

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)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления втулки токарного патрона

Обучающийся

Д.В. Албаев

(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. Сярова

(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 втулки токарного патрона.

Автор: Албаев Даниил Вячеславович.

В данной выпускной работе разрабатывается техпроцесс изготовления втулки токарного патрона центра «Формула Станок». Втулка является составной частью токарного патрона, также она является телом вращения. Втулка предназначена для задания направления движения кулачкам приспособления.

Первым этапом работы были проанализированы исходные данные (конструкция детали, ее назначение и материал, из которого изготовлена втулка). В итоге был сделан вывод о соответствии материала втулки 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. Далее проведено проектирование технологических операций.

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 дисковая фреза для выполнения четырех пазов в конструкции втулки.

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

Abstract

Topic: The technological process of manufacturing the sleeve of the lathe chuck.

Author: Alibayev Daniil Vyacheslavovich.

In this graduation paper, the technical process of manufacturing the sleeve of the lathe chuck of the Formula Machine center is being developed. The bushing is an integral part of the turning chuck, it is also a body of rotation. The bushing is designed to set the direction of movement of the cams of the device.

The first stage of the work analyzed the initial data (the design of the part, its purpose and the material from which the bushing is made). As a result, it was concluded that the sleeve material meets the necessary requirements to fulfill its purpose. Also in this section, an analysis of the manufacturability of the design was carried out and appropriate conclusions were made about sufficient manufacturability.

At the second stage, the type of machine-building production was selected, where the medium-scale type of production was adopted. After that, the calculation of the two most suitable methods of manufacturing the workpiece was carried out. Further, the design of technological operations was carried out.

At the third stage, a device was designed for the turning operation of the technological process, which is automatic, that is, when this device is introduced, the percentage of manual labor on the operation is reduced.

The fourth stage in the work was designed a disk milling cutter to perform four grooves in the bushing design.

The work contains a section on safety and environmental friendliness, as well as a calculation of economic efficiency.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	8
2 Технологическая часть.....	10
2.1 Определение типа производства.....	10
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	10
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.5 Расчёт припусков.....	15
2.6 Определение режимов обработки.....	18
3 Проектирование приспособления.....	24
3.1 Анализ конструкции базового приспособления.....	24
3.2 Определение сил резания.....	25
3.3 Определение усилия зажима.....	26
3.4 Определение усилия привода.....	27
4 Проектирование режущего инструмента.....	28
4.1 Анализ исходных данных.....	28
4.2 Расчет дисковой фрезы.....	30
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
6 Экономическая эффективность работы.....	39
Заключение.....	44
Список используемой литературы.....	45
Приложение А. Технологическая документация.....	48

Введение

В машиностроительных производствах часто встречаются детали, которые являются телами вращения. Их обработку относят к отдельному типу ввиду простоты изготовления. Одной из основных операций изготовления тел вращения является токарная обработка. На токарных операциях заготовка закрепляется в патрон или фиксируется на оправке и ей придается вращательное движение. Движением подачи является поступательное движение инструмента.

Токарные патроны являются наиболее часто встречающимися приспособлениями токарных станков. По конструкции они бывают двух-, трех- и четырехкулачковыми, поводковыми, самозажимными с эксцентриковыми кулачками и так далее. Тип зажима в патронах может быть рычажным, клиновым или винтовым. Трехкулачковые токарные патроны являются самоцентрирующими приспособлениями, то есть они центрируют заготовку при установке.

В центре «Формула Станок» Тольяттинского государственного университета имеются различные оборудование, на котором производится обучение, а также это оборудование используется для изготовления деталей при постройке нового технологического оборудования.

Токарный трехкулачковый патрон должен иметь хорошую работоспособность и долговечность. От этого зависит качество изготавливаемых на станке изделий. Соответственно от качества изготовления составляющих сборное приспособление деталей зависит и характеристика патрона в целом.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления втулки токарного патрона заданного качества в необходимом количестве с минимальными затратами на производство.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

«Токарные патроны служат, как правило, для закрепления коротких заготовок по наружной или внутренней поверхности. По типу приводов их делят на ручные и механизированные, по числу кулачков – на двух-, трех-, четырехкулачковые и более; по типу центрирования – на универсальные, специальные, самоцентрирующие и с независимым перемещением кулачков; по конструкции – на клиновые, рычажно-клиновые, рычажные, специальные, винтовые и спирально-реечные». [12]

«Трехкулачковые самоцентрирующие патроны предназначены для закрепления заготовок круглой и шестигранной формы (рисунок 1). Трехкулачковые самоцентрирующие патроны наиболее распространены. Их конструкция обеспечивает одновременное перемещение трех кулачков в радиальном направлении, благодаря чему ось заготовки устанавливается по оси шпинделя». [12]



Рисунок 1 - Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

Деталь втулка является составной частью токарного патрона, также она является телом вращения. Она предназначена для задания направления движения кулачкам приспособления.

1.2 Классификация поверхностей детали

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

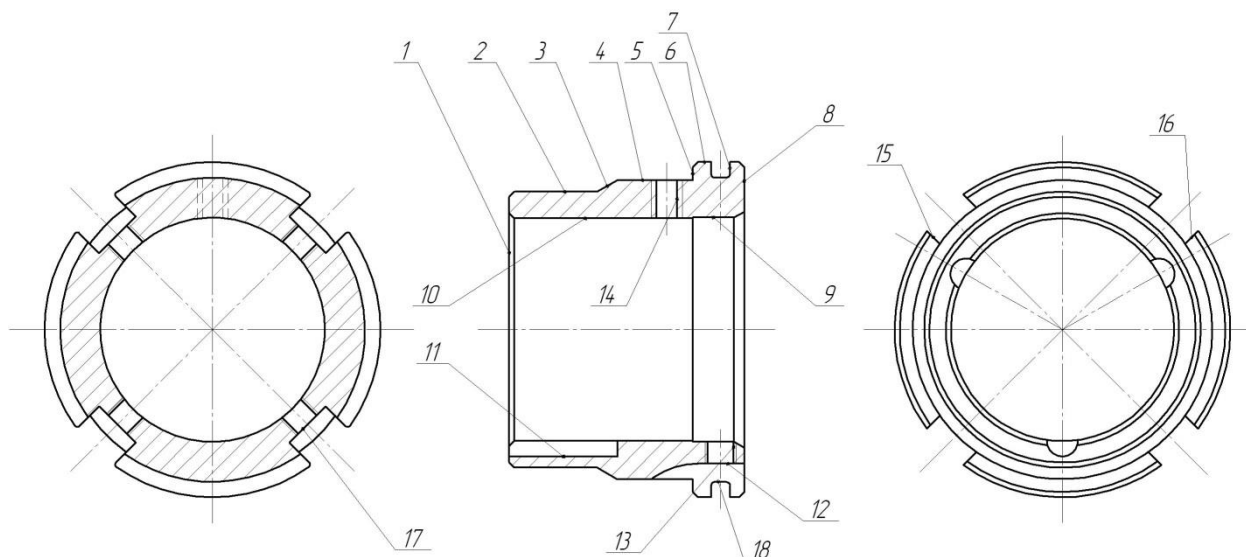


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями втулки являются три внутренних поверхности 13, по которым скользят толкатели, приводящие в движение кулачки, боковые поверхности пазов 15 и 16, предназначенные для поворота детали на необходимый угол.

