

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 привода манипулятора

Обучающийся	<u>Е.М. Стародубцев</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2023

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода манипулятора.

Автор: Стародубцев Егор Михайлович.

В выпускной работе рассмотрен вопрос изготовления технологический процесс изготовления вала-шестерни привода манипулятора. Спроектирован технологический процесс изготовления этой детали.

В начале работы выполнен анализ исходных данных, описано, что такое манипулятор, в состав которого входит деталь – вал-шестерня, проанализирована конструкция детали и выполнен вывод о довольно высокой технологичности конструкции, также проведен анализ материала, из которого изготавливается деталь. Далее по данным преддипломной практики был выполнен выбор типа машиностроительного производства, а также описаны характеристики выбранного типа производства. Исходя из конструкции детали и типа машиностроительного производства, проведен технико-экономический расчет наиболее выгодного метода получения заготовки, а также выбраны методы обработки каждой поверхности детали.

В работе на самую точную поверхность проведен расчет припусков. Также рассчитаны режимы резания на такие операции техпроцесса, которые были модернизированы в базовом технологическом процессе.

На одну технологическую операцию спроектировано станочное приспособление.

В работе спроектирован режущий инструмент, применяемый в разработанном технологическом процессе.

Работа содержит разделы по анализу безопасности и экологичности технического объекта и по экономическому расчету.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Общие сведения.....	5
1.2 Назначение и условия работы детали.....	6
1.3 Классификация поверхностей детали.....	7
1.4 Анализ требований к поверхностям детали.....	8
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки	12
2.5 Расчёт припусков.....	14
2.6 Расчет режимов резания.....	18
3 Проектирование приспособления.....	25
3.1 Общие сведения.....	25
3.2 Исходные данные.....	26
3.3 Расчет сил резания.....	27
3.4 Определение усилия зажима.....	28
4 Проектирование режущего инструмента.....	30
4.1 Общие сведения	30
4.2 Проектирование протяжки	31
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
6 Экономическая эффективность работы.....	40
Заключение.....	45
Список используемой литературы.....	46
Приложение А. Технологическая документация.....	49

Введение

Манипуляторы и промышленные роботы играют важную роль в современных машиностроительных предприятиях. Они обеспечивают автоматизацию производств, что оказывает положительное влияние на стабильность качества выпускаемой продукции, а также при массовом и крупносерийном типах производств снижает себестоимость продукции в связи с уменьшением числа рабочих.

С появлением промышленных роботов и манипуляторов стало возможным создание так называемых автоматических производственных линий, это такие системы, которые состоят из нескольких единиц обрабатывающего технологического оборудования, соединенных между собой транспортными системами и промышленными роботами. Промышленные роботы в этих системах выполняют ориентирующую функцию, выполняют установку заготовок в станочные приспособления, сортируют обработанные детали и так далее.

Промышленные роботы заранее программируются на выполнение заданных функций. Далее эти движения роботов отрабатываются в производственных условиях на точность и полноту выполнения действий. После этого роботы устанавливаются в производство.

Манипуляторы имеют собственные приводы, которые придают им движение. От этих кинематических цепей зависит степень их подвижности.

Частью кинематической цепи манипулятора является вал-шестерня, которая воспринимает вращательное движение шлицами внутреннего отверстия и передает движение при помощи зубчатого венца.

Целью данной работы является разработка техпроцесса изготовления вала-шестерни манипулятора заданного качества с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Общие сведения

«В общем виде манипулятор – это управляемое оператором устройство или машина для выполнения двигательных функций, аналогичных действиям руки человека (ГОСТ 25686-85 [5]). Манипуляторы используются для работы в недоступных опасных и неудобных для человека условиях (например, на АЭС, в космосе, горном деле, металлургии и так далее); а также могут применяться в качестве средств комплексной механизации и автоматизации основного и вспомогательного производств, в том числе погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ». [16]

«Традиционные манипуляторы представляют собой цепь звеньев механической системы, последовательно соединенных друг с другом с помощью различных кинематических пар». [11]



Рисунок 1 – Манипулятор

«Такие манипуляторы имеют низкий показатель грузоподъемности, характеризуются высокими статистическими и динамическими преимуществами. В современных технологических машинах получили распространение механизмы параллельной структуры, обладающие широким набором функциональных возможностей. Манипуляторы параллельной структуры способны обеспечить достаточно высокие динамические характеристики при относительно небольшой металлоемкости. Устройством для мобильной роботизированной системы, осуществляющим технологические функции, является манипулятор, при создании которого следует выполнять следующие основные требования: поиск и использование новых конструктивных схем и кинематических структур; получение законов движения по траекториям, синтез программных траекторий обеспечиваемых кинематикой механизма; реализация технических решений на принципах модульного построения». [11]

1.2 Назначение и условия работы детали

Манипуляторы имеют собственные приводы, которые придают им движение. От этих кинематических цепей зависит степень их подвижности. Частью кинематической цепи манипулятора является вал-шестерня, которая воспринимает вращательное движение шлицами внутреннего отверстия и передает движение при помощи зубчатого венца.

