

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 корпуса разбрызгивателя

Обучающийся

И.А. Плиев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления корпуса разбрызгивателя.

Автор: Плиев Илья Анатольевич.

В данной выпускной работе разрабатывается техпроцесс изготовления корпуса разбрызгивателя. Разбрызгиватель является деталью, которая предназначена для осуществления распыления смазочно-охлаждающей жидкости внутри узла машины для осуществления смазки и охлаждения трущихся механизмов.

Первым этапом работы были проанализированы исходные данные, в которые входят конструкция детали, ее назначение и материал, из которого изготовлен корпус. В итоге был сделан вывод о соответствии материала корпуса 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 корпуса.

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 спроектирована конструкция режущего инструмента – концевой фрезы для выполнения четырех пазов в конструкции детали.

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 Расчет припусков.....	13
2.6 Определение режимов резания.....	17
3 Проектирование приспособления.....	22
3.1 Сбор исходных данных.....	23
3.2 Определение сил резания.....	23
3.3 Определение усилия зажима.....	24
3.4 Определение усилия привода.....	25
4 Проектирование режущего инструмента.....	27
4.1 Исходные данные.....	27
4.2 Выбор инструментального материала	29
4.3 Конструктивные элементы фрезы.....	29
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
6 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	43
Список используемой литературы.....	44
Приложение А. Технологическая документация	47

Введение

Машиностроение на сегодняшний день является одной из основных отраслей мировой промышленности. Строительство новых более совершенных по своему содержанию машин позволяет снижать долю ручного труда и выполнять действия в разы более эффективно.

Надежность машин и механизмов является одним из главных критериев на производстве. Ведь от этого зависит уровень работоспособности и эффективности действия машины.

Наличие системы смазывания в большинстве машин является обязательным условием, так как она повышает надежность машины на многим критериям: снижая коэффициент трения приводов, увеличивает срок службы механизмов, создает пленки на элементах машин, снижая микронеровности и геометрические неточности изготовления элементов и так далее.

В машиностроении применяют различные типы систем смазывания при производстве. Различают индивидуальные системы смазывания, централизованные и групповые. Одной из разновидностей централизованной системы смазывания в механизмах является смазка масляным туманом. При этом механизм должен быть помещен в герметичный корпус. Смазка осуществляется насыщением взвесей масла в камере до состояния насыщенного пара. В этих условиях система смазки наиболее эффективна.

Атмосфера насыщенного пара внутри камеры создается разбрызгивателями (распылителями) масла смазочной системы, которые разбрызгивают масло до состояния газа. Разбрызгивателями могут иметь различную конструкцию.

Целью настоящей выпускной работы является разработка технологического процесса изготовления разбрызгивателя смазочной системы заданного качества с наименьшими производственными затратами, согласно готовой программе.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

Разбрызгиватель является деталью, которая предназначена для осуществления распыления смазочно-охлаждающей жидкости внутри узла машины для осуществления смазки и охлаждения трущихся механизмов. Он приводится во вращение, чтобы охлаждающая жидкость не текла, а разбрызгивалась.

«Повышение быстроходности и надежности станков требует совершенствования систем смазки. Основное назначение системы смазки сводится к уменьшению потерь на трение, повышению износостойкости трущихся поверхностей и обеспечению нормально допустимой рабочей температуры. Правильно спроектированная система смазки способствует длительному сохранению первоначальной точности станка в течение срока его эксплуатации». [7]

«Смазывать следует все трущиеся пары станков – направляющие, подшипники, передачи, шарнирные соединения и так далее. Система смазки должна обеспечивать подвод необходимого количества смазочного материала к трущимся парам, его распределение по всем рабочим поверхностям, очистку масла. Она должна содержать контрольно-регулирующие и уплотняющие устройства». [7]

«Около 30% мировых энергетических ресурсов в различных формах расходуется на преодоление сил трения, до 90% подвижных сопряжений машин выходят из строя вследствие износа. При этом снижаются КПД, точность, экономичность, показатели надежности машин, ухудшаются динамические и акустические характеристики, то есть практически все характеристики, формирующие технический уровень изделий». [8]

Процессы трения между деталями изучает наука, под названием трибология. Эта наука выделяет следующие виды трения: сухое трение,

возникающее в отсутствие смазочных материалов и загрязнений; граничное трение, возникающее при наличии между поверхностями малого слоя смазка (до 0,1 мкм); полусухое трение, которое характеризуется от части сухим безсмазочным трением, а на каких-то участках граничным трением; жидкостное трение, которое характеризуется достаточным слоем (более 0,1 мкм) смазки в трущейся паре.

Система смазки, в состав которой входит разбрызгиватель предназначена для осуществления создания атмосферы в узле, чтобы возникало жидкостное трение.

1.2 Классификация поверхностей детали

Проклассифицируем все поверхности детали. Нумерация поверхностей представлена на рисунке 1.

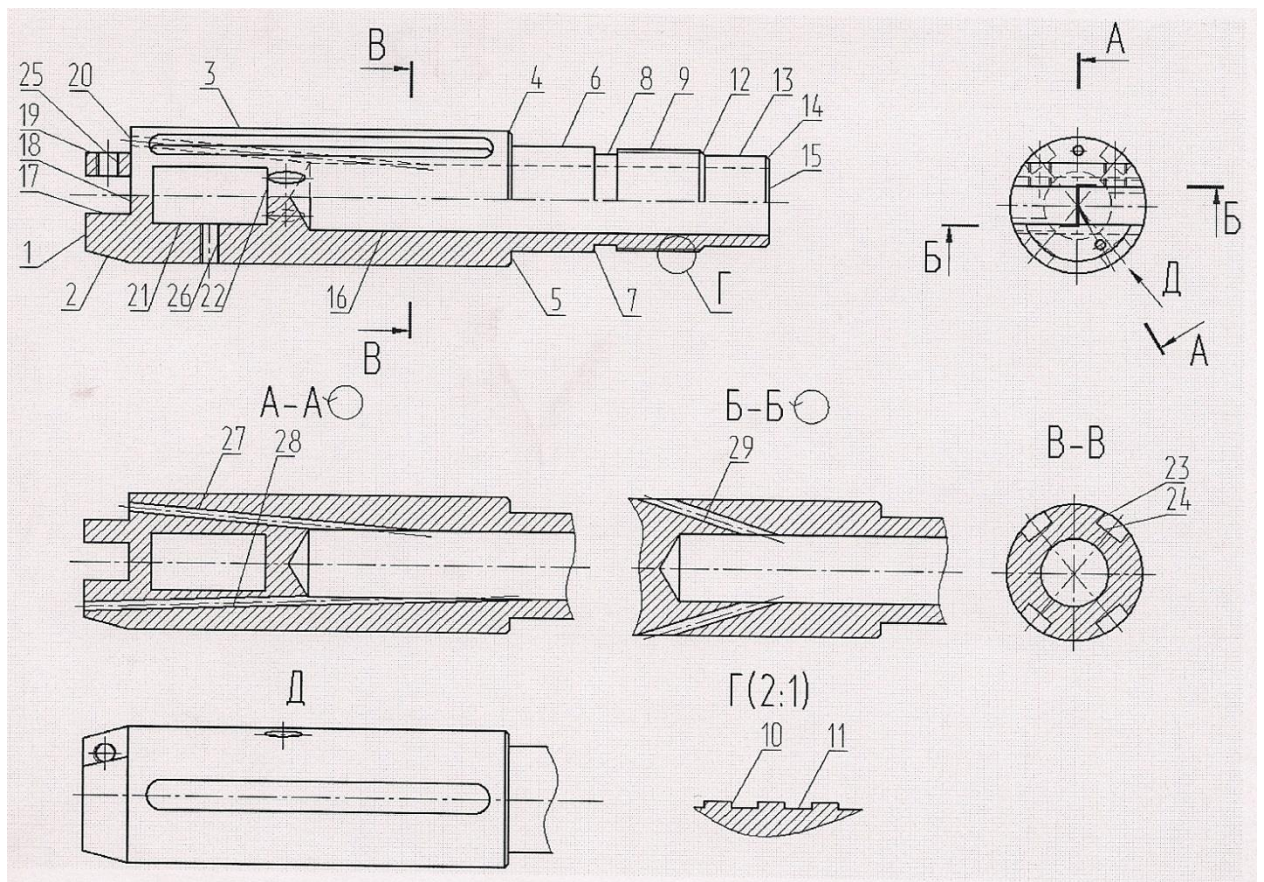


Рисунок 1 - Классификация поверхностей

«Различные поверхности деталей машин в общем случае могут быть классифицированы по функциональному назначению на четыре вида. Исполнительные поверхности – поверхности детали, с помощью которых реализуется ее служебное назначение. Основные базирующие поверхности (основные конструкторские базы) – поверхности, при помощи которых определяется положение детали в машине. Вспомогательные базы – поверхности, при помощи которых определяется положение других деталей, присоединяемых к данной. Свободные поверхности – поверхности, которые не соприкасаются и не контактируют с поверхностями других деталей». [20]

Исполнительными поверхностями разбрызгивателя являются поверхности 27, 28, 29. Эти поверхности обеспечивают провод через себя охлаждающей жидкости для осуществления появления масляного тумана.