Основными конструкторскими базами втулки являются центральная внутренняя цилиндрическая поверхность 10 и торцовая поверхность 1.

Вспомогательными конструкторскими базами втулки являются отвесные поверхности наружного паза 7, резьбовые поверхности для крепежей 13 и 14

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом фланца является конструкционная сталь 40ХГНМ ГОСТ 4543-2016 [14].

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

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40ХГНМ

σ_B , МПа	Ψ , %	σ_T , МПа	δ_5 , %	НВ
980	32	835	12	241

«Машиностроительные стали общего назначения, из которой изготовлена деталь, применяют для изготовления самых разнообразных деталей машин и механизмов (валы, оси, шестерни и др.) в машиностроении. Однако снижение веса машин, повышение их надежности достигается главным образом за счет применения легированных конструкционных сталей общего назначения, которые обладают не только более высокими механическими свойствами, чем углеродистые, но и имеют лучшие технологические свойства. При легировании конструкционных сталей общего назначения учитывается, что легирующие элементы увеличивают прокаливаемость стали, повышают устойчивость против отпуска, измельчают зерно, упрочняют феррит». [2]

«Различают две группы конструкционных легированных машиностроительных сталей: цементируемые и улучшаемые. К цементируемым сталям относятся углеродистые и легированные стали, содержащие 0,1-0,25% С». [2]

«По прокаливаемости стали делят на стали средней, повышенной и высокой прокаливаемости. Стали средней прокаливаемости имеют

прокаливаемость в деталях диаметром до 25-35 мм. Стали повышенной прокаливаемости имеют прокаливаемость в деталях диаметром до 50-75 мм. Стали высокой прокаливаемости имеют прокаливаемость на глубину более 75 мм. Наиболее распространение получили стали 40ХГНМ, 25ХНВА, 33ХНЗМ, 38ХНЗМА. Благодаря наличию Мо и W снижена склонность к отпускной хрупкости. Применяются для изготовления роторов турбин, шестерен, валов. К дефектам легированных сталей металлургического характера относятся дендритная ликвация; флокены (мелкие внутренние трещины), образующие при быстром охлаждении ниже 200°С, так как не успевает выделиться водород; отпускная хрупкость». [2]

Таким образом, материал втулки является конструкционной легированной сталью общемашиностроительного назначения высокой прокаливаемости, свойства которой описаны выше.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Тип производства определяется в зависимости от номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В соответствии с ГОСТом 14.004-83 различают три типа производства: единичное, серийное и массовое». [14]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m=0,41$ кг и программа выпуска в $N=10\ 000$ деталей в год. Исходя из этих параметров [3], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями) и сравнительно большим объемом выпуска. Объем выпуска предприятия серийного производства колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий. В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Однако такое деление является условным, так как производство изделий различных размеров, сложности и трудоемкости и при одном и том же количестве в партии может быть отнесено к разным видам серийности». [14]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В серийном производстве применяются станки разнообразного назначения: универсальные, специализированные и специальные. Технологические процессы расчленены на отдельные операции, которые закрепляются за определенными станками. Средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве, но выше, чем в массовом. Используются специализированные и специальные приспособления,

специальный режущий и измерительный инструмент (предельные калибры и скобы). Технологическая документация разрабатывается подробно. Применяются технически обоснованные расчетные нормы выработки. Серийное производство значительно экономичнее единичного; является наиболее распространенным типом производства в общем и среднем машиностроении (станкостроение, производство прессов, деревообрабатывающих станков)». [14]

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». [3]

«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». [3]

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

При штамповке масса заготовки будет равна 0,82 кг, а при прокате 0,99 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [8].

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$. [8]

Тогда

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [7]

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

где $C_{ум} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_e = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$. [8]

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 [7].

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

где $Q_{ум} = 0,82; q = 0,41$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [8]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 0,82 + 0,6578(0,82 - 0,41) - (0,82 - 0,41)0,0144 = 0,4924 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [7].

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

где $Q_{пр} = 0,99; q = 0,41$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [8]}$$

Тогда

$$C_{ин} = 0,2219 \cdot 0,99 + 0,6723(0,99 - 0,41) - 0,0144(0,99 - 0,41) = 0,6013 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Рассчитаем коэффициент использования материала

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

$$K_{им} = \frac{0,41}{0,82} = 0,5.$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«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». [8]

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

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

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

Согласно необходимой точности (IT 8) поверхностей 10 и их шероховатости (Ra 0,8) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое внутреннее шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 11, 12 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: фрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 10) поверхностей 13, 14 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: сверление.

Согласно необходимой точности (IT 10) поверхностей 15, 16, 17 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: фрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 9) поверхности 18 и её шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

2.5 Расчёт припусков

«Припуски на механическую обработку определяются нормативно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам следует производить после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода изготовления заготовки. Для определения заготовки припуск определяется для наиболее точных поверхностей заготовки, расположенных по двум-трем координатам. При этом эта расчетная поверхность должна выполняться при изготовлении заготовки». [1]

Определим припуски на обработку поверхности 10 с параметрами $\varnothing 43,2F8_{+0,025}^{+0,064}$ мм, $L = 34,5$ мм, $Ra = 0,8$ мкм расчетно-аналитическим методом.

