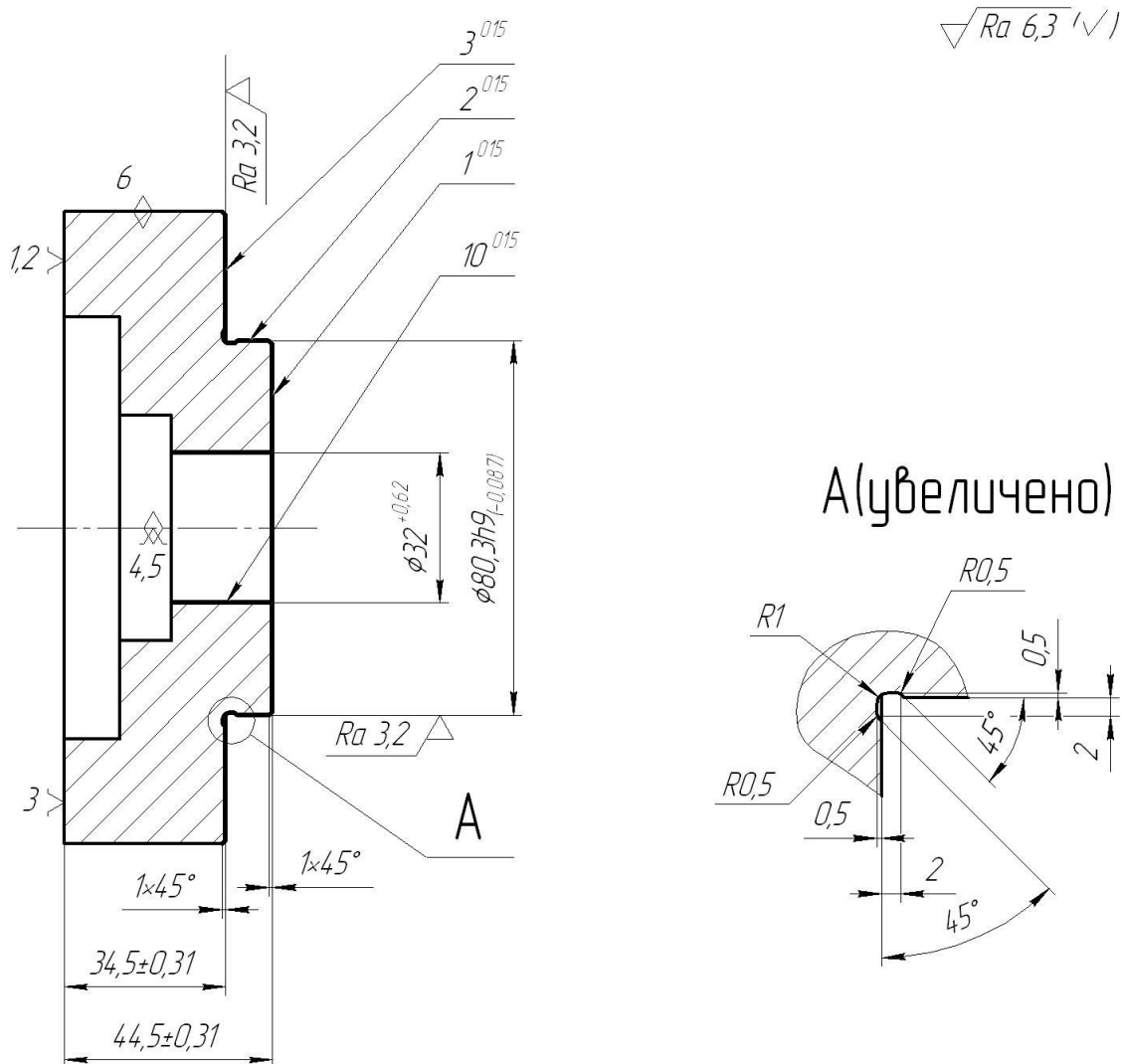


Рисунок 4 - Эскиз операции 015

Режимы обработки были рассчитаны в разделе 2.6.2 и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы резания на операцию 015

Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹
0,30	0,2	170,3	400

«В токарных станках с ЧПУ применяют пневматические, гидравлические и электромеханические приводы патронов. Они должны обеспечивать минимальное время зажима заготовки; регулировать силы зажима для возможности на одних и тех же станках с ЧПУ производить черновую и чистовую обработку; достаточную силу зажима для передачи требуемого крутящего момента; поддержание давления воздуха (или масла) даже в случае аварийного падения давления». [21]

Нам необходимо спроектировать сверло для формирования сквозных отверстий, в которых после этого перехода (на втором переходе) будет нарезать метрическая резьба М6 с шагом 1,5 мм.

3.2 Расчет сил резания

В процессе обработки на токарном станке на заготовку действуют силы резания. Определим их.

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (23)$$

где для P_Y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$; [21]

для P_Z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; [21]

$K_p = 0,9$. [21]

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 170,3^{-0,3} \cdot 0,9 = 60,3, \text{ Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 170,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 112,1, \text{ Н.}$$

Далее перейдем к определению усилия зажима.