Манипулятор состоит из трех звеньев различной длины, которые с одной стороны закреплены на основании, форма которого представляет собой равнобедренный треугольник, другие же концы соединены в одной точке при помощи шарнирного узла. Такая конструкция манипулятора имеет хорошую жесткость и отличается малым количеством кинематических

ошибок, возникающих при его настройке на работу в условиях машиностроительного производства.

1.3 Классификация поверхностей детали

Проклассифицируем все поверхности вала-шестерни манипулятора и представим это на рисунке 2. Классификацию поверхностей делают с целью выявления самых важных поверхностей, которые следует обрабатывать более качественно.

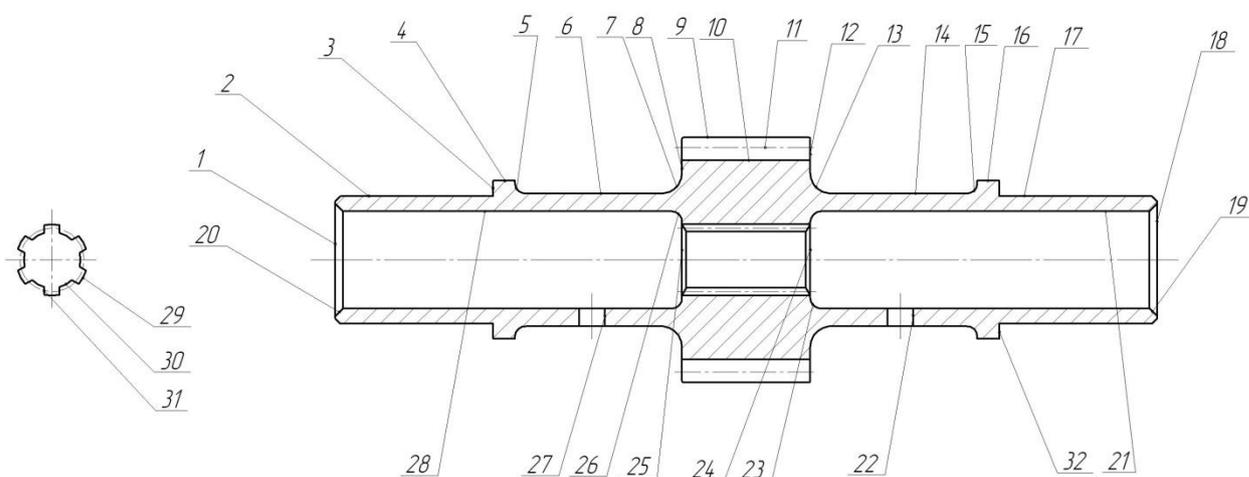


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями вала-шестерни манипулятора являются боковые стороны зубьев зубчатого венца (поверхности 11), а также боковые стороны внутренних шлиц (поверхности 31).

Основными конструкторскими базами вала-шестерни манипулятора являются цилиндрические поверхности 2, 17, а также торцовая поверхность 3.

Вспомогательными конструкторскими базами вала-шестерни манипулятора являются боковые резьбовые отверстия 22, 27, а также торцовая поверхность 32.

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Вал-шестерня выполнена из конструкционной стали 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [6], которая содержит кроме железа (Fe) и примесей около 0,19% углерода (С), и по 1% нескольких следующих веществ: хром, марганец и никель.

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Свойства стали 19ХГН

НВ	σ_B	σ_T
не более	МПа	МПа
179	700	590

«Наиболее часто валы изготавливают из конструкционных и легированных сталей, таких как 20, 30, 35, 40, 45, 20Х, 35Х, 40Х, 50Х, 40Г2, 18ХГТ, 25ХГМ, 20ХН3А, 19ХГН, 15ХНТ2А. Применяют сырые и термообработанные валы. Валы из высокоуглеродистых сталей подвергают как объемной, так и локальной (поверхностной) закалке наиболее ответственных поверхностей с использованием нагрева ТВЧ на глубину 1,5...5,0 мм (HRC 32...42). Валы из низкоуглеродистых сталей цементируют или нитроцементируют на глубину 0,7...1,2 мм, и после закалки и отпуска твердость поверхности HRC 52...60. Валы из азотируемых сталей азотируют на глубину 0,3...0,5 мм, обеспечивая твердость поверхностей HRC 40...58».