Основными конструкторскими базами разбрызгивателя являются цилиндрическая наружная поверхность 6, а также торцовая поверхность 5, которая ограничивает движение разбрызгивателя в узле в осевом направлении.

Вспомогательными конструкторскими базами разбрызгивателя являются 9, 10, 13, 16, 17, 21 - 26

Остальные поверхности свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом корпуса подшипника является конструкционная сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [6].

Физико-механические свойства стали 40ХГНМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_B , МПа	Ψ , %	σ_T , МПа	δ_5 , %	НВ
980	32	785	10	179

Данные свойства материала вполне удовлетворяют характеристикам ступицы.

«Под технологичностью конструкции изделия понимают совокупность свойств конструкции, определяющих ее пригодность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работы. Вопросы технологичности решают комплексно, начиная со стадии проектирования заготовки, выбора метода ее изготовления и заканчивая процессами ее механической обработки и сборки всего изделия». [8]

«Современная тенденция состоит в том, что отработка конструкции на технологичность смещается на стадию разработки конструкторской документации. Поэтому при проектировании деталей конструктор должен уметь выбрать оптимальные методы и способы получения заготовки, ее последующей обработки, обеспечивающие требуемое качество. Выбор показателей технологичности зависит от назначения детали, типа производства и условий эксплуатации. Для заготовок в качестве показателей технологичности применяют коэффициент использования материала (КИМ), технологическую себестоимость, трудоемкость изготовления и др». [8]

В нашем случае конструкция разбрызгивателя не имеет больших перепадов диаметров поверхностей, все поверхности достаточно доступны для обработки и контроля, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности конструкции.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Под типом производства понимается определенная организационная характеристика производственного процесса, основанная на его специализации, повторяемости выпускаемых изделий и ритмичности. Признаками типа производства являются следующие: номенклатура выпускаемой продукции и степень ее постоянства; характер повторяемости выпускаемых изделий; характер применяемого оборудования; уровень квалификации рабочих». [12]

«Различают три типа производства: массовый, серийный и единичный. Тип производства определяется, как правило, по преобладающей группе рабочих мест». [12]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m=1,0$ кг и программа выпуска в $N=8\ 000$ деталей в год. Исходя из этих параметров [12], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийный тип производства обуславливается изготовлением ограниченной номенклатуры изделий партиями (сериями), повторяющимися через определенные промежутки времени на рабочих местах с широкой специализацией. Серийный тип производства подразделяется на крупно-, средне- и мелкосерийный в зависимости от преобладающей группы рабочих мест». [12]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В серийном производстве технологический процесс дифференцирован. Отдельные операции закреплены за отдельными станками. Используются универсальные, специализированные, специальные, автоматизированные и агрегатные станки. По окончании изготовления одной

серии деталей станки переналаживаются на изготовление другой серии. Серийное производство экономичнее единичного, так как лучше используется технологическое оборудование, выше специализация рабочего, ниже себестоимость продукции». [22]

Этим будем руководствоваться при проектировании технологического процесса изготовления разбрызгивателя.

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Основными факторами, влияющими на решения, принимаемые на данном этапе разработки технологического процесса изготовления детали, являются нижеперечисленные: конструкция детали; материал; служебное назначение; технические требования; программы выпуска в год ($N_{Г}$) и по неизменным чертежам ($N_{Н.Ч}$); тип производства; вид и форма организации производства; стоимость материала (полуфабриката); себестоимость исходной заготовки, получаемой тем или иным методом; расход материала». [16]

«При выборе методов получения исходных заготовок необходимо учитывать потери металла, присущие методу получения заготовки. По данным ряда авторов, при получении отливок потери металла составляют 34-54%, а при получении исходных заготовок методами пластического деформирования – 5-37%». [16]

Проведем сравнительный расчет двух наиболее подходящих для изготовления методов получения заготовки – это штамповка и прокат.

При штамповке масса заготовки будет равна 1,45 кг, а при прокате 2,03 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [25].

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

где $C_c = 0,505; E_n = 0,15; C_k = 1,115$. [10]

Тогда

$$C_{мex} = 0,505 + 0,15 \cdot 1,115 = 0,6723 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [25]

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

где $C_{ум} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$. [10]

Тогда

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

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [12].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{ум} + C_{мex} (Q_{ум} - q) - C_{отх} (Q_{ум} - q), \quad (3)$$

где $Q_{ум} = 1,45; q = 1,0$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{отх} = 0,0250 \text{ руб/кг. [10]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 1,45 + 0,6723(1,45 - 1,0) - (1,45 - 1,0)0,0250 = 1,0786 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [10].

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

где $Q_{пр} = 2,03; q = 1,0$ кг;

$$C_{отх} = 0,025 \text{ руб/кг. [10]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 2,03 + 0,6723(2,03 - 1,0) - 0,025(2,03 - 1,0) = 1,7690 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

С учетом годовой программы экономия составит

$$\Delta = (C_{mn} - C_{mu})N_T = (1,7690 - 1,0786) \cdot 8000 = 55232 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«Технологический процесс механической обработки деталей, подвергающихся термической обработке (закалке и отпуску), разбивается на две части – процесс до и после термической обработки. Ухудшение шероховатости поверхности вследствие нагрева детали при термической обработке обычно требует повторной обработки некоторых поверхностей, чем и объясняется такое деление технологического процесса на две части».

[1]

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 14, 15 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 9) поверхностей 6 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 11) поверхностей 9 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 11) поверхностей 10, 11 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 6) поверхностей 13 и их шероховатости (Ra 1,6) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 16 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: сверление.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 17, 18 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое фрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 19, 20, 23, 24 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое фрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 7) поверхностей 21 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: электроэрозионная обработка.

Согласно необходимой точности (IT 11) поверхностей 22 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: электроэрозионная обработка.

Согласно необходимой точности (IT 9) поверхностей 25, 26, 27 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: сверление.

2.5 Расчет припусков

«Если бы заготовка, полученная литьем, штамповкой или другим методом, по своим размерам, геометрической форме, чистоте поверхности и физико-механическим свойствам поверхностного слоя соответствовала требованиям, предъявляемым к готовой детали, то она не нуждалась бы в механической обработке. Но заготовки из-за несовершенства существующих методов их изготовления получается с целым рядом погрешностей. Поэтому их подвергают механической обработке». [25]

«Механическая обработка в один проход тоже не всегда может обеспечить выполнение всех обусловленных чертежом требований. Дело в

том, что каждому способу механической обработки могут быть свойственны свои недостатки, свои производственные погрешности, сказывающиеся на качестве обработки: недостаточная точность размеров и формы, чрезмерная шероховатость обработанной поверхности, невозможность обеспечения заданной точности положения обрабатываемой элементарной поверхности из-за погрешности установки и так далее. Таким образом, после выполнения какой-либо операции механической обработки заготовка будет иметь погрешности, одни из которых вследствие действия закона копирования погрешностей являются как бы наследственными, а другие – вновь приобретенными». [25]

«В целях ликвидации или уменьшения этих погрешностей и обеспечения тех требований к детали, которые были обусловлены конструктором, обработку некоторых элементарных поверхностей детали иногда приходится производить в несколько переходов или операций, предусматривая для каждого перехода (или операции) соответствующий припуск». [25]

«Припуск – слой металла, который необходимо удалить с поверхности заготовки в целях обеспечения заданных свойств обработанной поверхности. Примечание: к свойствам обрабатываемого предмета труда или его поверхности относятся размеры». [25]

Определим припуски на обработку поверхности 13 с параметрами $\varnothing 24 h6_{(-0,013)}$ мм, $L = 16$ мм, $Ra = 1,6$ мкм расчетно-аналитическим методом.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$\langle a = R_z + h_o \rangle. [2] \tag{5}$$