«Для вычисления операционных припусков необходимо знать весь состав переходов, параметры качества поверхностного слоя по переходам: среднеарифметическая высота профиля микронеровностей, толщина дефектного слоя, погрешности формы и расположения заготовки в переходах и погрешности установки заготовки в переходах». [1]

Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, термообработки, чернового и чистового внутреннего шлифования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$\langle a = R_z + h_o \rangle. [10] \quad (6)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\langle \Delta = 0,25 \cdot TD \rangle. [10] \quad (7)$$

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

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,25 = 0,063.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$\langle\langle Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} \rangle\rangle. [10] \quad (8)$$

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

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{TO})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0^2} = 0,060.$$

$$\langle\langle Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i) \rangle\rangle. [10] \quad (9)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,751 + 0,5(1,4 + 0,250) = 1,576.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(TD_{TO} + TD_3) = 0,125 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,195.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(TD_3 + TD_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,039) = 0,070.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$D_{4\min} = 43,264.$$

$$D_{4\max} = 43,225.$$

$$D_{3\min} = D_{4\max} - 2 \cdot Z_{4\min} = 43,225 - 2 \cdot 0,060 = 43,105.$$

$$D_{3\max} = D_{3\min} - TD_3 = 43,105 - 0,039 = 43,066.$$

$$D_{TO\min} = D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 43,066 - 2 \cdot 0,125 = 42,816.$$

$$D_{TO\max} = D_{TO\min} - TD_{TO} = 42,816 - 0,100 = 42,716.$$

$$D_{2\min} = D_{TO\max} \cdot 0,999 = 42,716 \cdot 0,999 = 42,773.$$

$$D_{2\max} = D_{2\min} - TD_2 = 42,773 - 0,062 = 42,711.$$

$$D_{1\min} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 42,711 - 2 \cdot 0,263 = 42,185.$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} - TD_1 = 42,185 - 0,250 = 41,935.$$

$$D_{0\min} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 41,935 - 2 \cdot 0,751 = 40,433.$$

$$D_{0\max} = D_{0\min} - TD_0 = 40,433 - 1,400 = 39,033.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(39,033 + 40,433) = 39,733.$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(42,185 + 41,935) = 42,060.$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(42,773 + 42,711) = 42,742.$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5(42,816 + 42,716) = 42,766.$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(43,066 + 43,105) = 43,086.$$

$$D_{cp4} = 0,5(D_{4\max} + D_{4\min}) = 0,5(43,264 + 43,225) = 43,245.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$\langle 2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \rangle. [10]$$

(11)

$$2Z_{\min} = 43,225 - 40,433 = 2,792.$$

$$\langle\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \rangle\rangle. [10] \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 2,792 + 1,400 + 0,039 = 4,231.$$

$$\langle\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle\rangle. [10] \quad (13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,620 + 4,445) = 3,512.$$

Исходя из рассчитанных припусков, спроектируем заготовку для изготовления втулки.

2.6 Определение режимов обработки

«Режим резания механической обработки включает в себя следующие основные элементы: глубина резания, подача, скорость резания или число оборотов. Элементы режимов резания выбираются таким образом, чтобы была достигнута наибольшая производительность при наименьшей себестоимости технологической операции. Выбранные режимы резания (глубина, подача и скорость резания) определяют точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки». [14]

«При токарной обработке исходя из заданных припусков, материала детали и конструкции режущего инструмента сначала устанавливают глубину резания, затем подачу и в последнюю очередь скорость резания. Глубину резания при черновой обработке назначают по возможности максимальную, равную всему припуску на обработку; при чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований к точности размеров и шероховатости обрабатываемой поверхности». [14]

2.6.1 Определение режимов обработки на токарную операцию 005.

Переход 1.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,0; S = 0,3$. [9]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$. [9]

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

Частота вращения

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

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 69} = 830,8 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

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

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 800}{1000} = 173,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

$$S = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

$$T_0 = \frac{48}{240} = 0,20 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,0; S = 0,3$. [9]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [9]$$

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

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42,4} = 1352,0 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42,4 \cdot 1250}{1000} = 166,4 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{375} = 0,13 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,20 + 0,13 = 0,33$$

2.6.2 Определение режимов обработки на токарную операцию 020.

Переход 1.

Примем глубину резания и подачу $t = 3,0; S = 0,2$. [9]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [9]$$

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

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65,6} = 873,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65,6 \cdot 800}{1000} = 164,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{160} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,3; S = 0,2. [9]$

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [9]$$

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

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 45,8} = 1251,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,8 \cdot 1250}{1000} = 179,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1250 = 250 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{12}{250} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,3; S = 0,2$. [9]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180. [9]$$

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

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65} = 881,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 800}{1000} = 1633 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{160} = 0,11 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,03 + 0,05 + 0,11 = 0,19, \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов обработки на фрезерную операцию 025.

«Назначение режимов резания при фрезеровании заключается в определении глубины резания, подачи на зуб фрезы, минутной подачи, скорости резания, числа оборотов фрезы». [14]

Примем глубину резания и подачу $t = 6,5; S_z = 0,025$. [9]

Рассчитаем подачу на оборот шпинделя

$$S_0 = S_Z \cdot z. \quad (19)$$

где $z = 14$.

$$S_0 = 0,025 \cdot 14 = 0,35, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}, \quad (20)$$

где $D = 80; t = 6,5; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30$. [9]

$$V = \frac{7,0 \cdot 80^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 6,5^0 \cdot 0,35^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,5, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 72} = 90,7, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 80 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 80}{1000} = 18,1, \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,25 \cdot 80 = 20, \text{ мм/мин.}$$

Определим основное время по формуле

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S}, \quad (21)$$

где $n_{отв} = 4; L_{px} = 19$.

$$T_0 = \frac{4 \cdot 19 \cdot 2}{20} = 7,60 \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы обработки внесем в технологическую документацию и в карты технологических наладок, представленные в графической части.

3 Проектирование приспособления

3.1 Анализ конструкции базового приспособления

«Закрепление заготовок в приспособлениях является одним из наиболее важных моментов эксплуатации приспособлений. Так, если допущена ошибка в схеме базирования, то она приведет к появлению брака. Если же допущена ошибка при расчете требуемых сил закрепления, то при эксплуатации возможны случаи травматизма, что недопустимо. И виноват будет конструктор, разработавший конструкцию приспособления. Поэтому данному разделу в методике проектирования необходимо уделить значительно более внимание». [16]

В процессе точения на операции 020 заготовка закрепляется по наружной цилиндрической поверхности и упирается в торец, как показано на рисунке 3. Зажим заготовки осуществляется вручную. Задачей данного раздела автоматизировать процесс зажима заготовки.