3.3 Определение усилия зажима

Схема фиксации заготовки на станке представлена на рисунке 5.

Определим крутящий момент.

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (24)$$

Рассчитаем момент силы зажима.

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}. \quad (25)$$

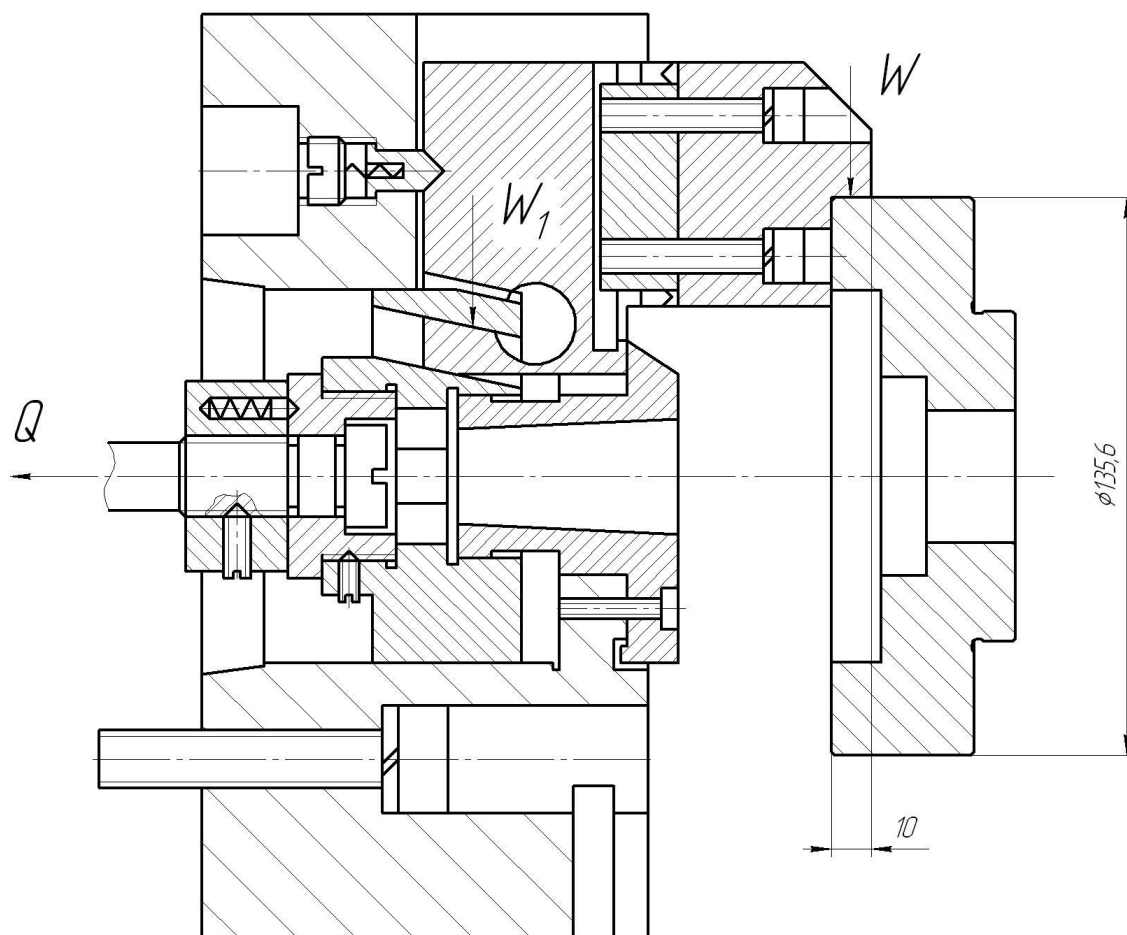


Рисунок 5 - Схема фиксации заготовки

Эти моменты должны быть взаимно уравновешены, поэтому

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (26)$$

Для гарантии примем коэффициент запаса, который рассчитаем по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (27)$$

где $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [21]

Тогда $K = 1,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$.

Примем коэффициент трения $f = 0,3$. [21]

Тогда

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 112,1 \cdot 135,6}{0,3 \cdot 135,6} = 1345,2, \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{1345,2}{1 - \frac{62}{80} \cdot 0,1} = 1458,2, \text{ Н.}$$

Далее перейдем к определению усилий самого привода.

3.4 Определение усилия привода

Рассчитаем усилие привода, которое усиливается механизмом зажима и прикладывается к зажимному кулачку

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (28)$$

Рассчитаем величину характеристики конструкции

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \quad (29)$$

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(15^\circ 50') + \operatorname{tg} 5^\circ 50'} = 2,1.$$

Тогда по формуле (28) получим

$$Q = \frac{1458,2}{2,1} = 694,4, \text{ Н.}$$

В результате разработки данного раздела нами спроектировано станочное приспособление на токарную операцию техпроцесса изготовления фланца делительной головки. Чертеж спроектированного приспособления, автоматизированного пневматическим приводом, представлен в графической части работы.