Перед этим найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\ll \Delta = 0,25 \cdot Td \gg. [2] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,350.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,21 = 0,055.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,052 = 0,013.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,084 = 0,021.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,033 = 0,008.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,013 = 0,003.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. [2] \quad (7)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). [2] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,350^2 + 0,025^2} = 0,751.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,055^2 + 0} = 0,255.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,058.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,751 + 0,5(1,400 + 0,210) = 1,556.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,255 + 0,5(0,210 + 0,052) = 0,386.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,033) = 0,164.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,058 + 0,5(0,033 + 0,013) = 0,081.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{4\min} = 23,987.$$

$$d_{4\max} = 24,000.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 24,000 + 2 \cdot 0,058 = 24,116.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 24,116 + 0,033 = 24,149.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 24,149 + 2 \cdot 0,121 = 24,391.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 24,391 + 0,084 = 24,475.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 24,475 \cdot 0,999 = 24,451.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 24,451 + 0,052 = 24,503.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 24,503 + 2 \cdot 0,255 = 24,758.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 24,758 + 0,210 = 24,968.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 24,968 + 2 \cdot 0,751 = 26,470.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 26,470 + 1,400 = 27,870.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad [2] \quad (9)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(27,870 + 26,470) = 25,670.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(24,968 + 24,758) = 24,863.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(24,503 + 24,451) = 24,477.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(24,475 + 24,391) = 24,433.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(24,149 + 24,116) = 24,133.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(24,000 + 23,987) = 23,994.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}. \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 26,470 - 24,000 = 2,470.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4. \quad (11)$$

$$2Z_{\max} = 2,470 + 1,400 + 0,013 = 3,883.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,470 + 3,883) = 3,177.$$

2.6 Определение режимов резания

«Элементы режима резания обосновываются для каждого технологического перехода (операции), исходя из свойств материала заготовки и вида перехода (операции) – черновой, получистовой, чистовой и т.п. При обработке заготовки резанием вначале выбирается материал режущей части инструмента на основе данных ГОСТ 3882-74 и ГОСТ 4872-75, ТУ 48-19-223-76 и ТУ 48-19206-76 и научно-производственного опыта. Затем подбираются смазочно-охлаждающие средства и методы подвода их в зону резания, далее – стандартная конструкция режущего инструмента. Глубина резания, число проходов, подача, экономическая стойкость инструмента, оптимальная скорость резания могут быть определены по эмпирическим зависимостям». [18]

Проектирование технологических процессов в целом – чрезвычайно сложная задача с большим числом составляющих частных задач. Наибольшую трудоемкость имеет проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Это объясняется многостадийностью процесса, наличием заготовительных, черновых, чистовых, отделочных операций, построение которых сопровождается анализом вариантов и выбором наиболее рационального из них. [18]

2.6.1 Определение режимов резания на операцию 005.

Переход 1.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_D . \quad (13)$$

$$L_{II} = 4 + 3 + 4 = 11 \text{ мм.}$$

$$L = \frac{28}{2} + 11 + 0 = 25 \text{ мм.}$$

Найдем стойкость по формуле

$$T_p = T_M \cdot \lambda . \quad (14)$$

$$T_M = 120 \text{ мин. [19]}$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120 \text{ мин.}$$

Примем глубину резания $t = 2,5$ мм. [19]

Определим подачу по формуле

$$S_0 = S_{0,ТАБЛ} \cdot K \cdot K_1 , \quad (15)$$

где $S_{0,табл} = 0,35$ мм/об; $K = 0,6$; $K_1 = 1$. [19]

$$S_0 = 0,35 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,21, \text{ мм/об.}$$

Определим скорость резания по формуле

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 , \quad (16)$$

где $V_{табл} = 205$ м/мин; $K_1 = 0,8$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,8$. [16]

$$V = 205 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,8 = 131,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

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

Тогда $n = \frac{1000 \cdot 131,2}{3,14 \cdot 39} = 1071, \text{ мин}^{-1}$.

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (18)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 1000}{1000} = 122,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n. \quad (19)$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,21 \cdot 1000 = 210 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_0 \cdot n}. \quad (20)$$

$$T_0 = \frac{25}{0,21 \cdot 1000} = 0,12, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длину рабочего хода определим по формуле (13)

$$L = 10 + 2 + 0 = 12 \text{ мм.}$$

Стойкость определим по формуле (14)

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120 \text{ мин.}$$

Примем $S_0 = 0,2$. [19]

Скорость резания определим по формуле (16)

$$V_{\text{табл}} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [19]$$

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

Частоту вращения определим по формуле (17)

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 10} = 1114, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорость резания определим по формуле (18)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу найдем по формуле (19)

$$S_M = 0,2 \cdot 1000 = 200, \text{ мм/мин.}$$

Основное время найдем по формуле (20)

$$T_0 = \frac{12}{200} = 0,06 \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов обработки на операцию 020.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,4; S_0 = 0,2$. [19]

Скорость резания

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_U, \quad (21)$$

где $C_U = 420; T = 60; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2$. [19]

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{IU} \cdot K_{IU}. \quad (22)$$

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\epsilon}} \right)^{n_U}. \quad (23)$$

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{590} \right)^{1,0} = 1,27.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 = 1,27.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,27 = 356,1, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения определим по формуле (17)

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 356,1}{3,14 \cdot 36} = 3150, \text{ мин}^{-1}.$$

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

3 Проектирование станочного приспособления

«Наиболее ответственной, сложной и трудоемкой частью технологического оснащения являются приспособления к металлорежущим станкам. С их помощью обеспечиваются заданная точность и производительность механической обработки. Приспособления должны быть просты по конструкции, дешевы в изготовлении, удобны, надежны и безопасны в эксплуатации. При их проектировании следует ориентироваться на типовые схемы и решения, предлагаемые в альбомах, каталогах, справочниках и прочей технической литературе». [15]

«Схема приспособления должна обеспечивать однозначное и устойчивое положение заготовок. Это достигается выбором конструкции и рациональным расположением опор. Конструкция опор зависит от формы и качества базовых поверхностей». [15]

«Положение установочных деталей в приспособлении определяется формой, размерами, и относительным расположением баз заготовки. В целях уменьшения влияния погрешностей формы базовых поверхностей и повышения устойчивости заготовки расстояния между опорами выбирают наибольшими. При установке заготовки на опоры не должно возникать опрокидывающих моментов. С другой стороны опоры стремятся расположить так, чтобы ими воспринимались все действующие на заготовку силы (резания, закрепления и пр.). Этим достигается наибольшая жесткость системы «заготовка - приспособление», что способствует повышению точности и производительности технологических операций». [15]

В нашем случае установочными элементами приспособления будут являться съемные кулачки.

3.1 Сбор исходных данных

На токарной черновой операции операции для закрепления заготовки применяется трёхкулачковый патрон. Фиксация заготовки проводится за цилиндрическую поверхность с диаметром 31,5 мм. В данном разделе спроектируем данное приспособление и автоматизируем его. Эскиз операции представлен на рисунке 2.

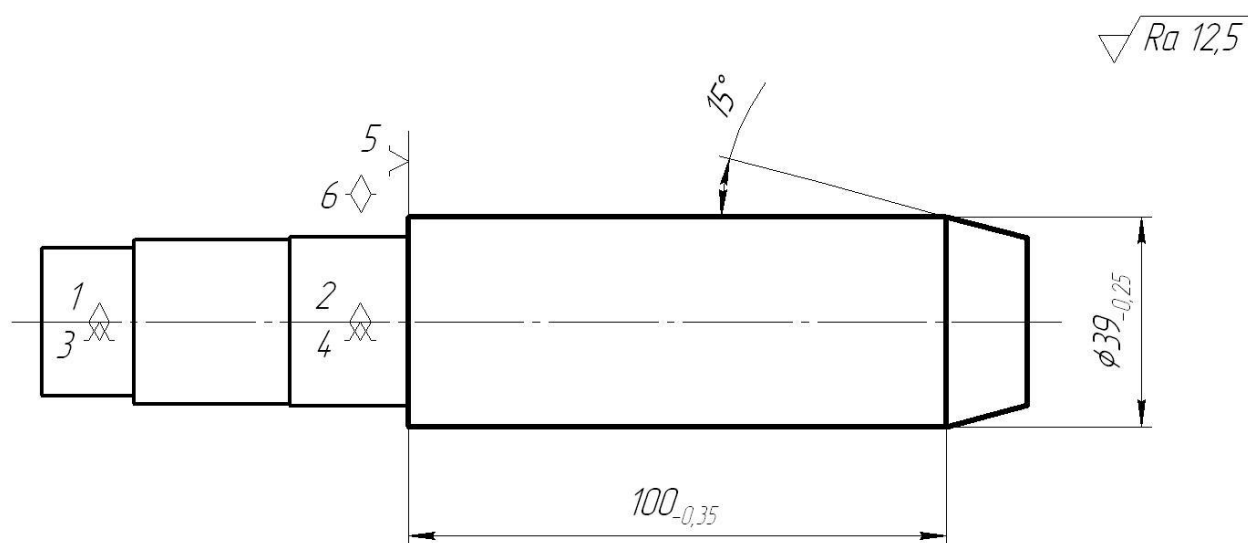


Рисунок 2 - Эскиз операции 010

3.2 Определение сил резания

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

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (24)$$

где для P_Y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$; [24]

