

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 вала-шестерни робота-
манипулятора

Студент

Д.А. Перьков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультант

к.э.н. Н.В. Зубкова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Студент: Перьков Дмитрий Алексеевич.

Тема работы: Технологический процесс изготовления вала-шестерни робота-манипулятора.

В первой части работы проводится анализ назначения детали «вал-шестерня робота-манипулятора», анализируется назначение каждой из поверхностей, рассматривается вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается вал-шестерня, а также о его свойствах. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во второй части работы проводится технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определяется тип производства для изготовления детали и описываются его характеристики, выполняется выбор методов обработки каждой поверхности детали, составляется план изготовления вала-шестерни, рассчитываются припуски на одну из поверхностей, определяются режимы резания на некоторые технологические операции.

В третьей части проектируется специальное станочное приспособление – токарный патрон, имеющий автоматизированный привод.

В четвертой части работы для обработки центрального отверстия разработана конструкция многолезвийного режущего инструмента – протяжки круглой.

В работе имеется раздел по безопасности и экологичности, где проработаны рекомендации по совершенствованию условий труда на участке механической обработки.

В завершении работы выполнен экономический расчет, показывающий эффективность модернизации базового техпроцесса.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение 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 технологического процесса...	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.5 Расчет припусков.....	13
2.6 Назначение режимов обработки.....	17
3 Проектирование станочного приспособления.....	24
3.1 Сбор исходных данных.....	24
3.2 Определение зажимного усилия	25
3.3 Расчёт зажимного механизма патрона	26
4 Проектирование режущего инструмента.....	28
4.1 Исходные данные.....	28
4.2 Проектирование круглой протяжки.....	28
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5.1 Описание технического объекта.....	33
5.2 Описание мероприятий по безопасности и экологичности.....	33
6 Экономическая эффективность работы.....	36
Заключение.....	40
Список используемой литературы	41
Приложение А Маршрутные карты.....	44

Введение

На сегодняшний день в связи с обширной автоматизацией машиностроительных производств труд рабочих частично заменяется на работу промышленных роботов. Ярким представителем таких устройств является робот-манипулятор, в состав которого входит деталь, технологический процесс изготовления которой нам предстоит разработать в данной работе.

Роботы манипуляторы используются в различных цехах машиностроительных предприятий: в литейных производствах, сборочно-кузовных, механосборочных, окрасочных, транспортно-складских и так далее.

В нашем случае объектом рассмотрения является робот-манипулятор механосборочного производства, который перемещает обрабатываемую деталь по технологической цепочке между двумя станками. Он имеет электромеханический привод, стационарное основание, является перепрограммируемым устройством.

Робот-манипулятор управляется с помощью предварительно разработанной числовой программы, учитывая сигналы имеющихся на нем датчиков.

Задачей робота-манипулятора является захват обработанной заготовки с одного станка, перемещение заготовки до другого станка, правильная ориентация детали для последующей обработки и возврат в исходное положение.

Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни робота-манипулятора с минимальной себестоимостью для выполнения заданного объема выпуска деталей.

1 Анализ исходных данных

«Манипулятор состоит из устройства движения – пространственного рычажного механизма, захватывающего устройства и рабочих инструментов. Устройство движения обеспечивает необходимые поступательные и вращательные перемещения объекта за счет пневматических, гидравлических или электрических приводов. Захватывающее устройство обеспечивает захват, ориентацию и закрепление объекта в манипуляторе. Рабочие инструменты содержат приспособления и инструменты, необходимые для выполнения запланированной технологической операции: например сборки отверткой, покраски пульверизатором, клещами для контактной сварки». [13]

В нашем случае манипулятор выполняет транспортную и ориентационную функции.

«Развитие современного машиностроения основывается на комплексном применении фундаментальных знаний в области прецизионной механики, информатики, компьютерного управления и микроэлектроники. Эти знания формируются в интегрированную систему знание, которую можно условно назвать «Компьютерные технологии в машиностроении». Они характеризуются применением CAD/CAE/CAM и CALS компьютерных систем, обеспечивающих повышение эффективности автоматизированного конструирования, проектирования, производства и эксплуатации машин». [13]

1.1 Служебное назначение детали.

«Возможны два варианта конструктивного исполнения шестерен зубчатых передач: как одно целое с валом (вал-шестерня) и отдельно от него (насадная шестерня). Качество (жесткость, точность и т.д.) вала-шестерни оказывается выше, стоимость изготовления – ниже, чем вала насадной шестерни, поэтому все шестерни редукторов выполняют как одно целое с

валом. Насадные шестерни применяют, например, в тех случаях, когда по условиям работы они должны быть подвижными вдоль оси вала». [17]

Вал-шестерня получает вращение от привода внутренними шлицами и передает вращение дальше по кинематической цепи наружным зубчатым венцом.

1.2 Классификация поверхностей детали.

«Конструктор при проектировании машины разрабатывает теоретическую схему базирования каждой детали и в ее конструктивную форму включает комплект поверхностей или заменяющих его других элементов, материализующих ее собственную систему координат. Этот комплект и есть основная база базлируемой детали. Вместе с тем он создает некоторый комплект поверхностей (заменяющих элементов) другой детали, которыми материализуется выбранная система координат. Эти поверхности и служат вспомогательной базой базлирующей детали. Затем он устанавливает (назначает) размерные связи между этими комплектами по всем координатным направлениям». [15]

Пронумеруем поверхности вала-шестерни и представим это на рисунке 1.

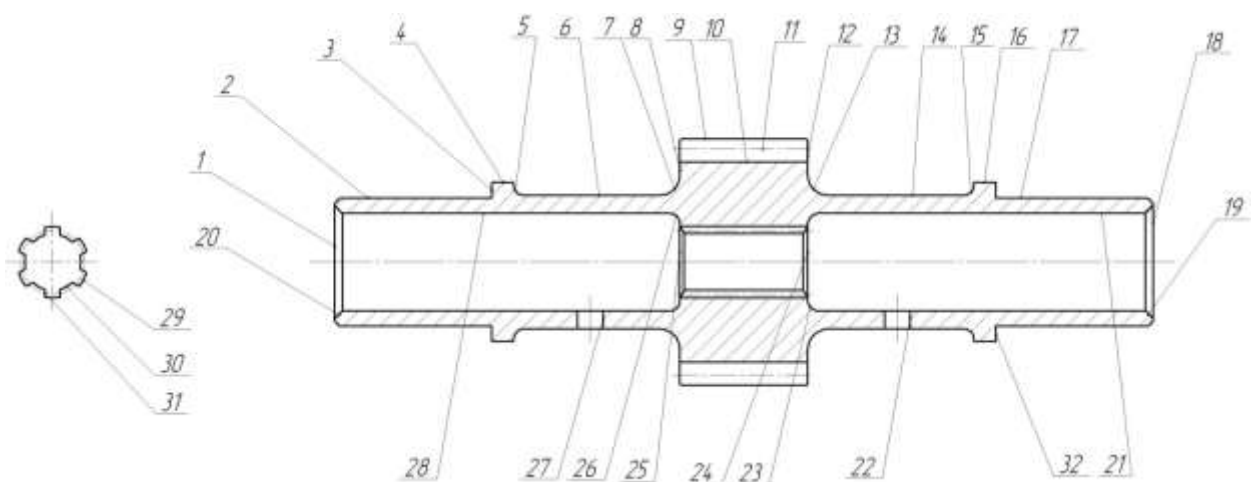


Рисунок 1 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями вала-шестерни являются боковые поверхности внутреннего шлицевого отверстия 31, которыми деталь воспринимает вращение, а также боковые поверхности наружного зубчатого венца 11, которыми деталь передает вращение далее по кинематической цепи работа-манипулятора.