«Из всех известных конструкций сверл спиральные сверла нашли наибольшее применение благодаря следующим достоинствам: 1) хорошему отводу стружки из обрабатываемого отверстия из-за наличия винтовых канавок; 2) положительным передним углом на большей длине главных режущих кромок; 3) большому запасу на переточку, которая производится по задним поверхностям и может выполняться вручную или на специальных заточных станках, в том числе станках-автоматах и станках с ЧПУ; 4) хорошему направлению сверла в отверстии из-за наличия калибрующих ленточек на наружной поверхности калибрующей части инструмента». [10]

«Основные конструктивные элементы и геометрические параметры спиральных сверл показаны на рисунке 7.

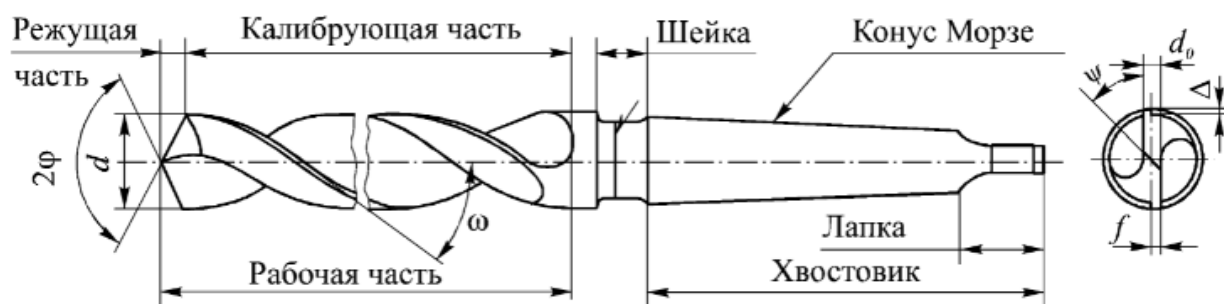


Рисунок 7 – Сверло спиральное

«На конической режущей части с углом 2ϕ при вершине расположены две главные режущие кромки – линии пересечения винтовых передних и задних поверхностей. Форма задних поверхностей определяется методом заточки. В результате пересечения двух задних поверхностей образуется поперечная режущая кромка, наклоненная к главной режущей кромке под углом ψ . Эта кромка располагается на сердцевине сверла. Две вспомогательные режущие кромки лежат на пересечении передних поверхностей и цилиндрических калибрующих ленточек, направляющих сверло в отверстии и образующих калибрующую часть сверла. Угол наклона

вспомогательных кромок к оси сверла ω определяет в основном величину передних углов γ на главных режущих кромках, которые переменны по величине в разных точках этих кромок». [10]

В машиностроении используются различные инструментальные материалы. Материал для изготовления режущего инструмента должен соответствовать следующим основным параметрам. Во-первых, твердость материала должна превышать твердость обрабатываемого материала, так как режущая кромка инструмента должна снимать с обрабатываемого материала стружку. Во-вторых, вязкость инструментального материала должна быть таковой, чтобы не происходило его хрупкое разрушение (не возникали сколы режущей кромки). В-третьих, инструментальный материал должен иметь высокую износостойкость, так как от этого зависит время, которое закладывается технологами на смену и переточку режущего инструмента. С величиной этого времени соответственно связана стоимость изготовления деталей. В-четвертых, материал режущей части инструмента должен иметь свойства противостоять высоким температурам, которые возникают в зоне обработки (температуростойкость). Еще одним параметром, который должен быть заложен в инструментальном материале, это его обрабатываемость. Форма некоторых режущих инструментов довольно сложна, соответственно, эту сложную форму инструменту необходимо придать в условиях инструментального производства, поэтому материал инструмента необходимо тщательно подбирать. Также инструментальный материал должен обладать такими свойствами, чтобы в контакте с обрабатываемым материалом не вступать с ним в химическую связь. Бывает происходит налипание или наваривание обрабатываемого материала на режущую кромку инструмента из-за химического «родства» этих двух материалов (эвтектическое соединение). Часто инструментальный материал должен обладать взаимоисключающими свойствами. Например, он должен обладать высокой твердостью и высокой вязкостью. Но эти два свойства материала

противоречат друг другу. В этом случае необходимо выбирать какую-то «золотую середину».

Примем в качестве инструментального материала быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73 [6].

Наружный диаметр сверла принимают равным диаметру получаемого отверстия, поэтому $d = 9$ мм.

Спиральные сверла с наружным диаметром менее 10 мм изготавливают с цилиндрическим хвостовиком, поэтому принимаем тип хвостовика – цилиндрический. Выполним этот хвостовик одного материала с режущей частью.

Конструктивно примем передний угол сверла $\gamma = 6^\circ$, задний угол сверла $\alpha = 12^\circ$, угол при вершине сверла $2\varphi = 118^\circ$. [8]

Определим длину спирального сверла по формуле

$$L = L_p + L_{II} + L_x. \quad (30)$$

В формуле L_p - длина режущей части; L_{II} - длина переходной части; L_x - длина хвостовика.