[17]

Конструкция вала-шестерни привода манипулятора довольно проста, имеет канавки для выхода режущего инструмента, имеет достаточно открытые поверхности для механической их обработки, следовательно, конструкция технологична.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Разрабатываемый технологический процесс и выбор оборудования для проектируемого машиностроительного производства во многом зависит от типа производства, которое бывает: единичное; серийное, которое подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное; массовое». [2]

«Тип производства характеризуют: широта номенклатуры (количество наименований выполняемых изделий); объем выпуска изделий; регулярность выпуска каждого изделия. В общем объеме мирового производства 75-80% занимает среднесерийное производство». [2]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m = 0,53$ кг и годовая программа $N = 5000$ деталей. Исходя из этих параметров [2], принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В серийном производстве детали изготавливают партиями, а изделия – сериями, повторяющимися через определенные промежутки времени. К серийному производству можно отнести большинство изделий пищевого машиностроения». [23]

«Серийное производство характеризуется применением как универсального, так и специального оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента. Оборудование (общего назначения) обладает широкими технологическими возможностями. Оно позволяет выполнять разнообразные операции, присущие его типу, на самых различных деталях, приемлемым по габаритным размерам. Из металлорежущих станков в эту группу входят токарно-винторезные,

вертикально- и горизонтально-фрезерные, вертикально- и радиально-сверлильные, круглошлифовальные и др. Несколько меньшей универсальностью обладают станки общего назначения повышенной производительности: токарно-револьверные, токарные автоматы и полуавтоматы, продольно- и карусельно-фрезерные, бесцентрово-шлифовальные и др.». [23]

«В качестве специализированного оборудования служит универсальное оборудование, приспособленное для выполнения определенных операций технологического процесса изготовления деталей за счет оснащения его специальными наладками». [23]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Метод получения той или иной заготовки зависит от служебного назначения детали и требований, предъявляемых к ней, а также от ее конфигурации и размеров, марки материала, типа производства и других факторов. Наиболее сложные по конфигурации заготовки можно изготавливать методом литья, изделия, получаемые методом обработки давлением, должны быть более простыми по форме. Изготовление в поковках отверстий и полостей объемной штамповкой в ряде случаев затруднено, а использование напусков резко увеличивает объем последующей механической обработки». [12]

«Размеры заготовок, получаемых методами литья и обработки давлением, практически не ограничиваются. Нередко определяющим параметром в этом случае являются минимальные размеры (например, минимальная толщина стенок отливки, минимальная масса поковки). Объемной штамповкой и большинством специальных способов литья получают заготовки массой до нескольких десятков или сотен килограммов. Форма и размеры заготовок, получаемых методами порошковой металлургии, ограничены как максимальными, так и минимальными

размерами. При этом площадь поперечного сечения изделий, получаемых холодным формованием порошков с последующим спеканием, может быть от 50 мм² до 6000 мм², высота от 2 до 60 мм, а масса заготовок, как правило, не превышает 10 кг». [12]

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

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

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

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [13].

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$. [23]

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [13]

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

где $C_{шт} = 0,315$; $k_m = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_\epsilon = 1,14$; $k_m = 1,0$; $k_n = 1,0$. [13]

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

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [13].

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

где $Q_{шт} = 1,3$; $q = 0,53$;

$$C_{отх} = 0,0144. [13]$$

$$C_{\partial\phi} = 0,2715 \cdot 1,3 + 0,6578(1,3 - 0,53) - (1,3 - 0,53)0,0144 = 0,85 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [13].