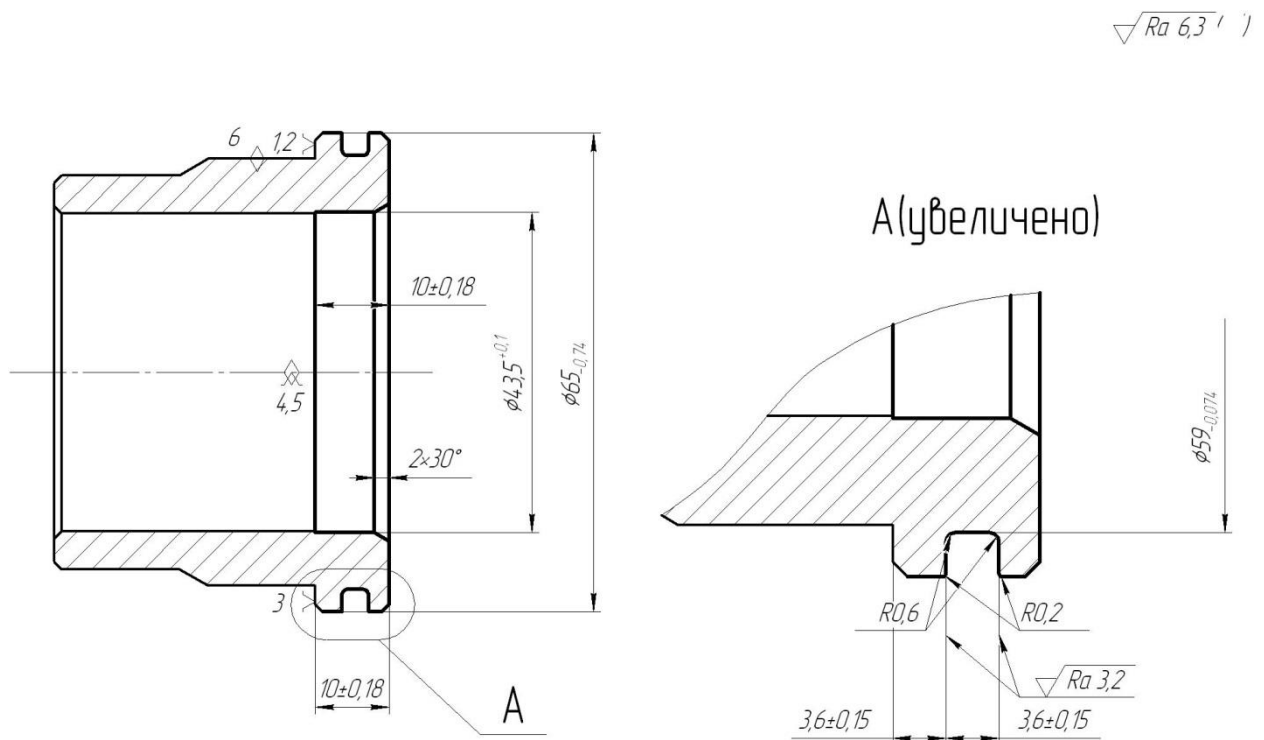


Рисунок 3 - Схема операции 020

3.2 Определение сил резания

«При расчете требуемой силы закрепления первоочередной задачей является выявление всех действующих на заготовку сил, их изменение как по величине, так и по направлению и месту приложения в каждый момент времени. Только в таком случае появляется возможность определить максимальную силу закрепления заготовки и избежать нарушения контакта ее с установочными элементами или смещения. Для большинства случаев основной силой, по которой рассчитывают силу закрепления, является сила резания. Сила резания как вектор может менять как величину, так и направление». [16]

В процессе обработки на токарном станке на заготовку действуют силы резания. Определим их. [1]

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где для P_Y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$; [20]

для P_Z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$. [20]

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{п_z} \cdot K_{np_z}, \quad (23)$$

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{п_z} \cdot K_{np_z} = 1,222 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,2423.$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{п_y} \cdot K_{np_y} = 1,222 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,6864.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,0^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 164,8^{-0,15} \cdot 1,2423 = 15549, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 164,8^{-0,3} \cdot 1,6864 = 906,79, \text{ Н.}$$

3.3 Определение усилия зажима

Определим крутящий момент.

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

Рассчитаем момент силы зажима.

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

Тогда

$$M_p = \frac{15549 \cdot 65}{2} = 505343, \text{ Н.}$$

Эти моменты должны быть взаимно уравновешены, поэтому

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

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 $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [12]

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

Примем коэффициент трения $f = 0,3$. [12]

Тогда

$$W_z^1 = \frac{1,8 \cdot 1554,9 \cdot 65}{0,3 \cdot 58} = 10455,4, \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)}. \quad (28)$$

$$\text{Тогда } W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{10455,4}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 12300,5 \text{ Н.}$$

3.4 Определение усилия привода

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

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (29)$$

Рассчитаем величину характеристики конструкции

$$i = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1} \quad (30)$$

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

Тогда по формуле (29) получим

$$Q = \frac{12300,5}{1,9} = 6473,9, \text{ Н.}$$

Чертеж спроектированного приспособления, автоматизированного пневматическим приводом, представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Анализ исходных данных

На 025 фрезерной операции осуществляется обработка четырех симметричных пазов шириной 10 мм. В этом разделе спроектируем режущий инструмент для этой операции.

«Дисковые фрезы пазовые, двух- и трехсторонние (рисунок 4) используются при фрезеровании пазов и канавок. Пазовые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности и предназначены для обработки относительно неглубоких пазов (рисунок 4, а). Для уменьшения трения по торцам на пазовых фрезах предусматривается вспомогательный угол в плане ω порядка 30° , т.е. толщина фрезы делается на периферии больше, чем в центральной части, у ступицы. Важным элементом пазовой фрезы является ее толщина, которая выполняется с допуском 0,04-0,05 мм. По мере износа зубьев в результате поднутрения толщина фрезы уменьшается. Однако, это не имеет практического значения, так как величина уменьшения невелика». [18]

«Дисковые двухсторонние (рисунок 4, б) и трехсторонние фрезы (рисунок 4, в) имеют зубья не только на цилиндрической поверхности, но и на одном или обоих торцах. Главные режущие кромки располагаются на цилиндре. Боковые режущие кромки, располагающиеся на торцах, принимают незначительное участие в резании и являются вспомогательными. Дисковые фрезы имеют прямые или наклонные зубья. У фрез с прямыми зубьями на торцевые кромках передние углы равны нулю, что ухудшает условия их работы». [18]