Основными конструкторскими базами вала-шестерни являются цилиндрические наружные поверхности 2 и 17, по которым деталь базируется в подшипниках, а также торцовая поверхность 3, по которой деталь ориентируется в осевом направлении.

Вспомогательными конструкторскими базами вала-шестерни являются отверстия под штифты 22 и 27, и внутренняя цилиндрическая поверхность шлиц 30.

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Материалом вала-шестерни является конструкционная сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [6]. Данный материал соответствует требованиям по прочности и твердости. Он состоит из углерода (С) с содержанием 0,17...0,23%, марганца (Mn) с содержанием 0,7...1,1%, фосфора (Р) с содержанием не более 0,035%, кремния (Si) с содержанием 0,17...0,37%, никеля (Ni) с содержанием 1,0...1,4%, серы (S) с содержанием не более 0,35%, хрома (Cr) с содержанием 0,45...0,75%, меди (Cu) с содержанием не более 0,3%. Остальное в составе стали – железо (Fe). Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

σ_B	ψ	σ_T	δ_5	НВ
МПа	%	МПа	%	не более
700	50	590	14	187

«Горячекатанную и кованную металлопродукцию с качеством поверхности 1ГП испытывают на горячую осадку на 65% (65). На осаженных образцах не должно быть трещин, закатов и надрывов. Обезуглероживание металлопродукции с обточенной (ободранной) поверхностью и металлопродукции со специальной отделкой поверхности, в том числе металлопродукции, предназначенной для закалки токами высокой частоты (ТВЧ), не допускается. Макроструктура металлопродукции, произведенной из слитка (КМС1), при проверке на протравленных темплатах или в изломе не должна иметь остатков усадочной раковины, подусадочной рыхлоты, подкорковых пузырей, трещин (кроме дефектов поверхности проб), диаметром или толщиной 40 мм и более должны соответствовать указаниям». [6]

«Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Информационный образ детали создан конструктором и содержится в конструкторской документации». [15]

«Конструктивная форма детали – это замкнутый объем, образованный сочетанием простых геометрических поверхностей – плоскостей, цилиндров, конусов, сфер и т.д. Например, простейшая втулка образуется сочетанием наружного и внутреннего цилиндров и двух кольцевых плоскостей торцов, перпендикулярных к оси цилиндрических поверхностей. Разные втулки, имея один и тот же состав образующих их поверхностей, отличаются друг от друга размерами этих поверхностей и их взаимным расположением. Так, при расстоянии между осями наружного и внутреннего цилиндров, равным нулю (соосные цилиндры), имеем равностенную втулку. Если же это расстояние отлично от нуля, имеем разностенную (эксцентричную) втулку». [15]

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат [5] и штамповку на горизонтально-ковочных машинах [8].

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства.

«Тип производства – классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности, и объема выпуска изделий. В зависимости от сочетаний указанных признаков (показателей) современные производства подразделяют на следующие типы: массовое, серийное и единичное». [18]

В нашем случае будем основываться на массе заготовки $m=0,53$ кг и программе выпуска в $N=5000$ деталей в год. Исходя из этих показателей [18], принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых и ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска. «Под производственной партией понимают группу заготовок одного наименования, типоразмера и исполнения, изготавливаемых или ремонтируемых по неизменной конструкторской документации, как правило одновременно». [18]

«В механосборочных цехах серийного производства наряду с универсальным (стандартным) оборудованием, приспособлениями и инструментом применяют специализированные и специальные средства технологического оснащения. В серийном производстве широко используются автоматы, полуавтоматы, агрегатные станки, станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и гибкие производственные системы (ГПС) из станков с ЧПУ, управляемые от ЭВМ, что позволяет легко перестраивать производство на обработку очередной партии деталей других типоразмеров

или другой конфигурации. Предусматриваются также переналаживаемые автоматические линии из станков различных типов». [18]

«Технологические операции в серийном производстве проектируют состоящими из нескольких технологических переходов, т.е. концентрированными. Партии деталей между операциями хранят у станков, периодически транспортируя их на другие рабочие места. Иногда партии деталей хранят на промежуточных складах или на специальных площадках. Число деталей, хранящихся на промежуточном складе, должно обеспечивать бесперебойную сборку. Объем запаса зависит от вида производства и уровня организации работы в цехе». [18]

Согласно этих данных далее будем проектировать технологический процесс изготовления вала-шестерни.

2.2 Выбор метода получения заготовки.

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат и штамповку на горизонтально-ковочных машинах. В этом разделе рассчитаем себестоимость заготовок, изготовленных данными методами и сравним их.

При штамповке масса заготовки будет равна 1,3 кг, а при прокате 2,1 кг.

Рассчитаем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [12].

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$. [12]

Тогда

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [17].

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

где $C_{ум} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_M = 1,0; k_n = 1,0$. [17]

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].

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

где $Q_{ум} = 1,3; q = 0,53$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [12]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 1,3 + 0,6578 (1,3 - 0,53) - (1,3 - 0,53) 0,0144 = 0,8485 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [12].

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

где $Q_{пр} = 2,1; q = 0,53$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [12]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 2,1 + 0,6578 (2,1 - 0,53) - 0,0144 (2,1 - 0,53) = 1,2661 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее выгодным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

Годовая экономия при этом

$$\mathcal{E}_2 = (C_{пр} - C_{ум}) N_2 = (1,2661 - 0,8485) 5000 = 2088 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

«Приступая к выбору методов достижения требуемой точности изделия, прежде всего необходимо сформулировать задачи, которые требуется решить в процессе достижения его точности. Эти задачи вытекают из требований к точности изделия, и каждая из них касается обеспечения точности одного из параметров размерных цепей. При проведении конструктором расчетов на точность уже были избраны методы ее достижения по каждому из параметров. Технологию необходимо установить эти методы, оценить, удачен ли их выбор при заданном масштабе выпуска, организационной форме процесса, проверить правильность постановки размеров и допусков в чертежах изделия и наличие компенсаторов, если достижение требуемой точности каких-то параметров предполагается вести методом регулировки или пригонки». [1]

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 5) поверхностей 1, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 18 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 5) и требуемой шероховатости (Ra 0,4) поверхностей 2, 17 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, полирование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхностей 3, 32 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхностей 19, 20 назначим последовательность их обработки: центровально-подрезная, центрошлифовальная обработка.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 5) поверхностей 21, 23, 24, 25, 26, 28 назначим последовательность их обработки: сверление, расточка.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 5) поверхностей 22, 27 назначим последовательность их обработки: сверление.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 11) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 29, 31 назначим последовательность их обработки: протягивание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 7) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхности 30 назначим последовательность ее обработки: протягивание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхности 11 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое зубофрезерование.

2.5 Расчет припусков.

«Припуск – слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Операционный припуск – слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции. Операционный припуск равен сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию. Промежуточный припуск определяют как разность размеров заготовки, полученных на смежном предшествующем (i-1)-м и выполняемым i-м технологических переходах. Общим припуском называют сумму промежуточных припусков по всему технологическому маршруту обработки данной поверхности. Общий припуск равен разности размеров исходной заготовки и готовой детали, измеренных от одной базы».