Длина отверстий для сверления равна 34,5 мм. Увеличим соответствующую длину режущей части сверла для выполнения переточек и с учетом длины заборного конуса. Таким образом, примем $L_p = 50$ мм.

Определим длину переходной части по формуле

$$L_{II} = 0,2 \cdot L_p. \quad (31)$$

Тогда $L_{II} = 0,2 \cdot 50 = 10$ мм.

Длину хвостовой части выберем по ГОСТ 10902-77 [4].

Примем $L_x = 50$ мм.

Тогда определим общую длину сверла по формуле (30)

$$L = 50 + 10 + 50 = 110 \text{ мм.}$$

Определим величину калибрующих ленточек по формуле

$$f = (0,32...0,45)\sqrt{d}. \quad (32)$$

Тогда $f = (0,32...0,45)\sqrt{9} = 0,96...1,35 \text{ мм.}$

Примем $f = 1,0 \text{ мм.}$

«Во избежание защемления сверла в отверстии предусматривается уменьшение его диаметра к хвостовику – обратная конусность, равная 0,03...0,12 на 100 мм длины рабочей части». [8]

Включим параметры обратной конусности в технические требования чертежа сверла.

Режущая часть сверла имеет довольно высокую вязкость, так как в качестве инструментального материала принята быстрорежущая сталь. Для увеличения стойкости сверла нанесем износостойкое покрытие на режущую часть сверла, что даст эффект увеличения стойкости инструмента в 1,8 раза.

В результате выполнения данного раздела работы нами спроектирована конструкция сверла спирального, имеющего износостойкое покрытие TiN. Чертеж сверла представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе содержится анализ безопасности и экологичности технологического процесса изготовления фланца делительной головки.

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 3 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 3 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы вещества» [3]
Изготовление фланца делительной головки	Сверлильная	Оператор станка с ЧПУ	Сверло спиральное диаметр 9 Р6М5 ГОСТ 22735-77	сталь 40Х
	Токарная		Метчик машинный М10х1,5 Р6М5 ГОСТ 3266-81 Патрон трехкулачковый Резец контурный правый Т15К6 ГОСТ 18878-73 Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18885-73 Резец расточный Т15К6 ГОСТ 18872-73 Патрон токарный трехкулачковый, оснащенный пневмоприводом	

Далее перейдем к идентификации рисков.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблицу 4 сведены данные о появляющихся при исполнении операций технологического процесса воспроизведения профессиональных рисках.

Таблица 4 - Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
Сверлильная Токарная	Химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования, шум, вибрации, загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения	СОЖ, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок

Вышеприведенные факторы угрожают безопасности исполнения операций технологического процесса изготовления фланца делительной головки. Необходимо предпринять меры по устранению влияния приведенных опасных факторов на работников.

5.3 Методы и технические средства снижения рисков

В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, приведенных в предыдущем подразделе, на исполнение операций технологического процесса изготовления фланца делительной головки. Методы и средства приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и вредный производственный фактор» [3]	«Организационные методы, технические средства» [3]	«Средства защиты» [3]
вибрации	«Инструктажи по охране труда. Устройства и приспособления, гасящие вибрации» [18]	«Ботинки с амортизирующими подошвами» [5], «вибропоглощающие перчатки» [5]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«Инструктажи по охране труда. Приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [18]	Противошумные вкладыши или наушники
Поражение электрическим током	«Инструктажи по охране труда. Заземление оборудования. Изоляция токоведущих частей. Системы аварийного отключения» [18]	резиновые напольные покрытия, Перчатки с полимерным покрытием, спецодежда
Химическое отравление (через дыхательные пути)	Вентиляция Инструктажи по охране труда	спецодежда
Загрязнение воздуха	Вентиляция Инструктажи по охране труда	спецодежда
стереотипные рабочие движения	Инструктажи по охране труда Соблюдение периодических перерывов	-
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [3]	Инструктажи по охране труда устройства местного освещения	-

Далее проанализируем пожарную безопасность.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 6-8 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 6 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок» [3]	«Оборудование» [3]	Класс пожара	«Опасные факторы при пожаре» [3]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [3]
Производственный участок	2P135Ф2-1 Samat-400XC	Д	«Неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [18]	«Взрывы, Изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования» [18]

Таблица 7 - Средства защиты и пожаротушения

«Первичные средства пожаротушения» [3]	«Мобильные средства пожаротушения» [3]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [3]	«оборудование» [3]	«инструмент» [3]	«Средства индивидуальной защиты» [3]	«Пожарные сигнализация, связь, оповещение» [3]
Огнетушители, ящики с песком, ведра	Автомобили, передвижные огнетушители	Система пожаротушения автоматическая	Рукава, гидранты	Ведра, лопаты	Противогазы, спецодежда, пожарный щит	Звуковые автоматические оповещатели

Таблица 8 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [3]
1	2	3
Технологический процесс изготовления корпуса подшипникового узла	разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения

Далее проанализируем экологическую безопасность.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Произведенный анализ выявил результаты, занесенные в таблицы 9 и 10.