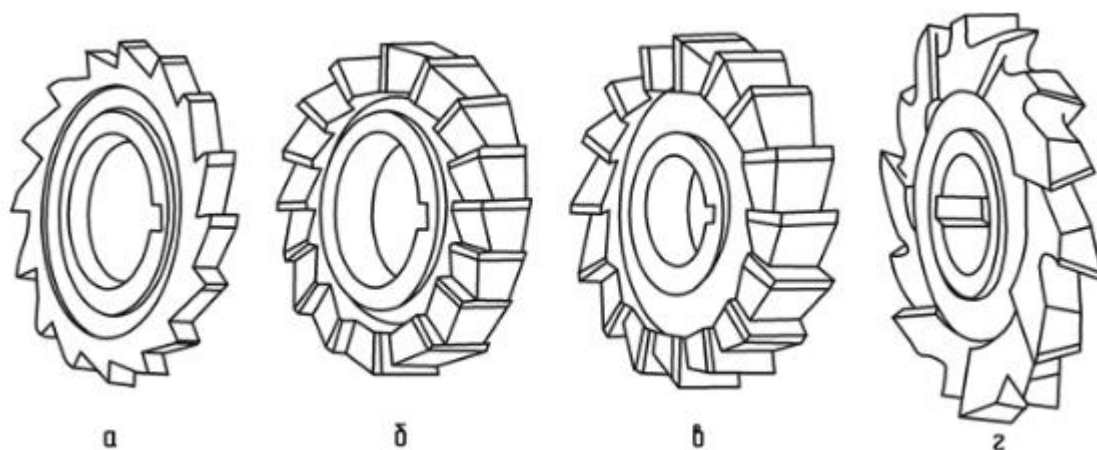


Рисунок 4 – Дисквые фрезы

«Чтобы получить у двухсторонних фрез на боковых кромках положительные передние углы применяются фрезы с наклонными зубьями. С этой же целью трехсторонние фрезы выполняются с разнонаправленными зубьями (рисунок 4, г). Они работают всеми зубьями, расположенными на цилиндре. На торцах же половина зубьев, имеющих отрицательные передние углы, срезана. Эти фрезы обладают высокой производительностью, несмотря на частично срезанные зубья». [18]

На рисунке 5 представлена схема операции 025.

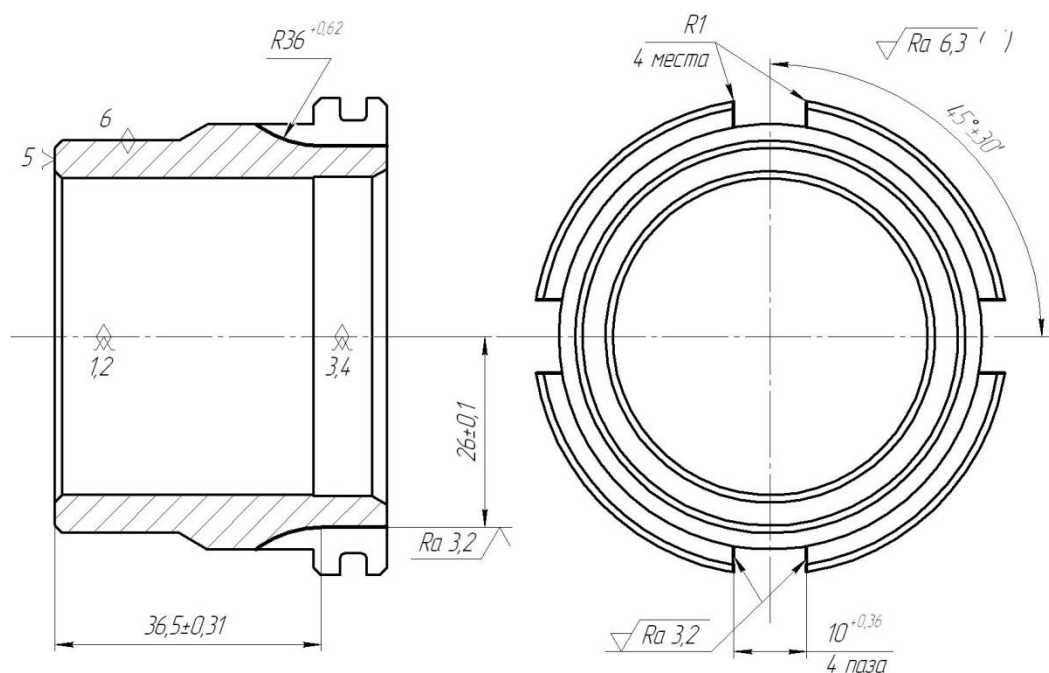


Рисунок 5 - Схема операции 025

4.2 Расчет дисковой фрезы

Определим диаметр посадочного отверстия

$$\ll d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15}, \quad (31)$$

где h – глубина профиля обрабатываемой детали;
 b – ширина профиля обрабатываемой детали». [6]

Из характера обработки примем $h = 6,5; b = 10$ мм.

Тогда $d_0 = 5,28 \cdot 6,5^{0,48} \cdot 10^{0,15} = 18,3$, мм.

Выберем из стандартного ряда $d_0 = 27$ мм.

Определим наружный диаметр фрезы

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0. \quad (32)$$

Тогда $d_a \approx 2,5 \cdot 27 = 67,5$ мм.

Определим высоту профиля зуба фрезы

$$h_1 = h + (1...3). \quad (33)$$

$h_1 = h + 2,5 = 6,5 + 2 = 8,5$, мм.

Определим количество зубьев фрезы

$$\ll z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1}, \quad (34)$$

где A – коэффициент, равный 1,8...2,5 для черновых фрез, 1,3...1,8 для чистовых». [23]

Примем $A = 1,8$ мм.

$$\text{Тогда } z = \frac{3,14 \cdot 67,5}{1,8 \cdot 8,5} = 13,85 .$$

Примем $z = 14$.

«Значение переднего угла γ выбирают положительным в зависимости от обрабатываемого материала, что способствует улучшению процесса резания. При этом для чистового фрезерования необходим коррекционный расчет размеров профиля фрезы. Обычные фасонные фрезы делают с $\gamma=0$. Значение заднего угла α выбирают в пределах 8...15°, в точке при вершине профиля фрезы задний угол α_v обычно берут 10...12°». [6]

Примем $\alpha_v = 10^\circ$. [21, 24]

Определим задний угол фрезы по формуле

$$\ll \operatorname{tg} \alpha_N = \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \alpha_s \cdot \sin \tau, \quad (35)$$

где τ – угол между касательной к профилю фрезы в рассматриваемой точке i_p и плоскостью, перпендикулярной к ее оси;

R_i – радиус рассматриваемой точки;

R – наружный радиус фрезы». [6]

Определим величину затылования

$$k = \frac{\pi \cdot d_a}{z} \operatorname{tg} \alpha_s. \quad (36)$$

Тогда $k = \frac{3,14 \cdot 67,5}{14} \operatorname{tg} 10^\circ = 2,7$, мм.

Примем $k = 3$ мм.

Выберем центральный угол канавки из условия

$\psi = \frac{360^\circ}{6 \cdot z}$, если $h_1 < 15$; $\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot z}$, если $h_1 > 15$.

У нас $\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot 14} = 6,43^\circ = 6^\circ 26'$.

Рассчитаем радиус закругления впадины по формуле

$$r = \left(\frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi_1 / 2). \quad (37)$$

Тогда $r = \left(\frac{67,5}{2} - 8,5 - 3 \right) \sin 5^\circ = 1,94 \approx 2$, мм.

Определим высоту зуба фрезы по формуле

$$H = h_1 + k + r. \quad (38)$$

Тогда $H = 8,5 + 3 + 1 = 12,5$, мм.