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

где $Q_{np} = 2,1; q = 0,53;$

$$C_{отх} = 0,0144. [13]$$

$$C_{\partial r} = 0,1219 \cdot 2,1 + 0,6578(2,1 - 0,53) - 0,0144(2,1 - 0,53) = 1,27 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Определим коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{\partial}}{M_3}. \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{0,53}{1,3} = 0,47.$$

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«Каждая деталь может быть представлена в виде сочетания элементарных поверхностей, таких как плоскости, цилиндры, конусы, торы, а также более сложных фигурных поверхностей, например винтовых, шлицевых, зубчатых и пр. В результате многолетней практики установлены наиболее рациональные типовые способы механической обработки для

каждой элементарной поверхности. Выбор того или иного способа определяется комплексом факторов, среди которых учитывают: конфигурацию, габаритные размеры, материал и массу деталей, объем выпуска, принятый тип и форму организации производства; оборудование и оснастку, имеющиеся в распоряжении и др. К главным факторам также относят точность, производительность и рентабельность каждого способа».

[26]

В результате анализа формы поверхностей 1, 4-8, 12-16, 18, их точности (IT 14) и шероховатости (Ra 5) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: черновая и чистовая токарная обработка.

В результате анализа формы поверхностей 2 и 17, их точности (IT 5) и шероховатости (Ra 0,4) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: черновая и чистовая токарная обработка, черновое и чистовое шлифование, полирование.

В результате анализа формы поверхностей 3 и 32, их точности (IT 14) и шероховатости (Ra 1,6) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: черновая и чистовая токарная обработка, шлифование.

В результате анализа формы поверхностей 19 и 20, их точности (IT 14) и шероховатости (Ra 1,6) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: центrovально-подрезная обработка, центрошлифование.

В результате анализа формы поверхностей 21, 23-26 и 28, их точности (IT 14) и шероховатости (Ra 5) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: сверление, растачивание.

В результате анализа формы поверхностей 22, 27, их точности (IT 14) и шероховатости (Ra 5) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: сверление.

В результате анализа формы поверхностей 29, 31, их точности (IT 11) и шероховатости (Ra 3,2) для их изготовления принимаем следующий маршрут обработки: протягивание.

В результате анализа формы поверхности 30, ее точности (IT 7) и шероховатости (Ra 1,6) для ее изготовления принимаем следующий маршрут обработки: протягивание.

В результате анализа формы поверхности 11, ее точности (IT 9) и шероховатости (Ra 1,6) для ее изготовления принимаем следующий маршрут обработки: зубофрезерование.

2.5 Расчет припусков

«Определение припусков необходимо, чтобы рассчитать и запланировать размеры при изготовлении заготовки с учетом предстоящего снятия металла при изготовлении детали в соответствии с требованиями чертежа. Припуски на механическую обработку определяются нормативно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам следует производить после обработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода изготовления заготовки». [14]

«Припуск определяется для наиболее точных поверхностей заготовки, расположенных по двум-трем координатам, которые изготавливаются в заготовке. Для вычисления операционных припусков необходимо знать все несовершенства заготовки, которые надо устранить при изготовлении детали. По всему составу переходов надо знать среднеарифметическую высоту профиля микронеровностей, толщину дефектного слоя, погрешности формы и расположения заготовки, погрешности базирования, установка и закрепления заготовки. Перед началом расчета припусков необходимо выполнить эскиз заготовки с указанием схемы ее установки на станке или приспособлении с выделением поверхностей, для которых рассчитываются или назначаются по нормативным таблицам припуски на обработку. В конце расчета выполняется эскиз заготовки с номинальными размерами и

припусками, предельными отклонениями. Строится схема расположения припусков и допусков». [14]

«Припуск на механическую обработку – это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых по чертежу формы и размеров детали. Припуск назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки». [14]

Расчетно-аналитическим методом проведем расчет припусков для обработки поверхности 2, параметрами которой $\varnothing 25k5^{(+0,011}_{+0,002)}$, $L = 30$ мм, $Ra = 0,4$ мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм) [3]

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

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

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

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

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

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

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

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

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм) [3]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

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

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

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

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 25,069 + 0,009 = 25,078.$$

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

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 25,154 + 0,013 = 25,167.$$

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

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

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 25,493 \cdot 0,999 = 25,468.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 25,468 + 0,052 = 25,520.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 25,520 + 2 \cdot 0,253 = 26,410.$$

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

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

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

Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

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

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

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

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

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

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

Определим общий припуск на обработку (мм)

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

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

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

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

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

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

Схема полей допусков и припусков представлена на рисунке 3.