[18]

«На практике крайне важно установить оптимальные значения припусков. Если припуски занижены, то невозможно удалить с заготовки дефектные поверхностные слои и получить требуемую точность и шероховатость поверхностей детали. В отдельных случаях создаются неприемлемые условия для работы режущих инструментов (например, по окалине или литейной корке), что служит причиной образования брака. Это ведет к повышению себестоимости изготавливаемых деталей. Завышенные припуски приводят к перерасходу материала, энергии и режущего инструмента, требуют введения дополнительных технологических переходов или рабочих ходов, что увеличивает трудоемкость процессов и повышает себестоимость обработки деталей. Кроме того, при увеличенных припусках иногда удаляется наиболее износостойкий слой с функциональных поверхностей детали». [18]

Определим припуски на обработку поверхности 2 с параметрами $\varnothing 25k5^{+0,011}_{+0,002}$, $L = 30$ мм, $Ra = 0,4$ мкм расчетно-аналитическим методом. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, термообработки, чернового и чистового шлифования и полирования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$a = R_z + h_o . [3] \quad (5)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [3] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,21 = 0,053 .$$

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

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,032 = 0,008 .$$

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

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,009 = 0,002 .$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} . [3] \quad (7)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,025 .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0} = 0,253 .$$

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

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038 .$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,015 + \sqrt{0,003^2 + 0} = 0,018 .$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) . [3] \quad (8)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,025 + 0,5(2,5 + 0,21) = 2,38 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,384 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,032) = 0,163 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,038 + 0,5(0,032 + 0,013) = 0,061 .$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,018 + 0,5(0,013 + 0,009) = 0,029 .$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 25,002 .$$

$$d_{5\max} = 25,011 .$$

$$d_{i\min} = d_{(i+1)\max} + 2 \cdot Z_{(i+1)\min} . [3] \quad (9)$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 25,011 + 2 \cdot 0,029 = 25,069 .$$

$$d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i . [3] \quad (10)$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 25,069 + 0,009 = 25,078 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 25,078 + 2 \cdot 0,038 = 25,154 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 25,154 + 0,013 = 25,167 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 25,167 + 2 \cdot 0,121 = 25,409 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 25,409 + 0,084 = 25,493 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 25,493 \cdot 0,999 = 25,384 \cdot 0,999 = 25,384 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 25,384 + 0,052 = 25,904 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 25,904 + 2 \cdot 0,253 = 26,410 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 26,410 + 0,210 = 26,620 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 26,620 + 2 \cdot 1,025 = 28,670 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 28,670 + 2,500 = 31,170 .$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) . \quad (11)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(31,17 + 28,67) = 29,92 .$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(26,620 + 26,410) = 26,515 .$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(25,904 + 25,384) = 25,644 .$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(25,167 + 25,154) = 25,161 .$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(25,078 + 25,069) = 25,074 .$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(25,011 + 25,002) = 25,007 .$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max} . \quad (12)$$

$$2Z_{\min} = 28,67 - 25,011 = 3,659 .$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 . \quad (13)$$

$$2Z_{\max} = 3,659 + 2,5 + 0,009 = 6,168 .$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) . \quad (14)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,659 + 6,168) = 4,914 .$$

2.6 Назначение режимов обработки.

«Расчетно-табличный метод определения режимов резания требует при своем использовании многих данных, уточненное получение которых в производственных условиях не всегда возможно. К тому же в целом ряде случаев бывает достаточным иметь исходные режимы, которые могут быть приняты за основу при отработке режимов до оптимальных, если такое потребуется. Такие исходные режимы можно определить как режимы первого отбора». [10]

«Исходные режимы обычно рекомендуются производителями инструмента, в частности твердосплавного, поскольку это в первую очередь связано с выбором инструментального материала в зависимости от обрабатываемого материала и его обрабатываемости, в частности, по характеру образования стружки при резании. Несмотря на колоссальное многообразие обрабатываемых материалов, все они по характеру образуемой при резании стружки были разделены (Международной организацией по стандартизации – ISO) вначале на три большие группы – Р, М и К, к которым потом были добавлены еще три – N, S и H. Указанные группы обрабатываемых материалов отличаются не только по характеру образующейся стружки, но и по усилиям резания, возникающим в процессе обработки. Они различаются как по средней величине, так и по колебаниям относительно этой средней величины». [10]

2.6.1 Расчет режимов обработки на операцию 010 .

«Выбор подачи и скорости резания начинают с уточнения (выбора) глубины резания, определяемой припуском на обработку. Выбор подачи при черновой обработке, экономически целесообразной по прочности режущей части, осуществляют в зависимости от факторов, влияющих: на прочность режущей части (материал инструмента, форма и размер режущей пластины, тип конструкции инструмент и др.); на среднюю нагрузку (сила резания и

напряжения в инструменте, зависящие от свойств обрабатываемого материала, глубины резания и других параметров); на прочность через виброустойчивость технологической системы и колебания нагрузки (типоразмер станка, вылет ползуна, конструкция и размеры инструмента)». [10]

«Подачу для чистовой обработки выбирают в зависимости от требуемой точности, а также шероховатости (последняя непосредственно обусловлена технологической документацией или связана с заданной точностью обработки). Из этих двух подач выбирают наименьшую». [10]

Примем глубину резания и подачу $t = 2,5; S = 0,9$. [19]

«Значения скорости резания определяют (для принятого материала инструмента и заданного материала детали) в зависимости от глубины резания и подачи с учетом основных поправочных коэффициентов K . При этом должна быть принята во внимание заданная стойкость инструмента. При чистовой обработке, а также при обработке цветных сплавов необходимо установить, что скорость резания не превышает скорость V_p , допустимую с учетом требований эргономики (психофизиологических возможностей рабочего)». [10]

Скорость резания

$V_0 = 180$ м/мин. [19]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (15)$$

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0$. [19]

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (16)$$

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48,5} = 683 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 48,5 \cdot 630}{1000} = 96 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (18)$$

$$S = 0,9 \cdot 630 = 567 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{PK}}{S}. \quad (19)$$

$$T_0 = \frac{110}{567} = 0,19 \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов обработки на операцию 020.

Переход 1.

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

Скорость резания

$$V_0 = 135 \text{ м/мин. [19]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0$. [19]

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48} = 690 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 630}{1000} = 95 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{105}{126} = 0,83 \text{ мин.}$$

Переход 2.

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

Скорость резания

$$V_0 = 135 \text{ м/мин. [19]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0$. [19]

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 31} = 1068 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 1000}{1000} = 97 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{4}{200} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_D, [19] \tag{20}$$

$L_p = 65$ - длина обработки;

$L_{II} = 8$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 65 + 8 + 0 = 73$, мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda, \quad (21)$$

где

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1;$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,1$ мм/об.

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (22)$$

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

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 19} = 179,3, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 160 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,55, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{73}{32} = 2,28, \text{ мин.}$$

Переход 4.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,5; S = 0,9$. [19]

Скорость резания

$$V_0 = 135 \text{ м/мин. [19]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0$. [19]

Тогда $V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 19} = 1741 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 1600}{1000} = 95,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1600 = 1440 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{10}{1440} = 0,01 \text{ мин.}$$

«Рекомендации по применению марок твердых сплавов обычно являются ориентировочными и применительно к конкретным операциям требуют уточнений. Например, невысокая жесткость технологической системы может явиться причиной применения более прочных твердых сплавов. С другой стороны, если заданная производительность чистовой обработки обеспечивается применением твердых сплавов для черновой обработки, то это предпочтительно, так как обеспечивает повышенную надежность. Важным фактором, определяющим надежность работы

инструмента, является принятая геометрия его заточки, конструктивное решение, схема его установки и крепления на станке». [10]

2.6.3 Расчет режимов обработки на операцию 035.

Переход 1.

Группа обрабатываемости обрабатываемого материала – 3. [19]

Группа качества – 3. [19]

Выбираем СОЖ - сульфозфрезол. [19]

Осевая сила резания

$$P = q_0 \cdot \sum l_p \cdot k_p, \quad (23)$$

где $q_0 = 72$ Н/мм. [19]

$$\sum l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c}, \quad (24)$$

где $Z_p = \frac{25}{8} = 3,25$.

$Z_c = 4$. [19]

$$\sum l_p = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 4}{2} = 87,92, \text{ мм.}$$

Осевая сила резания

$$P = 7,2 \cdot 87,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 633, \text{ кгс.}$$

$$P = 9,81 \cdot 633 = 6210, \text{ Н.}$$

Скорость резания $V = 8$ м/мин.