Выполним уточнение наружного диаметра фрезы

$$\ll d_a = d_0 + 2m + 2H, \quad (39)$$

где $m = 10$ мм – толщина фрезы». [6]

Тогда $d_a = 27 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 12,5 = 72$, мм.

В качестве материала для изготовления фрезы примем быстрорежущую сталь Р6М5. [5, 25]

Спроектированный режущий инструмент – дисковая фреза представлена в графической части настоящей работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе содержится анализ безопасности и экологичности технологического процесса изготовления втулки токарного патрона.

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 втулки токарного патрона	Фрезерная	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный станок 6P82	сталь 40ХГНМ
	Токарная		Фреза диаметр 80, z=14 P6M5 Приспособление специальное Оправка Токарный станок Samat-400XC Резец контурный правый Т15К6 ГОСТ 18878-73 Резец расточный Т15К6 ГОСТ 185872-73 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 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 втулки токарного патрона. 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 корпуса втулки токарного патрона. Методы и средства приведены в таблице 4.

«При описании процедуры управления профессиональными рисками работодателем учитывается следующее: управление профессиональными рисками осуществляется с учетом текущей, прошлой и будущей деятельности работодателя; тяжесть возможного ущерба растет пропорционально числу людей, подвергающихся опасности; все оцененные профессиональные риски подлежат управлению; процедуры выявления

опасностей и оценки уровня профессиональных рисков должны постоянно совершенствоваться и поддерживаться в рабочем состоянии с целью обеспечения эффективной реализации мер по их снижению; эффективность разработанных мер по управлению профессиональными рисками должна постоянно оцениваться». [19]

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» [15]	«Ботинки с амортизирующими подошвами» [4], «вибропоглощающие перчатки» [4]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«Инструктажи по охране труда. Приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [15]	Противошумные вкладыши или наушники
Поражение электрическим током	«Инструктажи по охране труда. Заземление оборудования. Изоляция токоведущих частей. Системы аварийного отключения» [15]	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	6P82 Samat-400XC	Д	«Неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [15]	«Взрывы, Изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования» [15]

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]
1	2	3
Технологический процесс изготовления втулки токарного патрона	разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а	пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	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 [5]	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» [3]	«Структурные элементы техпроцесса» [3]	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
Изготовление втулки токарного патрона	6P82 Samat-400XC	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 втулки токарного патрона
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

«Выполнение конкретных производственных задач, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда, способствует не только формированию инженерных навыков, которые необходимы в практической работе по специальности, но и выработке тактики и стратегии прогнозирования и планирования мероприятий по охране труда». [19]

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 исполнении операций технологического процесса изготовления втулки токарного патрона, 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 втулки токарного патрона.

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 на участке механической обработки втулки токарного патрона (рисунок 6).

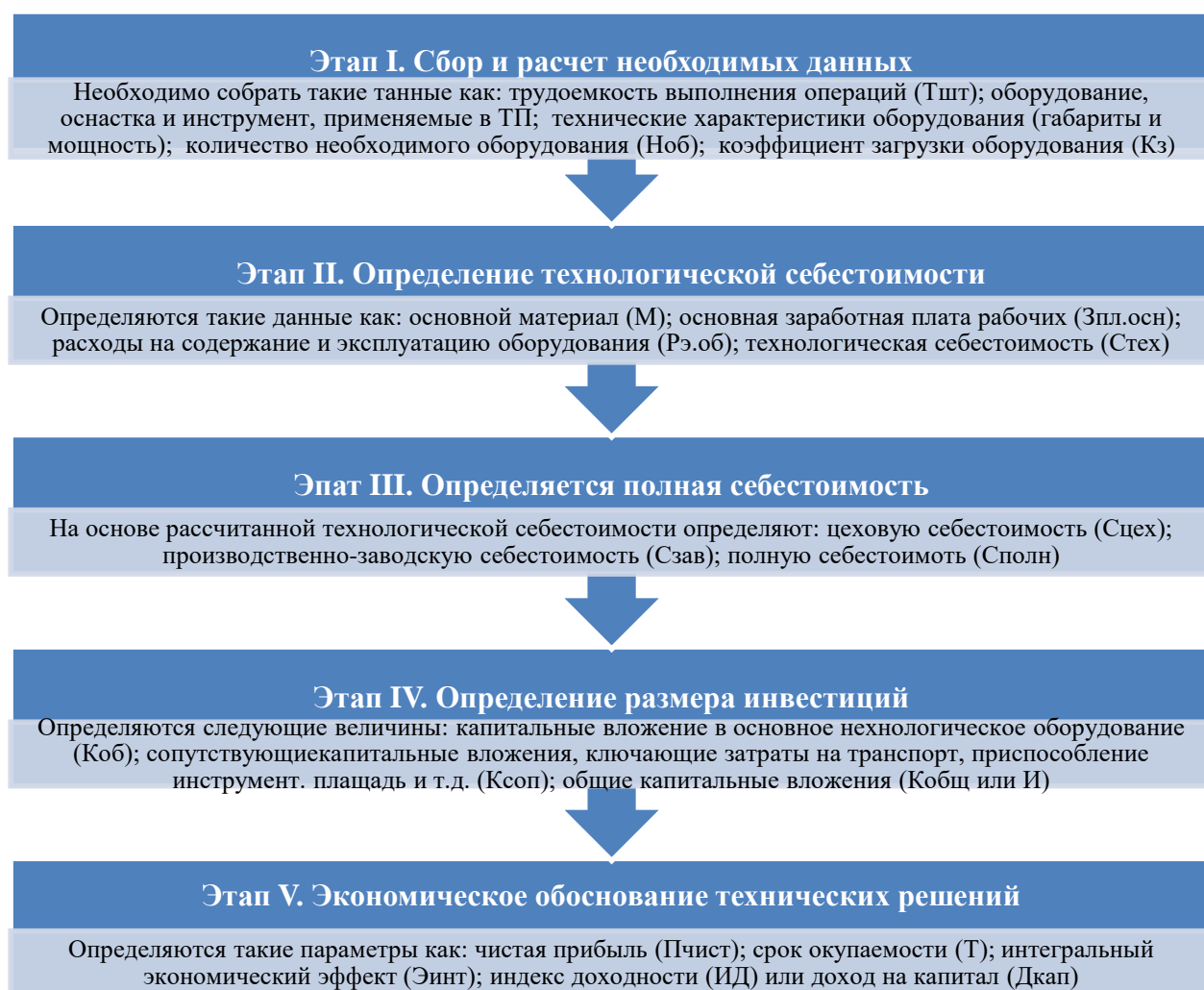


Рисунок 6 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 6, 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 втулки токарного патрона в виде рисунка 7.