Таблица 9 - Определение экологически опасных факторов объекта

Технологический процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
Изготовление фланца делительной головки	2P135Ф2-1 Samat-400XC	Стружка, пыль, токсические испарения	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Таблица 10 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

воздействие	Технологический процесс изготовления фланца делительной головки
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

Далее сформулируем требования к системе управления охраной труда на предприятии.

5.6 Требования к управлению охраной труда внутри организации

«Требования к системам управления охраной труда разработаны Международной организацией труда (МОТ) в соответствии с общепризнанными международными принципами на основе широкомасштабного подхода». [23]

«Они определены входящими в МОТ представителями трех сторон социально-трудовых отношений и других заинтересованных организаций. Этот трехсторонний подход предполагает силу, гибкость и надлежащую основу для развития стабильной культуры безопасности труда в организации. Добровольно принимаемые требования к системам управления охраной

труда отражают ценности и средства МОТ, позволяющие обеспечивать безопасность и здоровье работников». [23]

«На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда способствует выполнению этих обязанностей». [23]

Опираясь на полученные ранее анализы исходных данных, были произведены необходимые исследования, которые дали следующие результаты: были рассмотрены и проанализированы технологические операции, а именно – сверлильная и токарная, выявлены риски, которые могут появиться при исполнении операций технологического процесса изготовления фланца делительной головки, и опасные факторы, приведены методы и средства для их снижения, перечислены источники угрозы возникновения пожара и средства для их устранения, были обнаружены экологически опасные факторы и приведены мероприятия для уменьшения их влияния на окружающую среду. Применяя в условиях действующего машиностроительного производства, разработанные действия помогут сократить или снизить вредные воздействия, а также повысить экологическую ситуацию на участке механической обработки фланца делительной головки.

6 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 8).