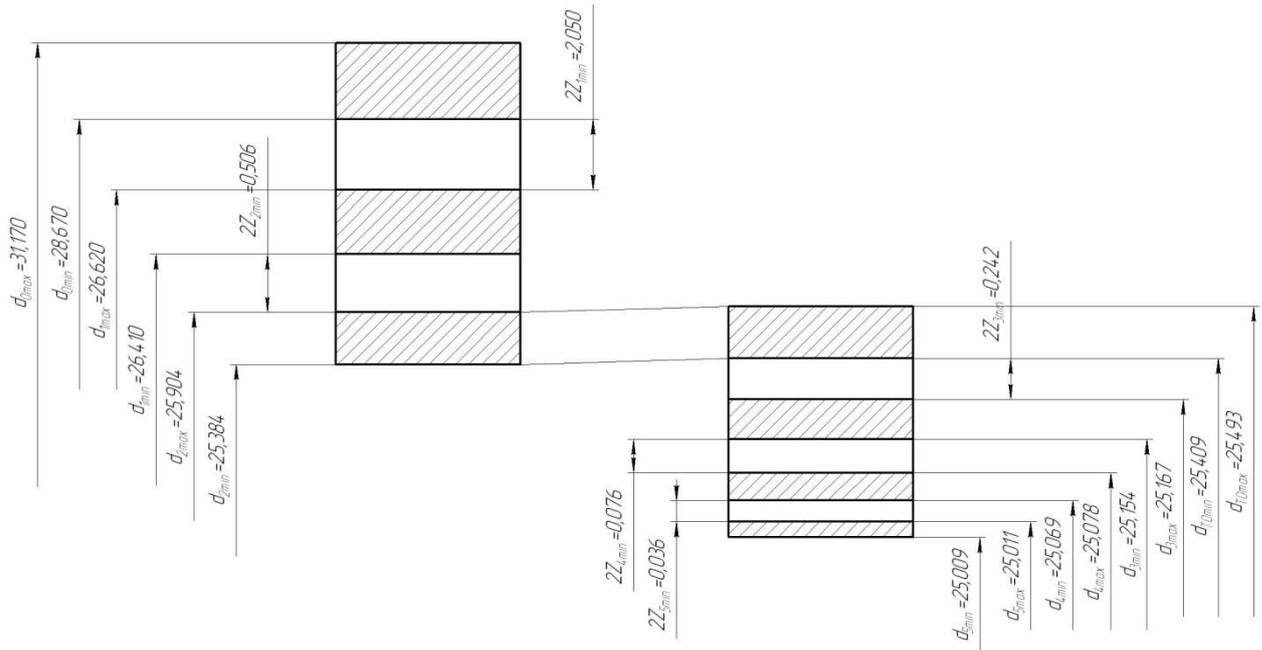


Рисунок 3 - Схема полей допусков и припусков

Рассчитанные данные используем при разработке технологического процесса изготовления вала-шестерни манипулятора.

2.6 Расчет режимов резания

«При ручном программировании для выбора режимов обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ сохраняется методика, разработанная для обычных станков, но вместе с тем существуют некоторые особенности». [20]

«При токарной обработке выбираются следующие параметры режимов резания: глубина резания, подача, скорость резания. Глубина резания выбирается по таблицам в зависимости от диаметра детали и заготовки, материала заготовки и инструмента, сложности и стадий обработки (переходов). В каждом случае выбирают максимально возможную глубину резания, которая ограничена припуском на обработку и возможностями станка. Если для обработки какой-то поверхности предусмотрены два или

три перехода (например, черновой, получистовой и чистовой), то общий припуск делят соответственно на две или три части, каждую из которых стремятся снять за один рабочий ход. От глубины резания зависят ширина среза и длина рабочей части режущей кромки». [20]

«Подачу назначают максимально допустимой по условию технических ограничений. Такими ограничениями для подачи при черновой обработке являются: жесткость обрабатываемой детали, жесткость резца; прочность державки резца; прочность режущих пластин резца; прочность механизма подачи станка; наибольший крутящий момент; мощности главного привода и привода подач; предельные минутные подачи на станке». [20]

«При выбранных подаче и глубине резания определяют такую скорость резания, которая обеспечила бы оптимальную стойкость инструмента. При резании различают изнашивание по задней и передней граням». [20]

2.6.1 Определим режимы резания на операцию 010.

Глубина резания $t = 2,0$. [18]

Подача $S = 0,3$. [18]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (13)$$

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 135$. [18]

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (14)$$

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

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Тогда скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (15)$$

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

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (16)$$

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S}. \quad (17)$$

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

2.6.2 Определим режимы резания на операцию 020.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,6$. [18]

Подача $S = 0,3$. [18]

Скорость резания

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

Частота вращения

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

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

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

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.