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_D \cdot \eta}{P}, \quad (25)$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{1692} = 34, \text{ м/мин.}$$

Условие $V > V_{\text{дон}}$ ($34 > 8$) выполняется.

Рассчитанные режимы обработки указаны на технологических наладках и в технологических картах.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Сбор исходных данных.

На операции 025 Токарная для базирования и фиксации заготовки применяется трёхкулачковый токарный патрон. Если его автоматизировать, то сократится вспомогательное время на операцию, что принесет экономический эффект.

«Использование приспособлений способствует повышению производительности и точности обработки, сборки и контроля; облегчению условий труда, сокращению количества и снижению необходимой квалификации рабочих; строгой регламентации длительности выполняемых операций; расширению технологических возможностей оборудования; повышению безопасности работы и снижению аварийности». [21]

Схема операции представлена на рисунке 2.

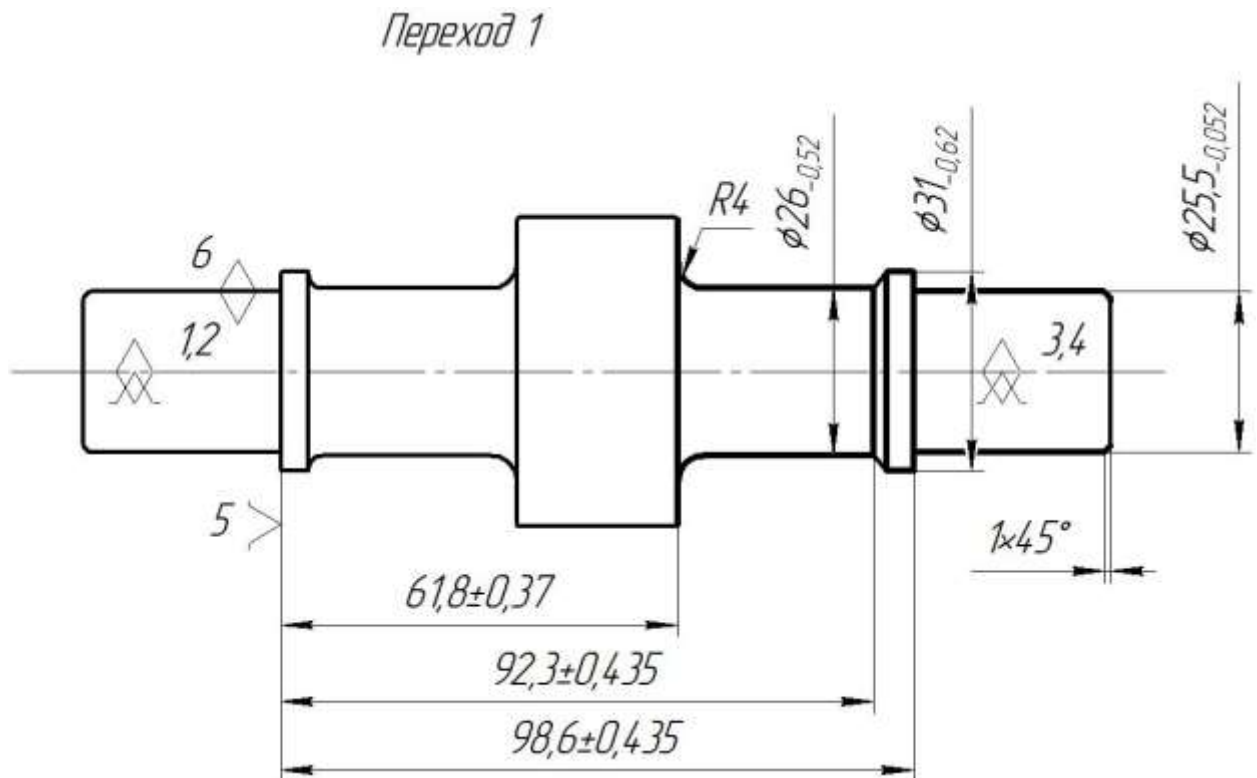


Рисунок 2 - Схема операции 025

«В серийном и массовом производстве экономически оправдано применение специальных приспособлений со встроенным или прикрепляемым силовым приводом (преимущественно пневматическим или гидравлическим. Помимо общих требований – точность, жесткость, компактность – главная задача при конструировании сводится к максимальной механизации и автоматизации приспособления с целью повышения точности обработки, производительности и облегчения труда рабочих». [2]

3.2 Определение зажимного усилия.

Найдем составляющие силы резания P_z и P_y

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (26)$$

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

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

$$K_p = 0,9. \quad [21]$$

Тогда

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

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 0,9129 = 103,42, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 95^{-0,3} \cdot 1,279 = 86,68, \text{ Н.}$$

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый по формуле:

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый зависимостью:

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}, \quad (27)$$

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}. \quad (28)$$

Коэффициента запаса K определим по формуле:

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

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1; K_3 = 1. \quad [21]$$

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$.

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 103,42 \cdot 48}{0,3 \cdot 25,5} = 1168, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт зажимного механизма патрона.

Усилие, создаваемое приводом

$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (30)$$

где $i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1} \cdot [19]$

В нашем случае $\alpha = 20^\circ$;

$$\varphi = \arctg \cdot f_1 = \arctg \cdot 0,1 = 5^\circ 43'. \text{ Принимаем } \varphi = 6^\circ.$$

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

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{1815}{1,9} = 955 \text{ Н.}$$

$$Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{1815}{1,9} = 955, \text{ Н.}$$

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (31)$$

где $P = 0,4 \text{ МПа}$.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{955}{0,4}} = 78,8, \text{ мм.}$$

Так как в данном приспособлении будут обрабатываться различные заготовки в связи с среднесерийным типом производства, конструктивно принимаем диаметр поршня равным 80 мм.

Ход поршня определим по формуле:

$$S_0 = S_w / i_n \quad (32)$$

где $S_w = 52$. [21]

$$S_0 = \frac{0,4}{0,52} = 7,6 \text{ мм. Принимаем } S_0 = 20 \text{ мм.}$$

«Расчет экономической эффективности применения приспособления основывается на сопоставлении затрат и экономии, возникающих при его использовании и относимых к годовому периоду. Затраты слагаются из расходов на амортизацию приспособления (амортизационные отчисления) и расходов на его содержание и эксплуатацию. Экономия достигается за счет снижения трудоемкости изготовления деталей, а следовательно, за счет снижения затрат на заработанную плату. Приспособление считается рентабельным, если годовая экономия, получаемая от его применения, больше связанных с ним годовых затрат. На практике сопоставляют экономичность различных конструктивных вариантов приспособления для данной операции. Полагают, что расходы на амортизацию станка, режущий инструмент и электроэнергию при использовании различных вариантов остаются неизменными и определяют и сопоставляют лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления».

[2]

Экономическую оценку проведенной автоматизации станочного приспособления проведем при расчете экономической эффективности.

4 Проектирование режущего инструмента

«Протягивание плоских и фасонных поверхностей заменяет такие методы обработки как фрезерование, строгание и шлифование. Его выполняют в серийном и массовом производстве на специализированных протяжных станках горизонтального и вертикального типов. Протягивание является наиболее производительным методом обработки, обеспечивая высокую точность размеров и относительного положения обрабатываемых поверхностей. Мощные протяжные станки с усилием протягивания до 0,5 МН позволяют по всей обрабатываемой поверхности снимать за один рабочий ход припуск в 3...5 мм. Рациональное распределение снимаемого припуска по длине многозубой протяжки, при котором на калибрующие зубья приходится минимальная нагрузка, позволяет получать высокую стойкость и сохранять геометрическую точность режущего инструмента, что гарантирует достижение высокой точности детали». [22]

4.1 Исходные данные.