для P_Z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$. [24]

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{rp_z} \cdot K_{np_z} \cdot \quad (25)$$

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{np_z} \cdot K_{np_z} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9129 .$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{np_y} \cdot K_{np_y} = 0,898 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,279 .$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,0^{1,0} \cdot 0,42^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 0,9129 = 216436 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,0^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 95^{-0,3} \cdot 1,279 = 1226 \text{ Н.}$$

3.3 Определение усилия зажима

«При механической обработке резанием на заготовку действуют силы резания, объемные силы, а также силы второстепенного и случайного характера. Эти силы могут привести к смещению заготовки в приспособлении в процессе обработки. Поэтому при разработке конструкции приспособления особое внимание определяется расчету требуемой силы закрепления. В процессе обработки под действием всех сил резания и моментов от сил резания, а также сил и моментов от сил закрепления заготовка не должна сдвигаться из заданного положения, т.е. должно быть обеспечено надежное закрепление в течение всего времени обработки». [14]

Определим крутящий момент.

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

Рассчитаем момент силы зажима.

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} . \quad (27)$$

Тогда

$$M_p = \frac{216436 \cdot 24,5}{2} = 23916, \text{ Н.}$$

Эти моменты должны быть взаимно уравновешены, поэтому

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (28)$$

Для гарантии примем коэффициент запаса, который рассчитаем по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (29)$$

где $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [15]

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

Примем коэффициент трения $f = 0,3$. [15]

Тогда

$$W_z^1 = \frac{1,8 \cdot 216436 \cdot 24,5}{34} = 25323, \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)}. \quad (30)$$

$$\text{Тогда } W_1 = \frac{11358}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 133623 \text{ Н.}$$

3.4 Определение усилия привода

Конструкция токарного патрона клинового типа представлена на рисунке 3.

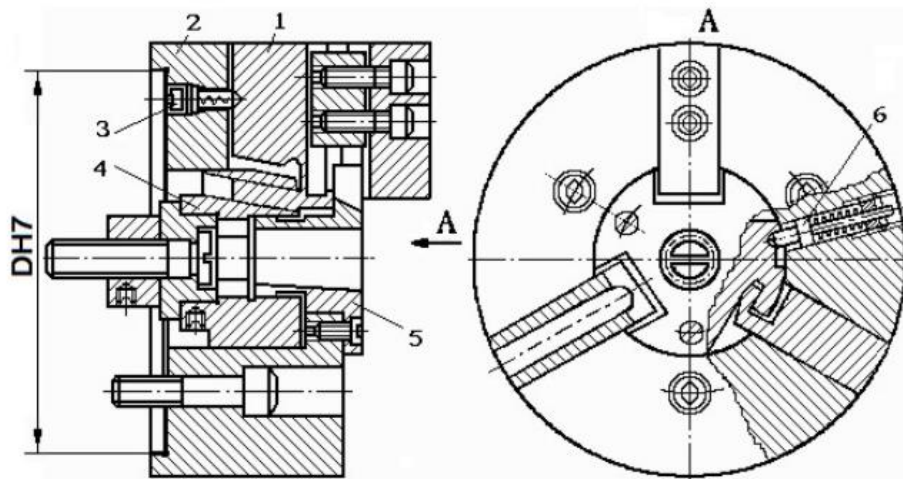


Рисунок 3 - Конструкция токарного патрона клинового типа

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

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (31)$$

Рассчитаем величину характеристики конструкции

$$i_{c.kn} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad (32)$$

$$i_{c.kn} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg}6^\circ} = 1,9.$$

Тогда по формуле (29) получим

$$Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{13362,3}{1,9} = 7032,8 \text{ Н.}$$

Чертеж спроектированного токарного патрона клинового типа, автоматизированного пневматическим приводом, представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Исходные данные

На фрезерной операции 040 требуется обработать четыре паза, расположенных под углом 90° . В данном разделе проектируем для этого режущий инструмент. На рисунке 4 представлен эскиз операции

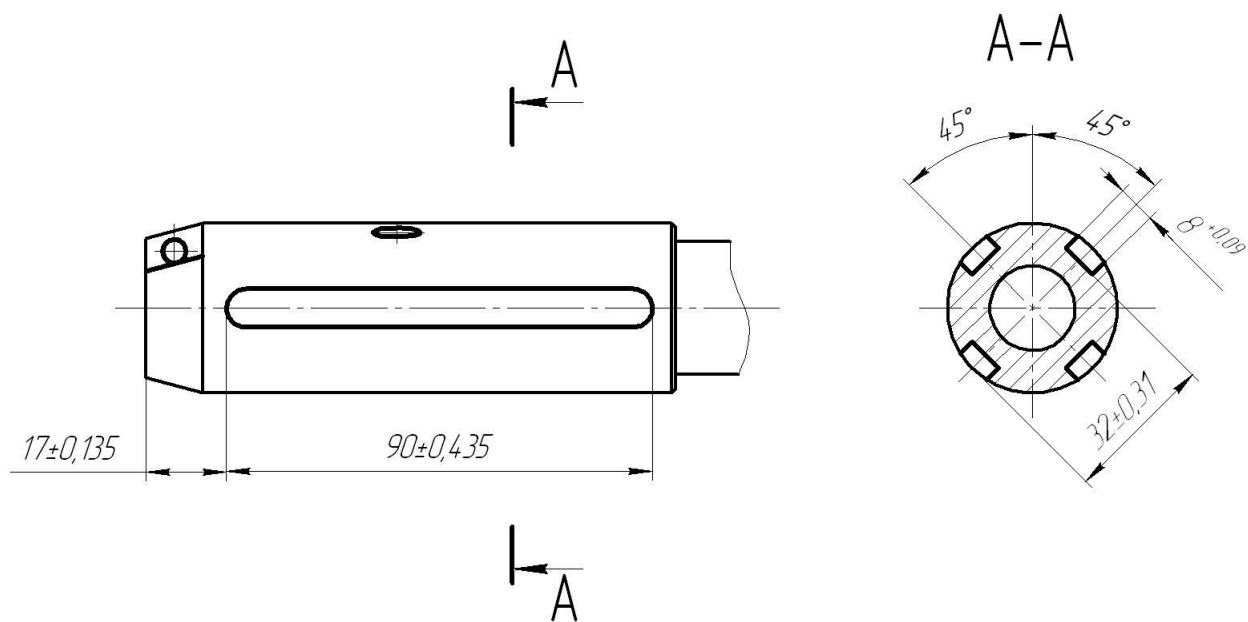


Рисунок 4 - Эскиз операции 040

«Режущие инструменты – орудия производства, конечная составная часть металлорежущих станков, находящаяся в контакте с обрабатываемой заготовкой. Их предназначение – снятие припуска и формирование поверхности и размеров детали в соответствии с техническими требованиями рабочего чертежа. Несмотря на большое разнообразие конструкций режущих инструментов и специфических особенностей их применения, для них характерны общие конструктивные, геометрические и другие элементы, а также способы крепления на станках». [9]

В нашем случае будем проектировать концевую фрезу.