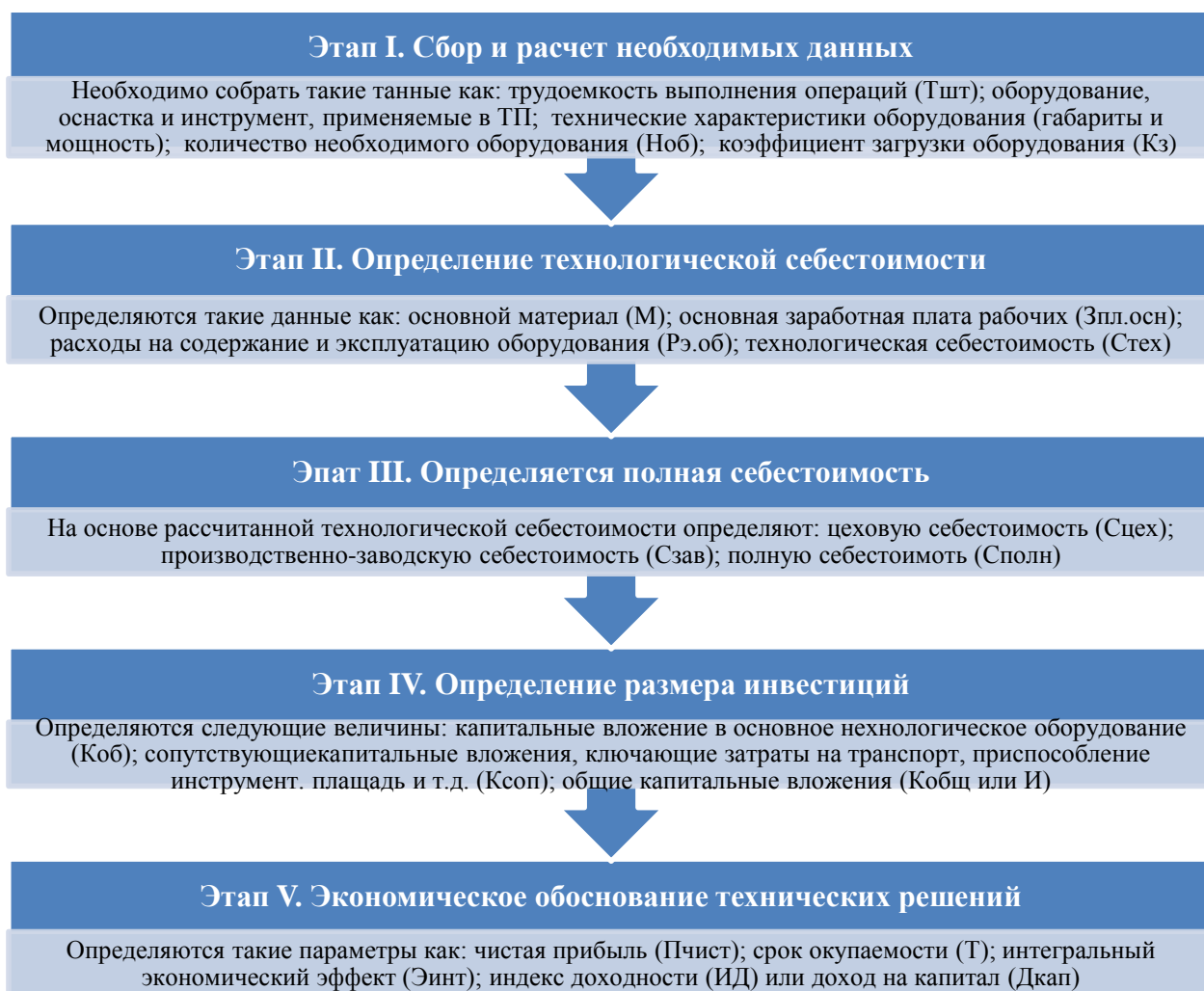


Рисунок 8 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 8, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [13].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 9.

Базовый вариант технологического процесса токарных операций 005 и 010	Проектный вариант технологического процесса токарных операций 005 и 010
<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель Samat-400XC.• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый.• <u>Инструмент</u> – резец контурный, T15K6• <u>Трудоемкость</u> – операция 005: Тшт = 0,93 мин, То = 0,62 мин; операция 020: Тшт = 0,91 мин, То = 0,60 мин	<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ Samat-400XC.• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый с автоматическим зажимом• <u>Инструмент</u> – резец контурный, со специальной стружколомающей канавкой с пластиной T15K6.• <u>Трудоемкость</u> – операция 010: Тшт = 0,81 мин, То = 0,62 мин; операция 020: Тшт = 0,78 мин, То = 0,60 мин

Рисунок 9 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 9, изменениям подвергается станочное приспособление. Так как в процессе предложенного технического решения

материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 10.

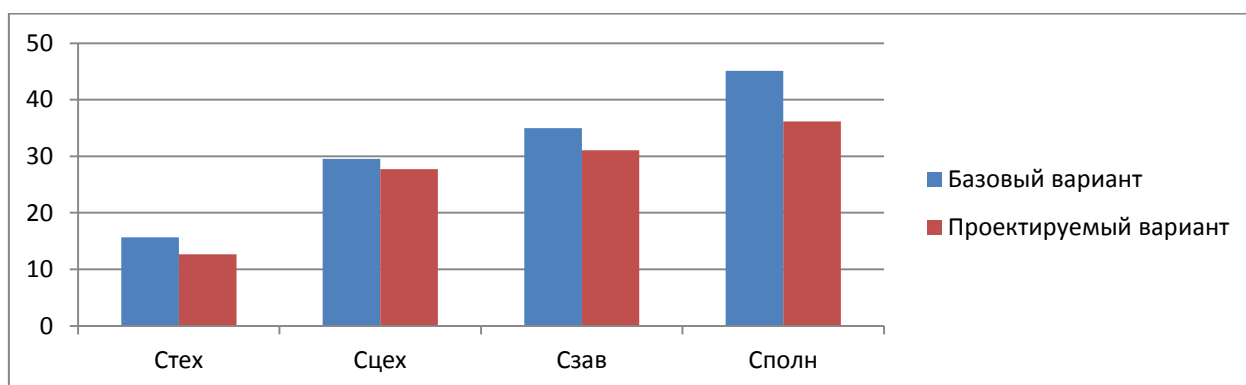


Рисунок 10 – Формирование технологической себестоимости токарных операций 005 и 015 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 10 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 21,48%.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 11. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

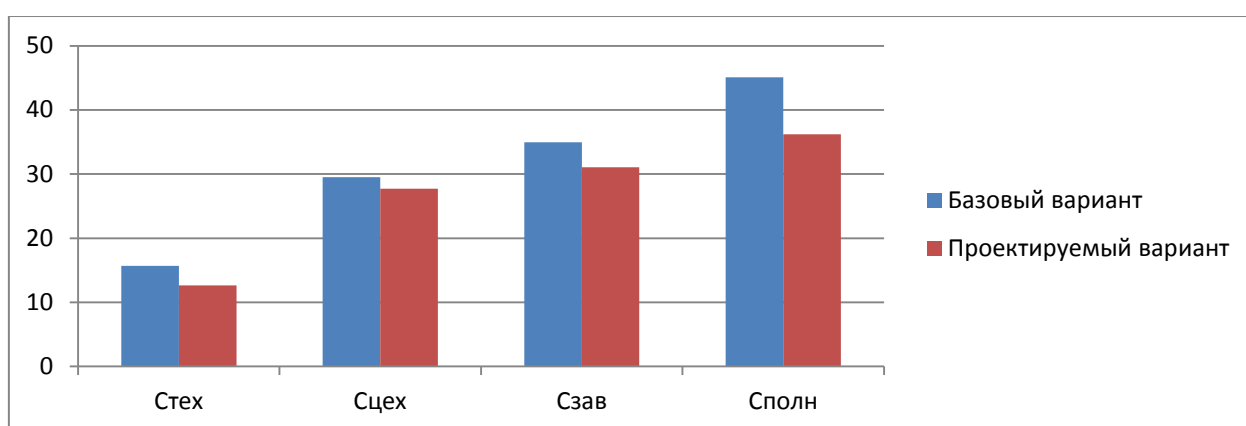


Рисунок 11 – Формирование полной себестоимости токарных операций 005 и 015 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 11, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарных операций 005 и 015 проектируемого процесса уменьшилась на 3,73 рубля, что составляет 24,28%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 12.