На протяжной операции необходимо обработать отверстие $\varnothing 11H7^{(+0,039)}$. Диаметр отверстия до обработки $D_0 = 8,5$ мм. Длина отверстия $L_0 = 25$ мм. Обрабатываемый материал – сталь 19ХГН ($\sigma_B = 187$ МПа).

4.2 Проектирование круглой протяжки.

Расчёт геометрических параметров режущей части протяжки.

Назначим передний угол и задний угол.

Принимаем задний угол режущих зубьев $\alpha_{r0} = 3^\circ$.

Принимаем для чугуна с $\sigma_B < 600$ МПа задний угол $\gamma_{r0} = 18^\circ$.

Найдем припуск под обработку.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2}IT = 11 + \frac{1}{2}0,018 = 11,009, \text{ мм.} \quad (33)$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{11,009 - 8,5}{2} = 1,255, \text{ мм.} \quad (34)$$

Определим шаг режущих зубьев

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0}. \quad (35)$$

$$t = 1,3 \sqrt{25} = 6,5, \text{ мм.}$$

Примем шаг режущих зубьев $t = 8$ мм. [20]

Сходя из значения шага режущих зубьев, назначаем параметры стружечных канавок

$$h = 3; c = 3; r = 1,5; R = 7; F_K = 7,07. \quad [20]$$

Найдем толщину среза на каждый зуб

$$a_z = \frac{F_K}{K L_0} = \frac{7,07}{4 \cdot 25} = 0,071. \quad (36)$$

Значение коэффициента $K = 4$ - при обработке стали. [20]

Найдем число одновременно работающих зубьев

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{25}{8} + 1 = 5. \quad (37)$$

Найдем силу, приходящуюся каждый миллиметр длины обрабатываемого отверстия

$$P_Z = C_p \cdot \sigma_s \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma, \quad (38)$$

где $C_p = 4,3$ – при обработке легированных сталей.

$$\text{Тогда } K_\gamma = \frac{90 \cdot \gamma}{75} = \frac{90 \cdot 18}{75} = 0,96.$$

$$P_Z = 4,3 \cdot 280 \cdot 0,071^{0,85} \cdot 0,96 = 122,030 \text{ , Н.}$$

Определим усилие, возникающее при обработке

$$P_T = \pi \cdot P_Z \cdot D \cdot q. \quad (39)$$

$$P_T = 3,14 \cdot 122,03 \cdot 11 \cdot 5 = 21074,58 \text{ , Н,}$$

Определим напряжение в канавке перед начальным режущим зубом

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 21074,58}{3,14(8,5 - 2 \cdot 4)^2} = 5,81, \text{ МПа.} \quad (40)$$

По [22] принимаем наибольший диаметр хвостовика $d_1 = 8$ мм.

Найдем напряжение в опасном сечении хвостовика

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{21074,58}{35,4} = 595,3, \quad (41)$$

где $F_x = 35,4 \text{ мм}^2$.

Определим количество черновых зубьев инструмента

$$z = \frac{A - a'_z \cdot z'}{a_z} + 1, \quad (42)$$

где $z' = 1..3$ - количество чистовых зубьев;

$a'_z < a_z$ - толщина среза.

Принимаем значение $a_z = 0,01$ мм.

$$\text{Тогда } z = \frac{1,255 - 0,024 \cdot 2}{0,071} + 1 = 18.$$

Найдем номинальные диаметры черновых зубьев инструмента (мм).

$$D_i = D_0 + 2a_z(i-1). \quad (43)$$

$$D_1 = D_0 + 2 \cdot 0,071(1-1) = 8,5 .$$

$$D_2 = D_0 + 2 \cdot 0,071(2-1) = 8,642 .$$

$$D_3 = D_0 + 2 \cdot 0,071(3-1) = 8,784 .$$

$$D_4 = D_0 + 2 \cdot 0,071(4-1) = 8,926 .$$

$$D_5 = D_0 + 2 \cdot 0,071(5-1) = 9,068 .$$

$$D_6 = D_0 + 2 \cdot 0,071(6-1) = 9,210 .$$

$$D_7 = D_0 + 2 \cdot 0,071(7-1) = 9,352 .$$

$$D_8 = D_0 + 2 \cdot 0,071(8-1) = 9,494 .$$

$$D_9 = D_0 + 2 \cdot 0,071(9-1) = 9,636 .$$

$$D_{10} = D_0 + 2 \cdot 0,071(10-1) = 9,778 .$$

$$D_{11} = D_0 + 2 \cdot 0,071(11-1) = 9,920 .$$

$$D_{12} = D_0 + 2 \cdot 0,071(12-1) = 10,062 .$$

$$D_{13} = D_0 + 2 \cdot 0,071(13-1) = 10,204 .$$

$$D_{14} = D_0 + 2 \cdot 0,071(14-1) = 10,346 .$$

$$D_{15} = D_0 + 2 \cdot 0,071(15-1) = 10,488 .$$

$$D_{16} = D_0 + 2 \cdot 0,071(16-1) = 10,630 .$$

$$D_{17} = D_0 + 2 \cdot 0,071(17-1) = 10,772 .$$

$$D_{18} = D_0 + 2 \cdot 0,071(18-1) = 10,914 .$$

Определим диаметры чистовых зубьев (мм).

$$D_{qj} = D_Z + 2a'_z j. \quad (44)$$

$$D_{q1} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 1 = 10,962 .$$

$$D_{q2} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 2 = 11,009$$

Определим длину режущей части инструмента

$$l_p = t(z + z') = 8(18 + 2) = 160, \text{ мм.} \quad (45)$$

Перейдем к определению параметров калибрующей части инструмента.

Примем передний угол $\gamma_{rk} = 1^\circ$, задний угол $\alpha_{rk} = 1^\circ$.

Примем количество калибрующих зубьев, исходя из восьмого качества точности получаемого отверстия $z_k = 7$. [20]

Определим шаг калибрующих зубьев

$$t_k \approx \frac{2}{3}t = 5,5 \text{ мм.}$$

Диаметры калибрующих зубьев равны максимальному диаметру режущих зубьев $D_k = D_{\max} = 11,009$.

На калибрующих зубьях выполняют ленточку. Ширина ленточки должна быть $f = 0,2 \dots 0,3$ мм. [20]

Примем $f = 0,3$ мм.

Определим длину калибрующей части (мм)

$$l_k = t_k \cdot z_k. \quad (46)$$

$$l_k = 6 \cdot 8 = 48.$$

Найдем общую длину инструмента

$$L = L_1 + l_p + l_k + l_{3H}. \quad (47)$$

$$L = 150 + 160 + 38,5 + 20 = 368,5 \text{ мм.}$$

Чертеж протяжки представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Описание технического объекта.

Объектом рассмотрения является участок механической обработки детали «вал-шестерня робота-манипулятора», на котором осуществляется технологический процесс, согласно среднесерийному типу производства.

Участок содержит один центральное-подрезной станок модели 2A911-1, четыре токарных станка с ЧПУ 16M20Ф3, один зубофрезерный станок модели 53A50, один горизонтально-протяжной станок 7A534, один зубошлифовальный станок 5Д833, два торцевкруглошлифовальных станка GA-3570CNC, два круглошлифовальных станка 3M151Ф2 и два шлифовально-полировальных станка JZ-P10010.

Перечисленное оборудование осуществляет механическую обработку производимой на участке детали.

В работе предлагается заменить станочное приспособление на токарной операции 025 работающее от ручного привода автоматизированным. Автоматизация работы станочных приспособлений позволит уменьшить работы станочников, связанные с вращением механизмов для зажима-разжима заготовки, что приведет с одной стороны к сокращению времени на установку и снятие заготовки в оборудовании, а с другой стороны снизит риски получения станочниками производственных травм на рабочем месте.

5.2 Описание предлагаемых мероприятий по безопасности и экологичности.