«Фрезы – многозубые режущие инструменты, применяемые для обработки плоскостей, пазов, фасонных поверхностей, тел вращения, а также

для резки материалов. В процессе фрезерования в контакте с заготовкой, как правило, находится несколько зубьев, снимающих стружку переменной толщины. При этом благодаря большой суммарной активной длине режущих кромок обеспечивается высокая производительность процесса фрезерования. Повышению производительности также способствует высокая скорость фрезерования, которая достигается за счет периодического выхода зубьев из зоны резания, обеспечивающего охлаждение и снятие тепловой напряженности в режущем клине». [9]

Кинематика фрезерования проста: фреза получает вращение от главного привода, а заготовка, закрепленная на столе станка, - движение подачи от отдельного привода станка, кинематически не связанное с вращением фрезы. Движением подачи может быть прямолинейным, вращательным или винтовым, а режущие кромки фрезы – прямолинейными, наклонными к оси, винтовыми или фасонными. Это обусловило появление большого разнообразия конструкций фрез и широкую область их применения. [9]

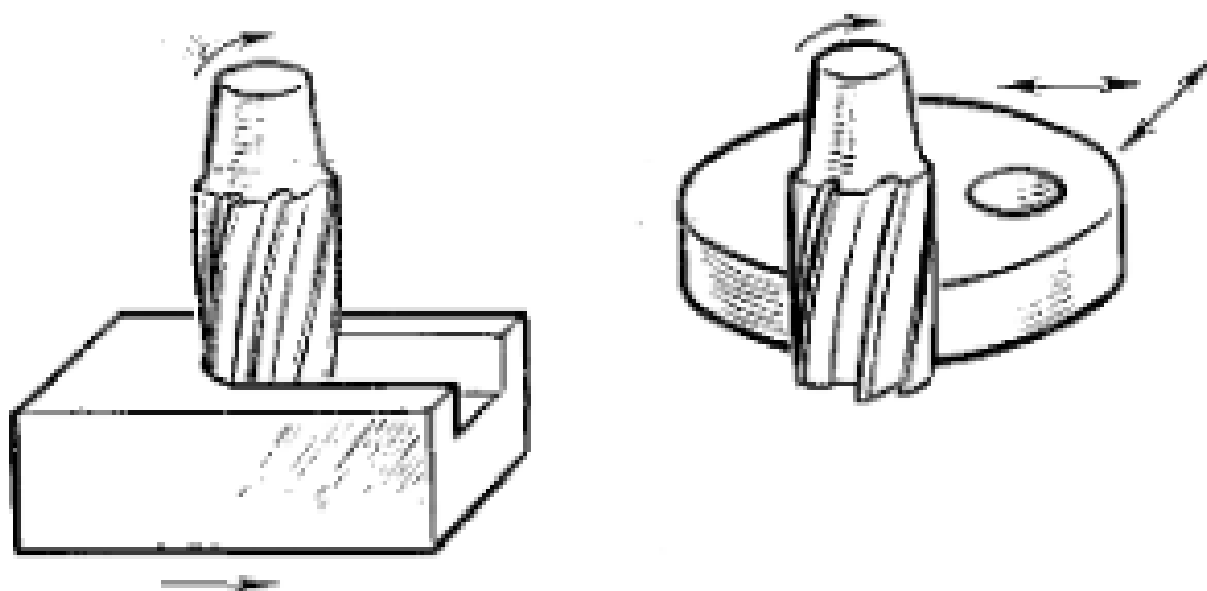


Рисунок 5 – Процесс фрезерования

4.2 Выбор инструментального материала

Конструкцию концевой фрезы для обработки заготовки материала - сталь 20Х с $\sigma_B=640$ МПа примем быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73 [5].

4.3 Конструктивные элементы фрезы

Наружный диаметр режущей части концевой фрезы d назначается исходя из ширины обрабатываемого паза.

Принимаем $D = B = 8$ мм.

Рассчитаем длину фрезы

$$L = l_1 + l + l_2, \quad (33)$$

где l_1 – длина режущей части;

l – длина шейки;

l_2 – длина хвостовика.

Для фрез диаметром до 10 мм длина режущей части $l_1 = 2,5 \cdot d$, следовательно:

$$l_1 = 2,5 \cdot 8 = 20, \text{ мм.}$$

Длина шейки определим из зависимости

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right). \quad (34)$$

$$\text{Тогда } l = 4 \left(\sqrt[4]{8} + \frac{12}{8} \right) = 12,7, \text{ мм.}$$

Диаметр шейки выберем равным диаметру режущей части фрезы, а значит

$$d_w = d = 8 \text{ мм.}$$

Определим общую длину фрезы по формуле (33):

$$L = 20 + 12 + 28 = 60, \text{ мм.}$$

«Концевые фрезы из быстрорежущей стали диаметром до 10 мм включительно выпускаются с цилиндрическим хвостовиком того же диаметра». [9]

Число зубьев концевых фрез зависит от диаметра режущей части фрезы и рассчитывается из соотношения

$$z = (0,1...1,3)d \geq 2...12. \quad (35)$$

$$z = (0,1...1,3) \cdot 8 = 0,8...10,4.$$

Принимаем $z = 4$.

Влияние геометрических параметров фрез на процесс резания в основном такое же, как и других видов инструментов, и соответствует основным законам теории резания. Величина переднего угла γ влияет на характер деформации срезаемого слоя, усадку стружки, прочность режущего лезвия. Наличие переднего угла γ (рисунок 6) облегчает образование и сход стружки, поскольку уменьшается работа, затрачиваемое на пластическое деформирование срезаемого слоя и трение по передней поверхности зуба. При большем значении γ процесс резания протекает легче, меньше температура в зоне резания и возникающие силы, но менее прочна режущая кромка. С уменьшением γ , наоборот, возрастают усилие и температура резания, однако упрочняется режущая кромка. В связи с этим основным критерием для назначения переднего угла является обрабатываемый материал, его пластические и прочностные свойства. [21]

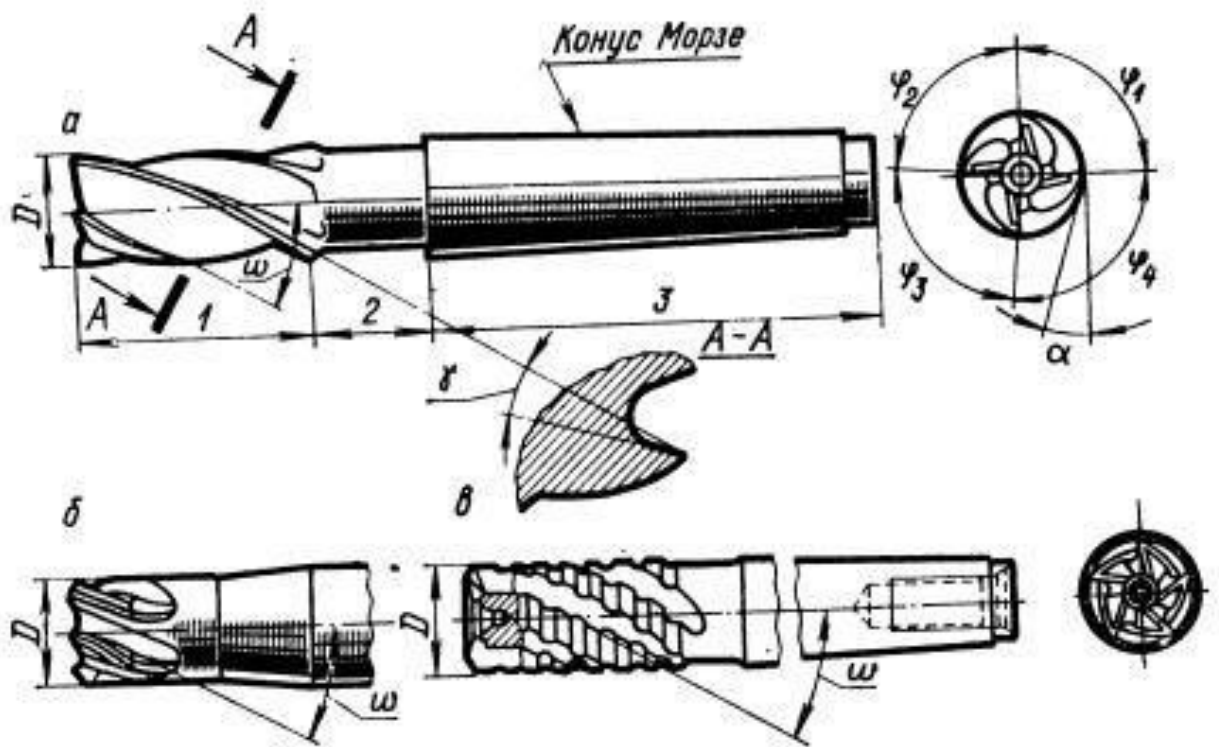


Рисунок 6 – Концевая фреза

Примем значение переднего угла $\gamma = 10^\circ$. При этом переднем угле режущие и прочностные свойства фрезы будут оптимальные.

«Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют стружечную канавку с углом наклона $\omega = 30 \dots 45^\circ$ ». [9]

Принимаем $\omega = 30^\circ$.

Чертеж концевой фрезы приведен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе содержится анализ безопасности и экологичности технологического процесса изготовления корпуса разбрызгивателя.

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 2 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 2 – 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 корпуса разбрызгивателя	Фрезерная	Оператор станка с ЧПУ	Фреза концевая Р6М5	сталь 40Х
	Токарная		Патрон цанговый Резец контурный правый Т15К6 ГОСТ 18878-73 Патрон токарный трехкулачковый, оснащенный пневмоприводом	

5.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблицу 3 сведены данные о появляющихся при исполнении операций технологического процесса воспроизведения профессиональных рисках.

Таблица 3 - 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]
Фрезерная	Химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования, шум, вибрации, загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения	СОЖ, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок
Токарная		

«Процесс идентификации, оценки и управления рисками состоит из следующих этапов: создание комиссии по идентификации опасностей и оценке рисков и утверждение графика идентификации опасностей и оценки рисков; Сбор предварительной информации; идентификация опасностей; определение действующих мер снижения и минимизации рисков; определение тяжести последствий; определение вероятности возникновения рисков; оценка рисков; разработка дополнительных мер, направленных на снижение уровня рисков». [13]

Вышеприведенные факторы угрожают безопасности исполнения операций технологического процесса изготовления корпуса разбрызгивателя. 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 ступицы корпуса разбрызгивателя. Методы и средства приведены в таблице 4.

Таблица 4 - 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» [17]	«Ботинки с амортизирующими подошвами» [4], «вибропоглощающие перчатки» [4]
«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» [17]	Противошумные вкладыши или наушники
Поражение электрическим током	«Инструктажи по охране труда. Заземление оборудования. Изоляция токоведущих частей. Системы аварийного отключения» [17]	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	-

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 5-7 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок» [3]	«Оборудование» [3]	Класс пожара	«Опасные факторы при пожаре» [3]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [3]
Производственный участок	6P13Ф3 16Б16Т1	Д	«Неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [17]	«Взрывы, Изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования» [17]

Таблица 6 - 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 7 - 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]
Технологический процесс изготовления корпуса разбрызгивателя	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

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Произведенный анализ выявил результаты, занесенные в таблицы 8 и 9.

Таблица 8 - Определение экологически опасных факторов объекта

Технологический процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
Изготовление корпуса разбрызгивателя	6P13Ф3 16Б16Т1	Стружка, пыль, токсические испарения	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Таблица 9 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

5.6 Требования к управлению охраной труда внутри организации

«К системам управления охраной труда требования разработаны Международной организацией труда в соответствии с общепризнанными международными принципами на основе широкомасштабного подхода». [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 – фрезерная и токарная, выявлены риски, которые могут

появиться при выполнении операций технологического процесса изготовления корпуса разбрызгивателя, 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 корпуса разбрызгивателя.

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 корпуса разбрызгивателя.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 7).

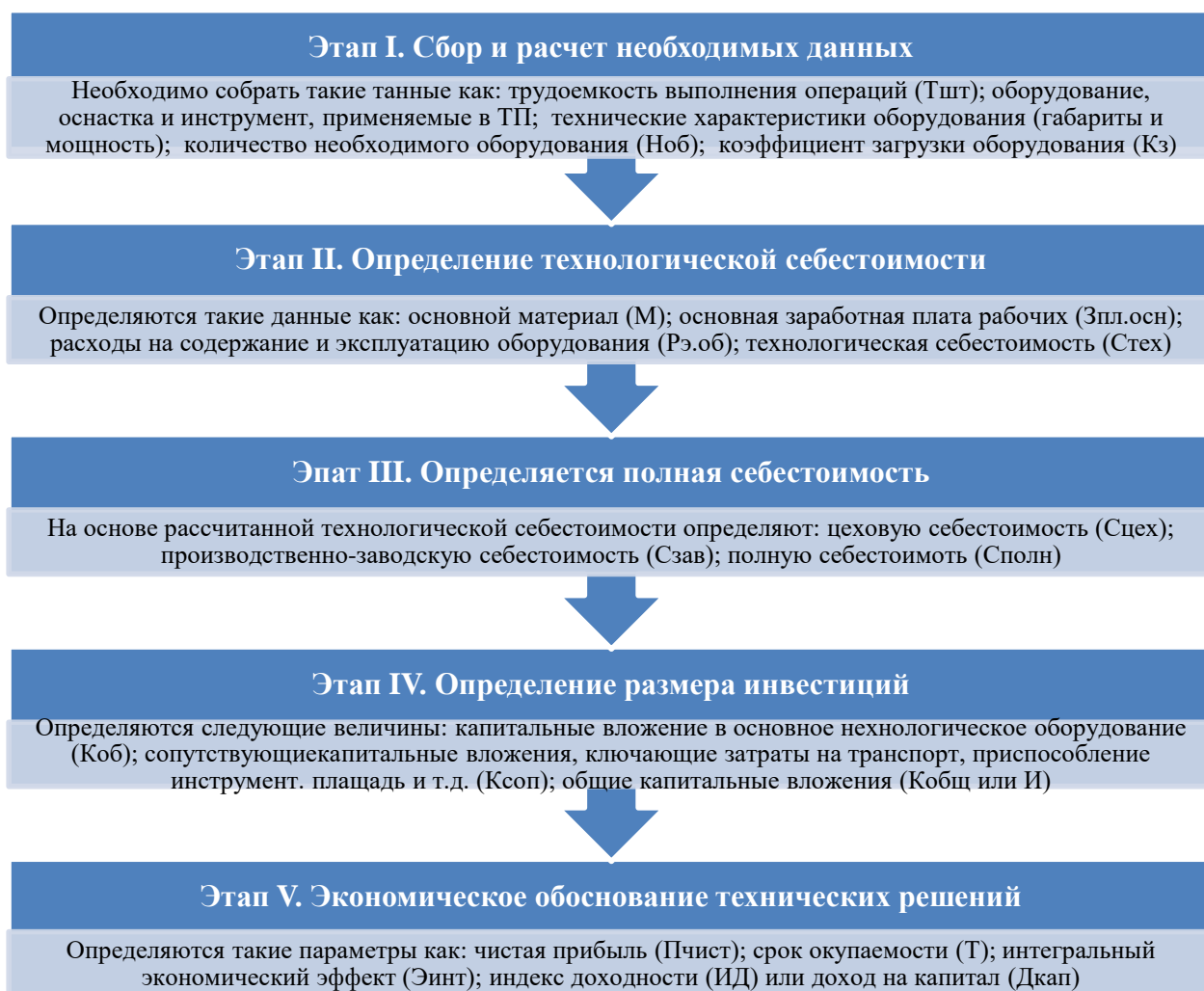


Рисунок 7 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 7, 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 [11].

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 8.

Базовый вариант технологического процесса токарных операций 010 и 020	Проектный вариант технологического процесса токарных операций 010 и 020
<ul style="list-style-type: none">• Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16Б16Т1.• Оснастка – патрон 3-хкулачковый.• Инструмент – резец контурный, Т15К6• Трудоемкость – операция 010: Тшт = 0,48 мин, То = 0,32 мин; операция 020: Тшт = 0,59 мин, То = 0,39 мин	<ul style="list-style-type: none">• Оборудование – токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1.• Оснастка – патрон 3-хкулачковый с автоматическим зажимом• Инструмент – резец контурный, со специальной стружколомающей канавкой с пластиной Т15К6.• Трудоемкость – операция 010: Тшт = 0,42 мин, То = 0,32 мин; операция 020: Тшт = 0,51 мин, То = 0,39 мин

Рисунок 8 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 8, 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 9.