<p align="center">Базовый вариант технологического процесса токарных операций 010 и 020</p>	<p align="center">Проектный вариант технологического процесса токарных операций 010 и 020</p>
<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; резец канавочный T15K6; резец расточный T15K6 • <u>Трудоемкость</u> – операция 010: Тшт = 0,49 мин, То = 0,33 мин; операция 020: Тшт = 0,29 мин, То = 0,19 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 T15K6; резец канавочный T15K6; резец расточный T15K6. • <u>Трудоемкость</u> – операция 010: Тшт = 0,43 мин, То = 0,33 мин; операция 020: Тшт = 0,25 мин, То = 0,19 мин

Рисунок 7 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 7, 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 8.

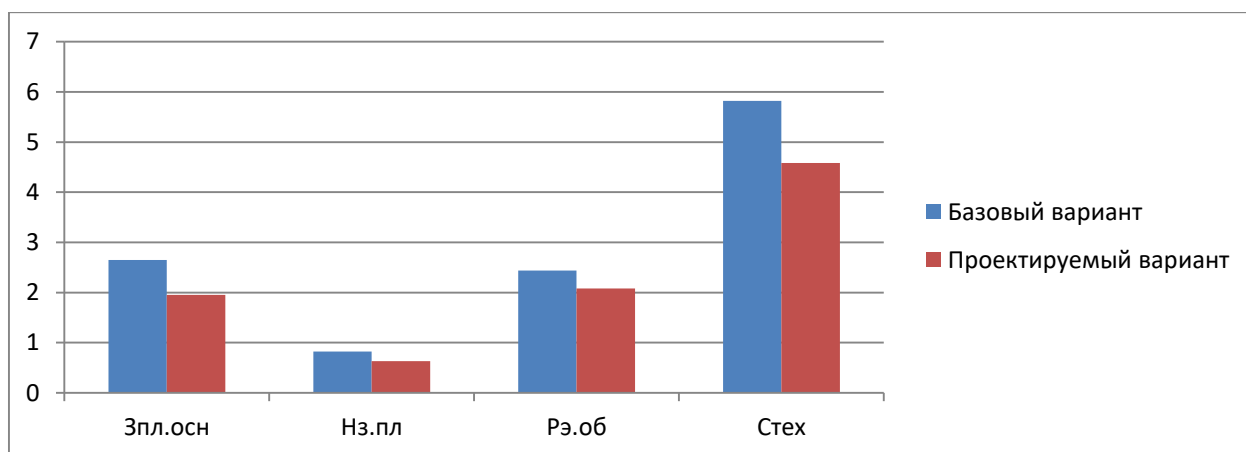


Рисунок 8 – Формирование технологической себестоимости токарных операций 010 и 020 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 8 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 22,03%.

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 9. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости изготовления втулки токарного патрона. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

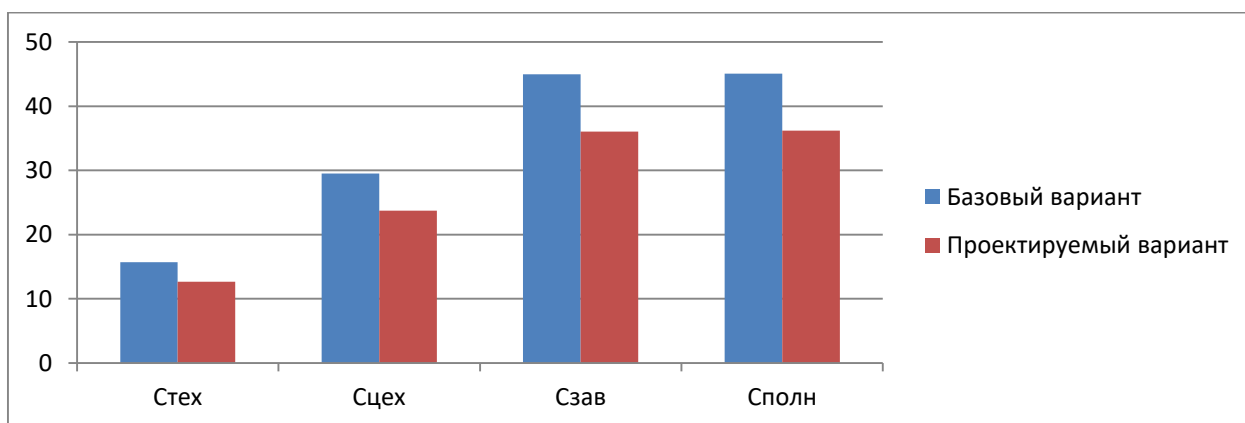


Рисунок 9 – Формирование полной себестоимости токарных операций 010 и 020 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 9, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарных операций 010 и 020 проектируемого процесса уменьшилась на 2,68 рубля, что составляет 14,8%.

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 10.

Как видно из рисунка 10, 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 (I) составит 67235,12 рублей.

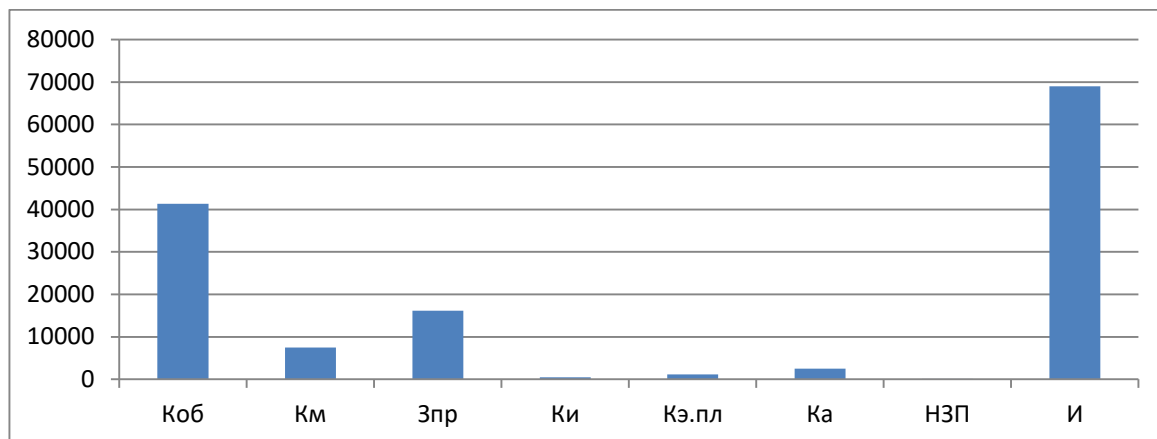


Рисунок 10 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарных операции 010 и 020, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса изготовления втулки токарного патрона. 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 6 (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 5472,67 рубля. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

Заключение

В результате выполнения работы нами спроектирован технологический процесс изготовления втулки токарного патрона, которая предназначена для задания направления движения кулачкам приспособления.