Автоматизация технологических процессов также является одной из приоритетных направлений развития машиностроения в стране.

Автоматизация со стороны охраны труда рассмотрения объекта является полезным усовершенствованием. Ведь это снижает риски получения рабочими травм, связанных с ручным приведением в действие станочной оснастки, в частности специального приспособления для токарной обработки заготовки. Для закрепления заготовки необходимо вставить ключ в приспособление, закрутить по часовой стрелке до упора, что приведет к движению прижима к заготовке, при этом происходит её закрепление. После проведения обработки необходимо раскрепить заготовку. При этом необходимо вставить ключ в механизм приспособления и прокрутить ключ на несколько оборотов против часовой стрелки, что приведет к движению кулачков приспособления от поверхности заготовки, и она разожмется в приспособлении.

Данные действия предлагается исключить путем автоматизации приспособления. При этом теперь станочник должен нажать на кнопку и приспособление при помощи автоматизированного привода проведет раскрепление и раскрепление заготовки. Остаются только действия по вставке заготовки перед обработкой до упора и снятие ее после обработки.

«Решение вопросов обеспечения безопасности промышленной продукции заключается в разработке, принятии и применении документов, устанавливающих требования к объектам технического регулирования. Таковыми являются следующие документы: декларация о соответствии, подтверждение соответствия, сертификат соответствия, стандарт, технический регламент, свод правил и т.д. Одной из основных проблем промышленной продукции, определяющей безопасность при использовании, эксплуатации и т.д., является ее качество. Качество продукции по мере развития научно-технического прогресса все в большей степени зависит от уровня технологии и определяется рядом таких факторов, как механизация и автоматизация технологических процессов, их непрерывность, качество исходных материалов, организация труда, требование техники безопасности и охраны труда на производстве. Недопустимо повышение качества

продукции за счет гигиенических, экологических, эстетических и других условий производства». [16]

Автоматизацией работы станочного приспособления мы уменьшили движения рабочих и, таким образом, улучшили условия работы.

Высокая температура обрабатываемых изделий и инструмента, получаемая при изготовлении деталей уменьшается подачей в зону обработки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) [9], эти уменьшаются риски воздействия высоких температур на рабочих-операторов станков. Попадание СОЖ на кожу операторов станков исключается применением в конструкции станков защитных экранов. Также при открытии и закрытии зоны резания операторами необходимо надевать защитные очки [4].

Воздействие электрического тока и статического электричества практически исключается применением резиновых ковриков [7] на рабочем месте операторов станков. При этом также необходимо выполнить заземление от станин станков.

Также в систему управления предприятием предлагается внедрить единую системы безопасности труда.

«Необходимость внедрения ЕСУОТ и ПБ диктуется в том числе и экономическими соображениями – в условиях рыночной экономики вопросы охраны труда оказываются неразрывно связанными с вопросами финансово-экономической деятельности». [11]

В результате разработки данного раздела нами предложены мероприятия, которые способствуют увеличению безопасности и экологичности на механическом участке обработке детали «вал-шестерня работа-манипулятора». При внедрении в производство предложенных мероприятий сократиться производственный травматизм, улучшится экологическая ситуация на рабочих местах.

5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить оснастку на операции 025 (токарная). Это изменение привело к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках данного раздела бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 025, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка; учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; данные предприятия по тарифам на энергоносители; сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;

– показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [14].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 3, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 28 249,91 рублей.

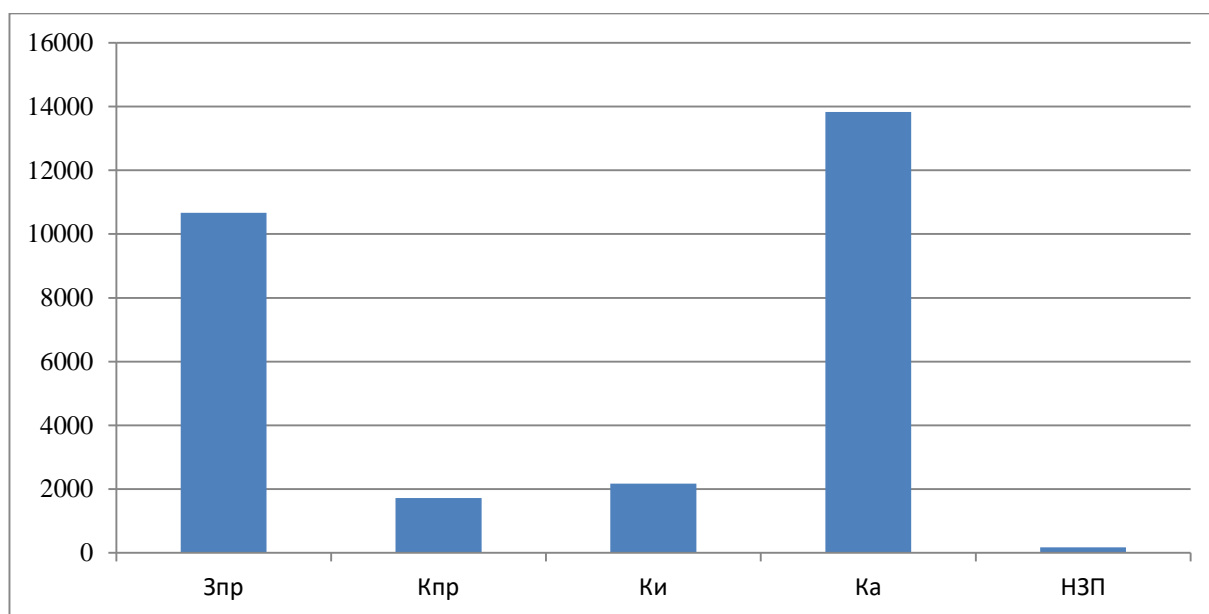


Рисунок 3 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя представленные на рисунке 3 данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на управляющую программу (K_A), величина которых составляет 48,38 %, далее идут затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), с объемом затрат 37,33 % от всей величины капитальных вложений. Следующие, по величине, это затраты на инструмент ($K_{И}$), с долей в общей объеме, равной 7,63 %. Четвертыми, являются затраты на приспособление ($K_{ПР}$), они составляют 5,91 %. И самой незначительной, является величина незавершенного производства ($НЗП$), т. к. она составляет всего 0,71 % от всей величины капитальных вложений.

На рисунке 4 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «вал-шестерня работа-

манипулятора», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

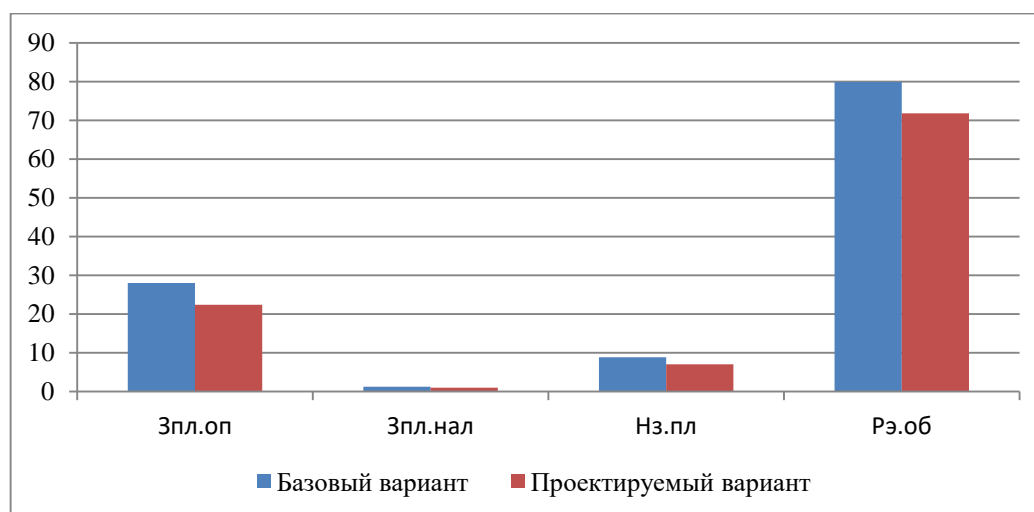


Рисунок 4 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «вал-шестерня робота-манипулятора», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 4, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, т. к. в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 4, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 67,69 % для базового варианта и 70,10 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;

- заработная плата оператора ($Z_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного станка, доля которой составляет 23,75 % для базового варианта и 21,92 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «вал-шестерня робота-манипулятора» по операции 025 технологического процесса, представлены на рисунке 5.