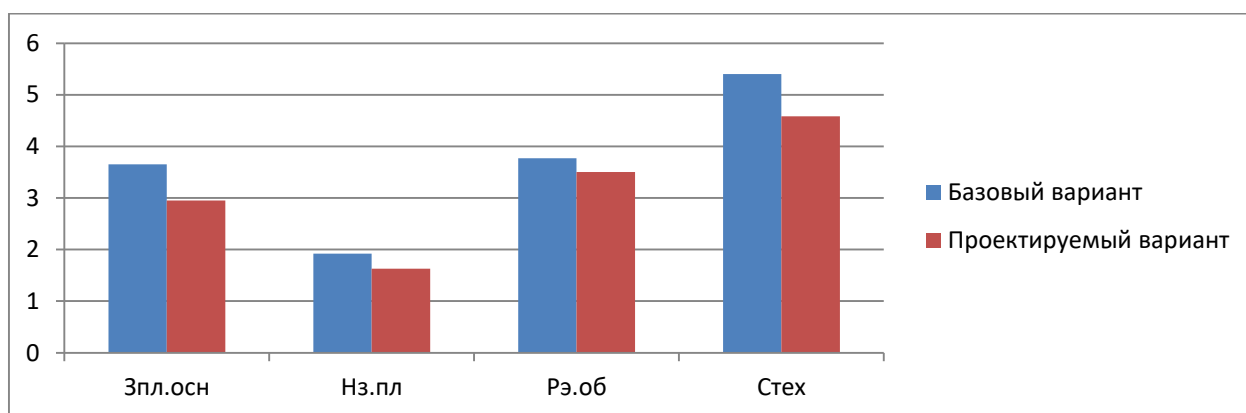


Рисунок 9 – Формирование технологической себестоимости токарных операций 010 и 020 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 9 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 20,16%.

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 10. 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.

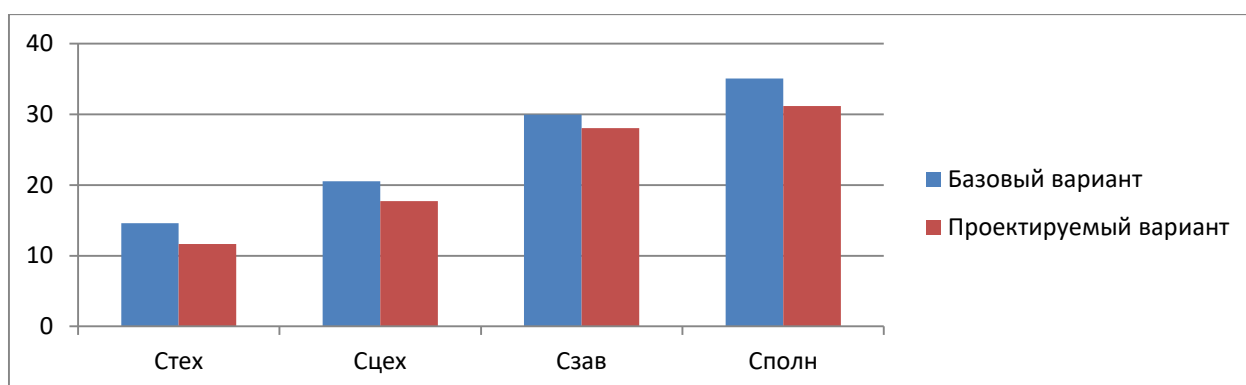


Рисунок 10 – Формирование полной себестоимости токарных операций 010 и 020 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 10, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарных операций 010 и 020 проектируемого процесса уменьшилась на 3,80 рубля, что составляет 20,19%.

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 11.

Как видно из рисунка 11, инвестиции потребуются на: закупку оборудования ($K_{ОБ}$); доставку и монтаж оборудования (K_M); проектирование ($Z_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.Пл}$); корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное

производство (*НЗП*). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (*И*) составит 552909,88 рублей.

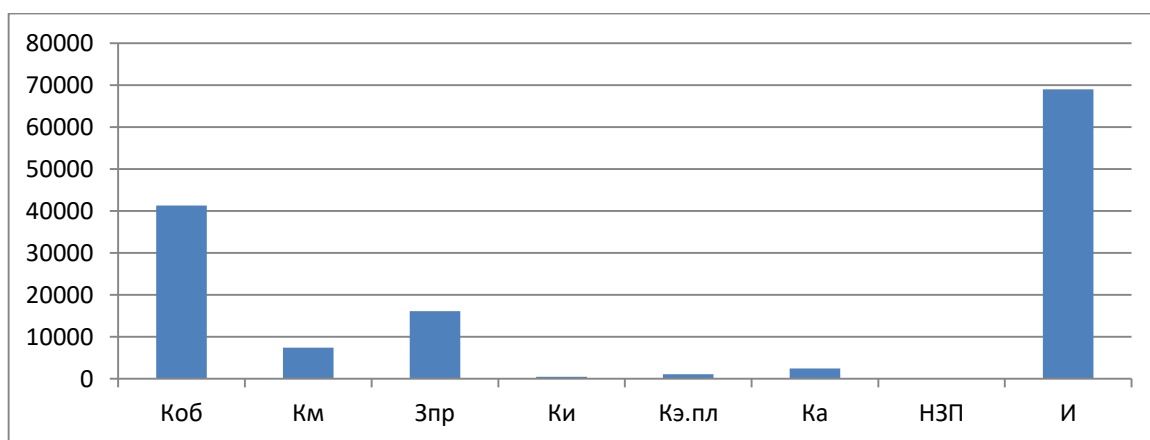


Рисунок 11 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарных операции 010 и 020, руб.

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 7 (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 8221,82 рубля. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

Заключение

В результате выполнения работы нами спроектирован технологический процесс изготовления разбрызгивателя. Разбрызгиватель является деталью, которая предназначена для осуществления распыления смазочно-охлаждающей жидкости внутри узла машины для осуществления смазки и охлаждения трущихся механизмов. Он приводится во вращение, чтобы охлаждающая жидкость не текла, а разбрызгивалась.

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 разбрызгивателя рассчитаны припуски расчетно-аналитическим методом. Этот метод наиболее подробный и точный.

В работе подробно описаны две операции токарная и фрезерная. 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 токарного кулачкового патрона клинового типа. 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.

Для фрезерной операции технологического процесса нами спроектирована четырехзубая концевая фреза, имеющая 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. Металлообработка : 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 12.4.280-2014. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. – 24 с.
5. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия – 22 с.
6. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
7. Зальцберг В.К. Расчет и конструирование многоскоростных станочных приводов : учеб. пособие / В.К. Зальцберг, А.И. Лурье. – Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 116 с.
8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М.Иванов, П.П. Серебrenицкий. – СПб. : Балт. гос. техн. ун-т, 2015. – 179 с.
9. 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.
10. 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.

11. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.

12. Лавров Г.И. Организация производства и менеджмент в машиностроении : учебное пособие / Г.И. Лавров. – Тюмень : ТюиГНГУ, 2014. – 256 с.

13. Лопанов А.Н. Управление безопасностью труда в инженерии : учебное пособие / А.Н. Липанов, О.Н. Томаровщенко. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2020. – 224 с.

14. Мещеряков А.В. Технологическая подготовка современного производства : практикум / А.В. Мещеряков, А.П. Шулепов, А.И. Хаймович. – Самара : Изд-во Самарского университета, 2019. – 152 с.

15. Погонин А.А. Проектирование технологических систем и оснастки : учебное пособие / А.А. Погонин, И.В. Шрубченко, А.А. Афанасьев. – 2-е изд., стер. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 337 с.

16. Полетаев В.А. Выпускная квалификационная работа магистра : учебное пособие / В.А. Полетаев, И.И. Ведерникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иваново : Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2018. – 148 с.

17. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. N 776н "Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда".

18. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов. Курсовое и дипломное проектирование : Учебное пособие / Ю.В.Пухаренко, В.А. Норин. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 240 с.

19. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

20. Тимирязев В.А. Основы машиностроительного производства : Учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе / Под ред. В.А. Тимирязева. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 448 с.
21. Фищенко В.Н. Обеспечение качества продукции в машиностроении : учебник / В.Н. Фищенко. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 788 с.
22. Черепяхин А.А. Технологические процессы в машиностроении: Учебное пособие / А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов. – 3-е изд., стер. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 184 с.
23. Шеломенцева И.В. Охрана труда : учебное пособие / И.В. Шеломенцева, Э.С. Дорофеева, А.А. Тарасенко. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 228 с.
24. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений. Теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В.Закураев; под ред. А.Е. Беляева. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с.
25. Ямников А.С. Расчет припусков и проектирование заготовок : учебник для вузов / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под. ред. А.С. Ямникова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82 Форма 1										
Дробь										
Взвеш										
Полн.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разработ	Плюб	Каредра ОПМП								
Проект	Ласинаб									
Удобр.		Карлус								
Н. контр.										
М 01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71									
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{всг}	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	
	-		1,0					φ39×183	1,45	
А	Цех	Уд	РМ	Опер.	Код, наименование операции					
Б					Код, наименование обработки					
А 03	XXXXXX	15	410	Токарная программная ИОТ И 37.101.7034-93	СМ	Проф.	Р	УТ	КМ	
Б 04	391148XXX	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1								
О 05	Точить шейки, выдерживая размеры φ32 _{-0,21} , φ31 _{-0,21} , φ28 _{-0,21} , L ₁ = 15 _{-0,35} , L ₂ = 137 _{-0,4} , L ₃ = 166 _{-0,4} , L ₄ = 183 _{-0,46}									
Т 06	392195XXX	Резец-вставка 25x25 ОСТ 2И10.1-83 Т5К10, 393120 Капиль-склада ГОСТ 2216-84; 393120XXX Шаблон ГОСТ 9038-83.								
Р 07			2	15929	411	Р	1	1	236	
08										
А 09	XXXXXX	20	410	Токарная программная ИОТ И 37.101.7034-93						
Б 10	391148XXX	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1								
О 11	Точить шейки, выдерживая размеры φ38,5 _{-0,1} , L = 100 _{-0,14} , α = 15° - 40°.									
Т 12	392195XXX	Резец-вставка 25x25 ОСТ 2И10.1-83 Т5К10, 393120 Капиль-склада ГОСТ 2216-84; 393120XXX Шаблон ГОСТ 9038-83.								
Р 13			2	15929	411	Р	1	1	236	
14									0,652	
А 15	XXXXXX	25	410	Токарная программная ИОТ И 37.101.7034-93						
Б 16	391148XXX	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1								
МК										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Имя		Лист		№ докум.		Подпись		Дата		Имя		Лист		№ докум.		Подпись		Дата			
Директ.																							
Взам.																							
Лект.																							
Разработчик	Плиев																						
Проверено	Логиноб																						
Удобр.																							
Н.контр.																							
М 01		Кафедра ОПМ																					
		Карпус																					
		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																					
М 02		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{вост.}	КММ	Код заготовки		Профиль и размеры		КД	МЗ										
		-		10						φ39×183			145										
А	Цех	У4	РЧ	Урег.	Код наименования операции		Код наименования оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМ	ЕН	ОТ	К _{вост.}	Т _{вост.}					
А03	Точить шейки, выдерживая размеры φ315 ^{+0,030} _{-0,05} , φ30,5 _{-0,1} , φ27,5 _{-0,084} , L ₁ =115 _{-0,2} , L ₂ =137 _{-0,16} , L ₃ =166 _{-0,16} , L ₄ =183 _{-0,185} , точить резьбу прямым. двухходов.																						
А04	p=7±0,01, f=3,5 ^{+0,030} _{-0,05} , φ25,4 _{-0,085} , сверлить отверстие φ18 _{-0,43} на длину 120 _{-0,87} .																						
Т 05	392195XXX Резец-вставка 25x25 ОСТ 2 И 10.1-83 ТК10; 393120 Капёр-скдаб ГОСТ 2216-84; 393120XXX Шаблон ГОСТ 9038-83; Сверло спиральное φ18 Р6М5К5 ГОСТ 10903-77																						
Р 06									2	15929	411	1Р	1	1	1	1	236	1	17				
А 07	XXXXXX		30																				
08																							
А 09	XXXXXX		35																				
Б 10	38122XXX	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М15Ф2																					
О 11	Шлифовать шейки, выдерживая размеры φ28 _{-0,052} φ24 _{-0,015} .																						
Т 12	391810XXX	Шлифовальный круг 1450x15x203 91А F60 L 6 V А 35 п/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; 393120XXX Шаблон ГОСТ 9038-83;																					
Т 13	393120XXX	Капёр-скдаб ГОСТ 2216-84.																					
Р 14									2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	19					
Б																							
А 16	XXXXXX		40																				
МЖ		4260 Фрезерная ИОТ И 37.7026-89																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубл.		Взам.		Подл.		Изм.		Лист		№ докум.		Подпись		Дата		Изм.		Лист		№ докум.		Подпись		Дата	
ГОСТ 3.118-82 форма 1																									
Резерв. Проб.		Плиец Логинюв				Кафедра ОПМП																		Лист 4	
Угб.						Карпус																			
Н. контр.																									
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																									
М 01																									
М 02		Код		ЕВ		МШ		ЕН		Н _{контр.}		КММ		Код заготовки		Профиль и размеры		КД		МЗ					
		-		1,0										φ39×183		φ39×183		1,45							
А		Цех		Уч		РМ		Опер.		Код наименования операции		СН		Проф.		Р		УГ		КР		КОИИ		ОП	
Б										Код наименования обработки															
Б 03		3816XXXX								Многоцелевой фрезерно-расточной станок с ЧПУ S5001															
В 04		Фрезеровать 4		шпоночных пазов		b ₁ = 8		L ₁ = 90 ^{+0,36}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,07}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}		; центровать отверстие φ2,5 ^{+0,25}	
О 05		центровать 2		отверстия φ3 ^{+0,25}		; h ₁ = 53 ^{+0,14}		; a ₁ = 18 ⁰		; сверлить отверстие φ4,5 ^{+0,03}		; нарезать резьбу М5		; сверлить 2 отверстия φ5,5 ^{+0,03}		; h ₁ = 6 ^{+0,03}									
О 06		нарезать резьбу		М6 в двух отверстиях		; сверлить отверстие φ14,4 ^{+0,36}		; h ₁ = 25,5 ± 0,26																	
Т 07		391285XXXX		Фреза шпоночная φ8 Р6М5К5		ГОСТ 9140-78		391267XXXX		Сверло центровочное φ2 Р6М5		тил А		ГОСТ 14952-75											
Т 08		391267XXXX		Сверло спиральное φ2,5 Р6М5К5		ГОСТ 10903-77		391267XXXX		Сверло спиральное φ3 Р6М5К5		ГОСТ 10903-77													
Т 09		391267XXXX		Сверло спиральное φ14,4 Р6М5К5		ГОСТ 10903-77		391267XXXX		Сверло спиральное φ4,5 Р6М5К5		ГОСТ 10903-77													
Т 10		391267XXXX		Сверло спиральное φ5,5 Р6М5К5		ГОСТ 10903-77		391269XXXX		Метчик машинный М5 Р6М5К5		ГОСТ 3266-81													
Т 11		391269XXXX		Метчик машинный М5 Р6М5К5		ГОСТ 3266-81		Фреза концевая φ14,2 ВК6																	
Т 12		393120XXXX		Калибр-скаба		ГОСТ 18355-73		393140XXXX		Шаблон		ГОСТ 2534-79													
Р В								2		18632		411		1Р		1		1		236		1		46	
14																									
А 5		XXXXXX		040		3520		Электроэрозционная ИОТ		ИИ 37.101.7026-89															
Б 16		3816XXXX		Станок электроэрозционный		копировально-прошивочный		СКЭЖ14525																	
МК																									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дирл.		Взам.		Лодл.		Изм.		Лист		№ докум.		Подпись		Дата											
Разработ.		Плюев		Кафедра ОПМП										Лист 5											
Проб.		Логинб		Корпус																					
Учлб.																									
Н. контр.																									
M 01 Сталь 40X ГОСТ 4543-71																									
M 02		Код	ЕВ	МШ	ЕН	Н _{нрл}	КММ	Код заготовки		Профиль и размеры		КД	МЗ												
		-		1,0						φ39×183			1,45												
А		Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименьшие операции		Код наименьшие обработки		Однзначные обозначения		ОМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОМД	ЕН	ОП	К _{ин}	Т _{ис}	Т _{ог}			
Б																									
M 03		Вырезаль отверстие, выдерживая размеры Н=30 ^{+0,15} , b=15 ^{+0,10} , L ₁ =18±0,2.																							
M 04		391568XXX Электрод графитовый; 393120XXX Шаблон ГОСТ 9038-83; 393140XXX Приспособление мерительное с индикатором.																							
P 05									2	18632	411	РР	1	1	1	1	1	1	1	236	1	22	7,143		
06																									
A 07		XXXXXX 050 0130 Маячная																							
B 08		375698XXX КММ																							
09																									
A 10		XXXXXX 055 0511 Гальваническая																							
11																									
A 12		XXXXXX 060 0200 Контрольная																							
13																									
14																									
15																									
16																									
МК																									

ГОСТ 3.118-82 форма 1