Как видно из рисунка 12, инвестиции потребуются на: закупку оборудования ($K_{ОБ}$); доставку и монтаж оборудования (K_M); проектирование ($Z_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.ПД}$); корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное

производство (*НЗП*). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (*И*) составит 68608,88 рублей.

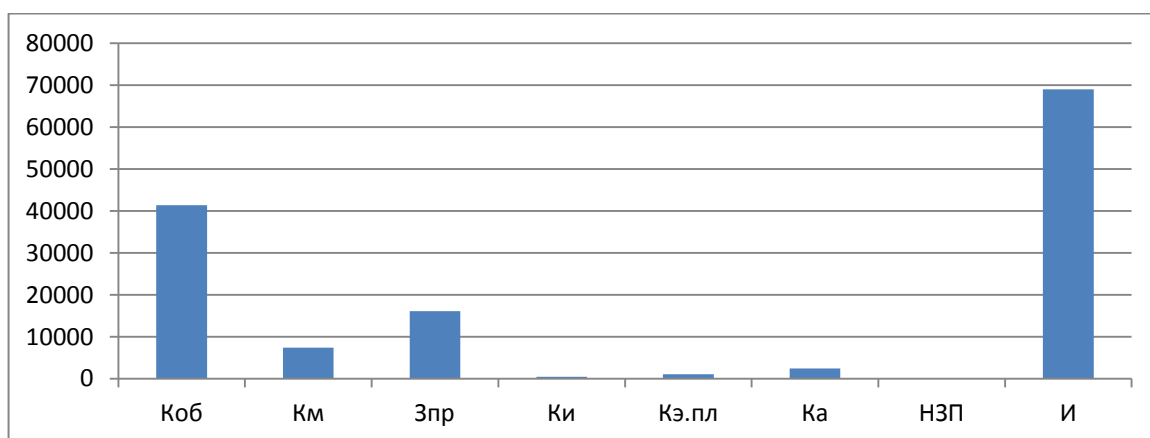


Рисунок 12 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарных операции 005 и 015, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 8 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 8893,08 рубля. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

Заключение

В результате выполнения работы нами спроектирован технологический процесс изготовления фланца делительной головки. Фланец играет важную роль в конструкции делительной головки, так как служит крышкой, а также опорой для вала.

В работе проанализированы возможные технологические процессы получения заготовки и в результате расчета был выбран наиболее выгодный метод получения заготовки штамповка.

Нами был проведен анализ и назначен тип организации технологического процесса – среднесерийное производство, также описаны его характерные признаки.

На одну из поверхностей фланца рассчитаны припуски расчетно-аналитическим методом. Этот метод наиболее подробный и точный.

В работе подробно описаны две операции токарная и сверлильная. На эти операции разработаны технологические наладки, представленные в графической части работы, и подробно рассчитаны режимы обработки.

Для фиксации заготовки на токарной операции нами разработана конструкция станочного приспособления – трёхкулачкового патрона. Это приспособление с одной стороны реализует теоретическую схему базирования, а с другой стороны оно автоматизированное. В отличие от базового варианта техпроцесса теперь зажим и разжим заготовки будет выполняться в автоматическом цикле. Предложенная автоматизация токарного патрона принесла экономический эффект при экономическом расчете.

Для сверлильной операции технологического процесса нами спроектировано спиральное сверло, имеющее износостойкое покрытие для увеличения стойкости.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов. 3-е изд., исправл. – М. : Инновационное машиностроение, 2020. – 568 с.
2. Вереина Л. И. Metalлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2021. –22 с.
4. ГОСТ 10902-77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры. – 13 с.
5. ГОСТ 12.4.280-2014. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. – 24 с.
6. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия – 22 с.
7. ГОСТ 4543-2016. Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
8. Зубарев Ю.М. Введение в инженерную деятельность. Машиностроение : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 232 с.
9. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург, Лань, 2021. – 312 с.
10. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г.Схиртладзе. Под общ. ред. С.В. Кирсанова. 5-е изд., стереотип. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 520 с.

11. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
12. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие для ВО / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с.
13. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
14. Кудряшов Е.А. Приспособления для производства изделий машиностроения : учебник для вузов / Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов, Е.И.Яцун. – М. : Инновационное машиностроение, 2018. – 220 с.
15. Кудряшов Е.А. Приспособления для производства изделий машиностроения: учебник для вузов / Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов, Е.И.Яцун; под ред. Е.А. Кудряшова. – М. : Инновационное машиностроение, 2018. – 220 с.
16. Мартюков Р.А. Организация производства и основы предпринимательства : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2021. – 135 с.
17. Мельников А.С. Научные основы технологии машиностроения : Учебное пособие / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин, Э.Э. Тищенко, А.И. Азарова; под общ. ред. А.С. Мельникова. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 420 с.
18. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. N 776н "Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда".
19. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
20. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов: - М. : Машиностроение, 2009. – 640 с.