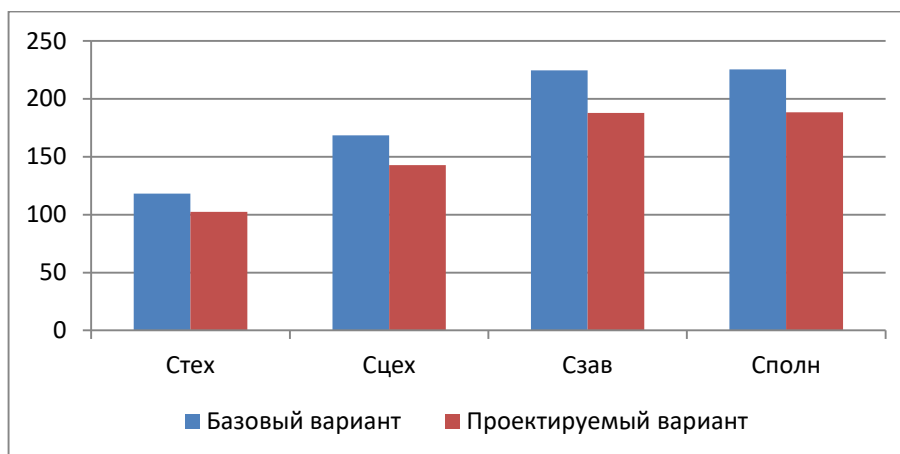


Рисунок 5 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 5, значение полной себестоимости ($C_{\text{полн}}$) для базового варианта составило 225,19 рублей, а для проектируемого варианта – 188,12 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 28 541,15 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 4 865,10 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,14 рублей.

Заключение

В результате проделанной работы нами разработан прогрессивный технологический процесс изготовления вала-шестерни робота-манипулятора.

В первой части работы проведен анализ назначения детали «вал-шестерня робота-манипулятора», проанализировано назначение каждой из поверхностей, рассмотрен вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается вал-шестерня, а также о его свойствах. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во второй части работы проведен технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определен тип машиностроительного производства для изготовления детали и описываются его характеристики, выполнен выбор методов обработки каждой поверхности детали, составлен план изготовления вала-шестерни, рассчитаны припуски на одну из поверхностей, определены режимы резания на некоторые технологические операции.

В третьей части работы рассчитано и спроектировано специальное станочное приспособление – токарный патрон, имеющий автоматизированный привод.

В четвертой части работы для обработки центрального отверстия разработана конструкция многолезвийного режущего инструмента – протяжки круглой.

В работе выполнен раздел по безопасности и экологичности, где проработаны рекомендации по совершенствованию условий труда на участке механической обработки.

В завершении работы выполнен экономический расчет, показывающий эффективность модернизации базового техпроцесса изготовления вала-шестерни.

Список используемой литературы

1. Базаров, Б.М. Основы технологии машиностроения : Учебник / Б.М.Базаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 683 с.
2. Блюмштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с.
3. Вереина, Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004952-6.
4. ГОСТ 12.4.253-2013. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. – 39 с.
5. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 8 с.
6. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
7. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
8. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски, кузнечные напуски. – 36 с.
9. ГОСТ Р 50558-93. Промышленная чистота. Жидкости смазочно-охлаждающие. Общие технические требования. – 12 с.
10. Звонцов, И.Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф.Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 696 с.
11. Иванов, Н.И. Безопасность технологических процессов и производств : учебник / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадиной и Л.Ф.Дроздовой. – Логос, 2020. – 612 с.

12. 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.
13. Копылов, Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 496 с.
14. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
15. Мельников, А.С. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин, Э.Э. Тищенко, А.И.Азарова. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 420 с.
16. Ниметулаева Г.Ш. Безопасность промышленной продукции : Учебное пособие / Г.Ш. Ниметулаева, Э.М. Люманов, М.Ф. Добролюбова. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 124 с.
17. Остяков, Ю.А. Проектирование деталей и узлов конкурентоспособных машин : Учебное пособие / Ю.А. Остяков, И.В.Шевченко. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 336 с.
18. Погонин, А.А. Технология машиностроения : Учебник / А.А.Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530.
19. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
20. Резников, Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : учеб. пособие / Л.А. Резников. – Тольятти, Изд-во ИГУ, 2016. – 208 с.
21. Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О.И.Тарабарин, А.П. Абызов,

В.Б.Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 304 с.