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 втулки 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 станочного приспособления – трёхкулачкового патрона. Это приспособление с одной стороны реализует теоретическую схему базирования, а с другой стороны является автоматизированным приспособлением. В отличие от базового варианта техпроцесса теперь зажим и разжим заготовки будет выполняться в автоматическом цикле.

Для фрезерной операции технологического процесса нами спроектирована дисковая фреза, имеющая износостойкое покрытие для увеличения стойкости.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. 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.
2. Гетьман А.А. Материалы для современных конструкций с искусственным интеллектом: учебник для вузов / А.А. Гетьман, В.А. Палеха, А.В. Васильева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 292 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. – 21 с.
6. Зубарев Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. - Санкт-Петербург, Лань, 2022. – 228 с.
7. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемьшев, В.Г. Юрьев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург, Лань, 2021. – 312 с.
8. 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.
9. Копылов Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю.Р. Копылов. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 496 с.

10. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие для ВО / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 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. 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.
13. 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.
14. Некрасов Ю.И. Производственные и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / Ю.И. Некрасов, У.С. Путилова, Р.Ю.Некрасов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 246 с.
15. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. N 776н "Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда".
16. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
17. Схиртладзе А.Г. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н.Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. - СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 256 с.
18. 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.

19. Фомин А.И. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности: учеб. пособие / А.И. Фомин. – Кемерово : КузГТУ, 2017. – 254 с.

20. 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.

21. Baranov P.P. PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF ROBOTICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM THE PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVE / P.P. Baranov, A.Y. Mamyshev, A.A.Plotnikov, D.Y. Voronov, E.M. Voronova // PROPOSITOS Y REPRESENTACIONES. 2020. T. 8. № 2. С. e511.

22. Kane M.M. IMPROVING THE EFFICIENCY OF GEAR MILLING OF CYLINDRICAL GEARS WITH WORM CUTTERS WHEN USING PULSE FEED // Mechanisms and Machine Science (book series). 2021. T. 101. С. 417-426.

23. Loginov N.Yu. OPTIMISATION OF ELECTRO-SPARK COATING METHOD / N.Yu. Loginov, V.A. Gulyaev, O.Yu. Khudyakova // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. С. 012016.

24. Petukhov Yu.E. DETERMINING THE SHAPE OF THE BACK SURFACE OF DISC MILLING CUTTER FOR MACHINING A CONTOURED SURFACE / Yu.E. Petukhov, A.V. Movsesyan // Russian Engineering Research. 2007. T. 27. № 8. С. 519-521.

25. Polyakova E. ENVIRONMENTAL SECURITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF LARGE URBAN CENTRES / E.Polyakova, L. Gorina // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. "1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century, TRESP 2021" 2021. С. 01003.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.											5	2
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа						Кшт	Тшт.		
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт.	
T01	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый			ГОСТ 2675-80;										
T02	392190 Резец сборной проходной правый T15K6			ГОСТ 18878-73; 392190 Резец сборной расточной T15K6	ГОСТ 20874-75;									
T03	393311 Штангенциркуль ШЩЦ – III – 150 – 0.05			ГОСТ 166-89; 393120 Калибр – пробка для контроля отверстий	ГОСТ 24851-81.									
04														
A05	XX	XX	XX	015	4233	Токарная чистовая программная с ЧПУ	ИОТ № 63							
B06	38	1021	5	Токарный станок с ЧПУ	SAMAT-400XC	I	16045	322	I	I	I	284	I	
O07	Точить поверхность 5, выдерживая размер 10.3±0.18;													
O08	точить поверхность 4, выдерживая размер Ø58-0.74;													
O09	точить поверхность 3, выдерживая размер: 30 ⁰ ±30'; 27.8±0.26;													
O10	точить фаску 1x45 ⁰ ; точить поверхность 2, выдерживая размер: Ø53.5-0.74; 27.8±0.26;													
O11	точить фаску 1x45 ⁰ ; точить поверхность 1, выдерживая размер 45.8±0.31; точить фаску 1x45 ⁰ ;													
O12	точить поверхность 10, выдерживая размер: Ø43 ^{-0.062} .													
T13	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый			ГОСТ 2675-80;										
T14	392190 Резец сборной проходной правый T15K6			ГОСТ 18878-73;										
T15	392190 Резец сборной расточной T15K6			ГОСТ 20874-75;										
T16	393410 Микрометр			ГОСТ 6507-90; 393311 Штангенциркуль ШЩЦ – I – 150 – 0.05	ГОСТ 166-89;									
T17	393120 Калибр – пробка для контроля отверстий			ГОСТ 24851-81.										
МК														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.											5	3					
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа						Тпз.	Кшт	ОП	ЕН	Тшт.				
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Кшт	ОП	ЕН	Тшт.		
A01	XX	XX	XX	020	4233	Токарная чистовая программная с ЧПУ ИОТ.№ 63													
B02	38	1021	5	Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС	1	16045	322	1	1	1	1	284		1					
O03	Точить паз (поверхности 7, 18), выдерживая размеры: $3,6 \pm 0,15$ и $3,6 \pm 0,16$; $\varnothing 59_{-0,74}$; точить фаску $2 \times 30^\circ$;																		
O04	точить поверхность 9, выдерживая размеры $\varnothing 43,5^{+0,1}$; $10 \pm 0,18$; точить поверхность б, выдерживая размер $\varnothing 65_{-0,74}$;																		
O05	точить фаску $1 \times 45^\circ$; точить поверхность 8, выдерживая размер $10 \pm 0,18$.																		
T06	396110 Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80;																		
T07	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																		
T08	392190 Резец сборный канавочный Р6М5 ГОСТ 18885 - 73; 392190 Резец сборный расстойной Т15К6 ГОСТ 20874-75;																		
T09	393311 Штангенциркуль ШЦЦ - I - 150 - 0.05 ГОСТ 166-89;																		
T10	393410 Микрометр ГОСТ 6507 -90; 393120 Калибр - пробка для контроля отверстий ГОСТ 24851-81.																		
I1																			
A12	XX	XX	XX	025	4234	Фрезерная ИОТ.№ 67													
B13	38	1022	0	Горизонтально-фрезерный станок БР82	1	19479	322	1	1	1	1	284		1					
O14	Фрезеровать поверхность 15, 16 и 17(4 паза), выдерживая размеры: $10^{+0,36}$, $26 \pm 0,1$, $R1, R15^{+0,45}$, $9 \pm 0,18$, $45^\circ \pm 30'$.																		
T15	396141 Универсальная делительная головка УДГ-150 ГОСТ 8615-89.																		
T16	391802 Фреза дисковая трёхсторонняя Р6М5 $\varnothing 72$;																		
T17	XXXXXX Спецшаблон; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ - I - 150 - 0.05 ГОСТ 166-89																		
I8																			
МК																			