21. Тарабарин О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О.И.Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б.Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 304 с.

22. Тимирязев В.А. Основы технологии машиностроительного производства : учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 448 с.

23. Шеломенцева И.В. Охрана труда : учебное пособие / И.В. Шеломенцева, Э.С. Дорофеева, А.А. Тарасенко. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 228 с.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл. Взам. Побп.																		
	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
Б		Код, наименование оборудования																
A01	XX	XX	XX	020	4233	Токарная чистовая программная ИОТ № 63												
B02	38	1021	5		Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС	I 16045 322	I	I	I	I	I	I	I	I	142	I		
O03	Точить поверхность 5, выдерживая размер 34,5±0,31; точить поверхность 4, выдерживая размер Ø135,1,0; точить 3 фаски 1x45°;																	
O04	точить поверхность 6, выдерживая размер Ø90,0,22; точить поверхность 7, выдерживая размер 22,5 ± 0,26; точить канавку, выдерживая размеры: 2, R1, R0,5, 45°, 0,5; точить пов. 8, выдерживая размер Ø47,5 ^{+0,062} , точить пов. 9, выдерживая размер 11,5±0,215.																	
T06	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80;																	
T07	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-82; 392190 Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18885 - 73;																	
T08	392190 Резец сборный расточной Т15К6 ГОСТ 9795 - 84;																	
T09	393311 Штангенциркуль ШЦЦ - I - 250 - 0,05 ГОСТ 166-89; 393410 Микрометр ГОСТ 6507-90.																	
10																		
A11	XX	XX	XX	025	4271	Фрезерная программа ИОТ № 67												
B12	38	1671	7		Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P13PФ3	I 19479 322	I	I	I	I	I	I	I	I	142	I		
O13	Фрезеровать поверхность 11, выдерживая размер 124,5-1,0.																	
T14	XXXXXX Приспособление специальное; 391820 Фреза (концевая с коническим хвостовиком) 2223-5672 ГОСТ 24637-81.																	
T15	393311 Штангенциркуль ШЦЦ - I - 250 - 0,05 ГОСТ 166-89.																	
16																		
A17	XX	XX	XX	030	4232	Сверлильная программа ИОТ № 75												
B18	38	1022	0		Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1	I 16045 322	I	I	I	I	I	I	I	I	142	I		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Глуб.													6	4			
			Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН			ОП	Кшт	Тпз.
А	Б	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.		
001																			
002																			
003																			
004																			
005																			
006																			
Т07																			
Т08																			
Т09																			
Т10																			
Т11																			
Т12																			
Т13																			
14																			
А15																			
Б16																			
О17																			
18																			
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл. Взам. Подп.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	5	6		
																			Обозначение документа	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	5	6	
А01	XX.XX.XX.	040	4236	Торцевкруглошлифовальная черновая	ИОТ.№ 76															
Б02	38 1025 7	Торцевкруглошлифовальный ЧПУ ХШ4104Ф20	1	16045	322	1	1	1	1	1	1	1	1	142	1					
О03	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер Ø80.1-0.054; шлифовать поверхность 3, выдерживая размер 34.5±0.31.																			
Т04	Мембранный патрон (кулачковый) ГОСТ 3889 – 80;																			
Т05	397130 Шлифовальный круг 1 250' 35' 76.2' 25А F40 K6 V 40 м/с 2кл. ГОСТ Р.52781 – 2007;																			
Т06	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																			
07																				
А08	XX.XX.XX	045	4236	Внутришлифовальная программная черновая	ИОТ.№ 76															
Б09	38 1025 7	Внутришлифовальный ст-к ЧПУ 3М225ВФ2	1	16045	322	1	1	1	1	1	1	1	1	142	1					
О10	Шлифовать поверхность 8, выдерживая размер Ø47.9 ^{+0.039} ;																			
Т11	396110 Патрон мембранный (кулачковый) ГОСТ 3889 – 80; 397130 Шлифовальный круг 1 40' 35' 30' 25А F40 K6 V 40м/с 2кл																			
Т12	ГОСТ Р.52781 – 2007; 394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																			
13																				
А14	XX.XX.XX.	050	4236	Круглошлифовальная программная чистовая	ИОТ.№ 76															
Б15	38 1025 7	Круглошлифовальный станок ЧПУ 3М151Ф2	1	16045	322	1	1	1	1	1	1	1	1	142	1					
О16	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер Ø80-0.030.																			
О17	396110 Патрон мембранный (кулачковый) ГОСТ 3889 – 80; 397130 Шлифовальный круг 1 250' 35' 76.2' 25А F16 K6 V 40м/с 2кл																			
Т18	ГОСТ Р.52781-2007; 394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80.																			
МК																				