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

Приложение А

Маршрутные карты

Таблица А.1 – Маршрутные карты

Дизайн																					
Вариант																					
Подпись																					
Разработал / Держ. код				ТГУ Кафедра ОТМП																	
Проверил / Подпись				Вал-шестерня																	
Утвердил																					
И.контр.																					
ММ1		Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71																			
ММ2		Код	ЕВ	МД	ЕН	И.разк.	КМ1	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	МЗ								
			166	0,53	1		0,41	41211X	∅515x164			1	13								
А		Цех	Ч4	РМ1	Опер	Код наименования операции			Обозначение документа												
Б		Код наименования обработки					СМ	проф	Р	Ш	КР	ЖМД	ЕН	ОП	Куп	Тол	Тип				
А03		XX XX XX	000	4280	Заготовительная	XXXXX	ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б04		ГКШП																			
Б05																					
А06		XX XX XX	005	4269	Центрально-подрезная	XXXX	ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б07		38.18.25	XXXX	2A911-1			2	18632	422	1Р	1	1	1	100	1	16	0,57				
0 08		Подрезать два торца, выдерживая длину 160±0,5, центровать два торца, выдерживая																			
0 09		размеры 60 ^{+0,15} ; 9,85 ^{+0,21} ; ∅10,6 ^{+0,16} ; ∅5 ^{+0,12}																			
Г 10		391267, XXXX(2) центровочное сверло тип А Р6М5 ГОСТ 14.952-82, XXXX Пластина торцовая Т5К10(2)																			
Г 11		391267 Сверло 2301-1748 ГОСТ 22736-77(2) 393311, XXXX-ШЦ-1-150-0,1; 393550 Специальный шаблон																			
12																					
А 13		XX XX XX	010	4112	Токарная черновая	XXXX	ИОТ И37.101.7001-93														
Б 14		381.111	XXXX	16616T1C1			2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8	0,58				
0 15		Точить поверхности, выдерживая размеры ∅48,5 ^{+0,25} ; 92,5±0,435; ∅26,5 ^{+0,52} ; 125±0,5; ∅31,5 ^{+0,62} ;																			
0 16		∅25,65 ^{+0,52} ; 160,5±0,5																			
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 2															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Куп	Тноз	Тшт
Т 19	396110	XXXX	Патрон самоцентра.	392841XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX	XXXX	упор откидной.							
Т 20	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111XXXX	ШЦ-II-350-0.1.	393120XXXX(2)	Калибр-скоба.							
21															
А 22	XX XX XX	015	4112	Токарная черновая	ИОТ	ИЗ7.101.7001-93.									
Б 23	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р 1	1	1	100	1	8	0,36		
О 24	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26,5_{\pm 0,05}$; $125 \pm 0,5$; $\varnothing 31,5_{\pm 0,05}$; $\varnothing 25,65_{\pm 0,05}$.														
Т 25	396110	XXXX	Патрон самоцентра.	392841XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX	XXXX	упор откидной.							
Т 26	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111XXXX	ШЦ-II-350-0.1.	393120XXXX(2)	Калибр-скоба.							
27															
А 28	XX XX XX	020	4112	Токарная чистовая	ИОТ	ИЗ7.101.7001-93.									
Б 29	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р 1	1	1	100	1	8	5,52		
О 30	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 48_{\pm 0,05}$; $92 \pm 0,435$; $\varnothing 26_{\pm 0,05}$; $125 \pm 0,5$; $\varnothing 31_{\pm 0,05}$;														
О 31	$\varnothing 25,2_{\pm 0,05}$; $160 \pm 0,5$, выполнить R4, сверлить отв. $\varnothing 19^{+0,02}$ на длину $71,5 \pm 0,2$, точить поверхности,														
О 32	выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,02}$ и R2, выполнить фаску $15 \times 30^\circ$.														
Т 33	396110	XXXX	Патрон самоцентра.	392841XXXX	Центр упорный.	XXXXXX	XXXX	упор откидной.							
Т 34	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111XXXX	ШЦ-II-350-0.1.	393120XXXX(2)	Калибр-скоба.							
35															
А 36	XX XX XX	025	4112	Токарная чистовая	ИОТ	ИЗ7.101.7001-93.									
Б 37	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р 1	1	1	100	1	8	5,16		
О 38	Точить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 26_{\pm 0,05}$; $92,3 \pm 0,37$; $\varnothing 31_{\pm 0,05}$; $98,6 \pm 0,435$; $\varnothing 25,5_{\pm 0,05}$; 102														
О 39	выполнить R4, выполнить фаску $1 \times 45^\circ$, сверлить отв. $\varnothing 19^{+0,02}$ на длину $5 \pm 0,2$ отв. $\varnothing 8,5^{+0,05}$ на длину 25 .														
О 40	точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19^{+0,02}$; R2, выполнить фаску $15 \times 30^\circ$.														
Т 41	396110	XXXX	Патрон самоцентра.	392841XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX	XXXX	упор откидной.							
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3															
А	Цех	Уч	РМ	Обер	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование обработки				СМ	граф	Р	ЧТ	КР	КСМД	РН	ОП	Клм	Тол	Тшт
T 42	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.														
43															
A 44	XX XX XX 030 4272 Зубофрезерная ИОТ И37.101.XXXX-XX														
B 45	381631 XXXX 5K32A Зубофрезерн. 2 18632 322 1P 1 1 1 100 1 16 2,14														
O 46	Фрезеровать прямые зубья m = 2 мм, z = 22.														
T 47	396181.XXXX приспособление самоцентр.; XXXXXX.XX(4) патрон ценгабый; 391822.XXXX Фреза														
T 48	червячная Р6М5 m=2; 393111.XXXX ШЦ-II-100-0,05; 393120.XXXX Калибр.														
49															
A 50	XX XX XX 033 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.7015-00														
B 51	381213 XXXX 2P135Ф2-1 Верт.-сверл. 2 322 1P1 1 1 100 1 5 0,48														
O 52	Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 5^{+0,3}$; 50 \pm 0,31; 60 \pm 0,37.														
T 53	396181.XXXX Приспособление самоцентр.; XXXXXX.XXXX(4) Сменные призмы; 391267.XXXX Сверла														
T 54	Р6М5; 393111 ШЦ-II-100-0,05.														
55															
A 56	XX XX XX 035 4271 Протяжная ИОТ И37.101.7026-02.														
B 57	381623 XXXX 7Б66, Вертик.-протяжной. 2 17001 422 1P 1 1 100 1 16 2,14														
O 58	Протянуть отв. $\varnothing 11^{+0,016}$ насквозь, протянуть шлицевое отверстие d-6x11H7x14H11x3F10 насквозь.														
T 59	XXXXXXXXXXXX Патрон; XXXXXX.XXXX Протяжка круглая Р6М5, XXXXXX.XXXX Протяжка шлицев.														
T 60	Р6М5; 393111 Калибр-продка.														
61															
A 62	XX XX XX 040 Термическая (закалка) ИОТ И37.101.70715-07.														
B 63	ТВЧ														
64															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

															Лист 4		
А	Цех	Чл	РМ	Опер	Код наименования операции					Обозначение документа							
Б	Код наименования оборудования				СМ	проф	Р	ЧТ	КР	КОМ	СН	ОП	Кит	Тор	Тшт		
А 69	XX XX XX	043	Центрошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 70	381623	XXXX	МФ104	Центрошлиф.	2	17001	422	1Р	1	1	1	100	1	10	0,5		
О 71	Шлифовать центр. отверстия, выдерживая размеры $60^{+0,15}$; $\phi 10,6^{+0,05}$																
Т 72	393550 Специальный шаблон.																
73																	
А 74	XX XX XX	045	Зубошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 75	38131X	XXXX	5М841	Зубошлиф.	2	17003	422	1Р	1	1	1	100	1	120	2,79		
О 76	Шлифовать зuby вала-шестерни $m = 2$ мм $z = 22$, класс точности 7-В.																
Т 77	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр жесткий; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.																
Т 78	398110.XXXXX Круг шлифовальный профильный 1 25AF16k5L 7 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																
Т 79	3943XX.XXXXX Шагомер резьбовой; 3944XX.XXXXX Биениемер.																
80																	
А 81	XX XX XX	050	Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 82	38131X	XXXX	3Т161	Торцециркульшлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	2,23		
О 83	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.																
Т 84	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.																
Т 85	398110.XXXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																
Т 86	393120.XXXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXXX Микрометр.																
87																	
А 88	XX XX XX	055	Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 89	38131X	XXXX	3Т161	Торцециркульшлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	2,23		
О 90	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.																
Т 91	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 392841.XXXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной.																
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проб	Р	УТ	КР	КМВ	ЕН	ОП	Китп	Тпаз	Тштп
Т 94	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 95	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.														
96															
А 97	XX XX XX 060 Шлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 98	38131X XXXX ЗМ193 Круглошлиф.				2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	2,35
О 99	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,002}^{+0,011}$.														
Т 100	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 101	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 102	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.														
103															
А 104	XX XX XX 065 Шлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 105	38131X XXXX ЗМ193 Круглошлиф.				2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	2,35
О 106	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,002}^{+0,011}$.														
Т 107	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 108	398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 109	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр.														
110															
А 111	XX XX XX 070 Полировальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 112	38131X XXXX ЗВ853 олировальный				2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1	10	2,35
О 113	Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25_{-0,002}^{+0,011}$.														
Т 114	39611X.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 115	398110.XXXX Круг полировальный лепестковый ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 116	393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микрометр; XXXXXX.XXXX Профилометр.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 6															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование обработки				П1	проф	Р	Уг	КР	КМД	ЕН	ОП	Кит	Тпо	Тшт
А 117	XX XX XX			075	Полировальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00										
Б 118	38131X	XXXX		3В853	олировальный 2 18873 322 1Р 1				1	1	100	1	10	2,35	
О 119	Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25^{+0,011}_{-0,002}$														
Т 120	39611X	XXXX			Патрон поводковый; 39284 1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;										
Т 121	398110	XXXX			Круг полировальный лепестковый ГОСТ Р 52781-2007;										
Т 122	393120	XXXX(2)			скаба индикаторная; 393410.XXXX Микрометр; XXXXXX.XXXX Профилометр.										
123															
А 124	XX XX XX			080	Маечная ИОТ ИЗ7.101.XXXX										
125															
А 126	XX XX XX			085	Контрольная ИОТ ИЗ7.101.XXXX										
127															
128															
129															
130															
131															
132															
134															
135															
136															
137															
138															
139															
140															
МК															