Глубина резания $t = 0,3$. [18]

Подача $S = 0,2$. [18]

Скорость резания

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

Частота вращения

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

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

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

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 резания

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_{Д}, \quad (17)$$

где $L_{\Pi} = 8$ мм; $L_p = 65$ мм; $L_{Д} = 0$ мм.

$$L = 65 + 8 + 0 = 73 \text{ мм.}$$

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (18)$$

где $T_M = 60$ мин;

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

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

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (19)$$

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [18]

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

Частота

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

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,55 \text{ м/мин.}$$

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.

Глубина резания $t = 0,3$. [18]

Подача $S = 0,9$. [18]

Скорость резания

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

Частота вращения

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

$$n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Минутная подача

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

Основное время

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

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,83 + 0,02 + 2,28 + 0,01 = 3,14 \text{ мин.}$$

2.6.3 Определим режимы резания на операцию 040.

Длина протягивания $L = 25$ мм.

Осевая сила резания

$$P = q_0 \cdot \Sigma l_p \cdot k_p, \quad (20)$$

где $q_0 = 72; k_p = 1,0$. [18]

$$\Sigma l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot z_p}{z_c}, \quad (21)$$

где $D = 14; z_p = 4; z_c = 2$. [18]

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

Скорость резания

$$V = 8 \text{ м/мин. [18]}$$

Основное время

$$T_0 = L \cdot V. \quad (22)$$

$$T_0 = 0,025 \cdot 8 = 0,2 \text{ мин.}$$

Определены режимы резания на проектируемые операции техпроцесса изготовления вала-шестерни манипулятора. Вносим рассчитанные данные в проектируемые чертежи технологических наладок и технологическую документацию, представленную в приложении А.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Общие сведения

«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 необходимо уделить особое внимание». [25]

«Основное значение зажимных механизмов – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами, предупреждающие ее смещения и вибрации в процессе обработки. На рисунке 4 представлены варианты поведения заготовки при ее смещении и нарушении контакта с установочными элементами приспособления и комплексное поведение заготовки при неправильно рассчитанных силах закрепления». [25]

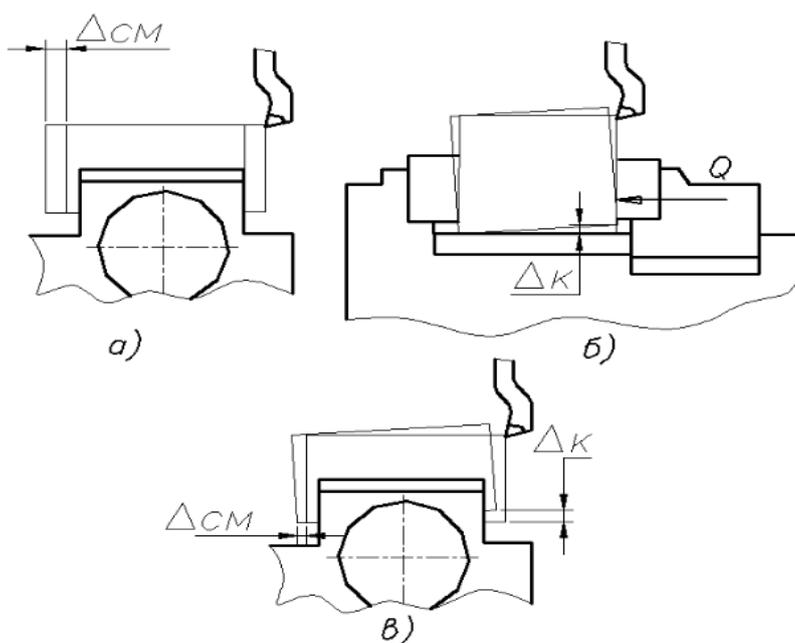


Рисунок 4 – Схемы неверного закрепления заготовки

В случае, представленном на рисунке 4а, недостаточной оказалась сила закрепления, что привело к сдвигу заготовки относительно опорных плоскостей. На рисунке 4б представлен случай, где происходит нарушение контакта заготовки с установочной поверхностью. В случае, представленном на рисунке 4в, происходит и смещение заготовки в приспособлении, и ее смещение. Таких случаев допускать никак нельзя.

3.2 Исходные данные

Для закрепления заготовки на 020 токарной операции необходимо разработать станочное приспособление, имеющее механизированный привод. Сема этой операции представлена на рисунке 5.

$\sqrt{Ra\ 6,3\ ()}$

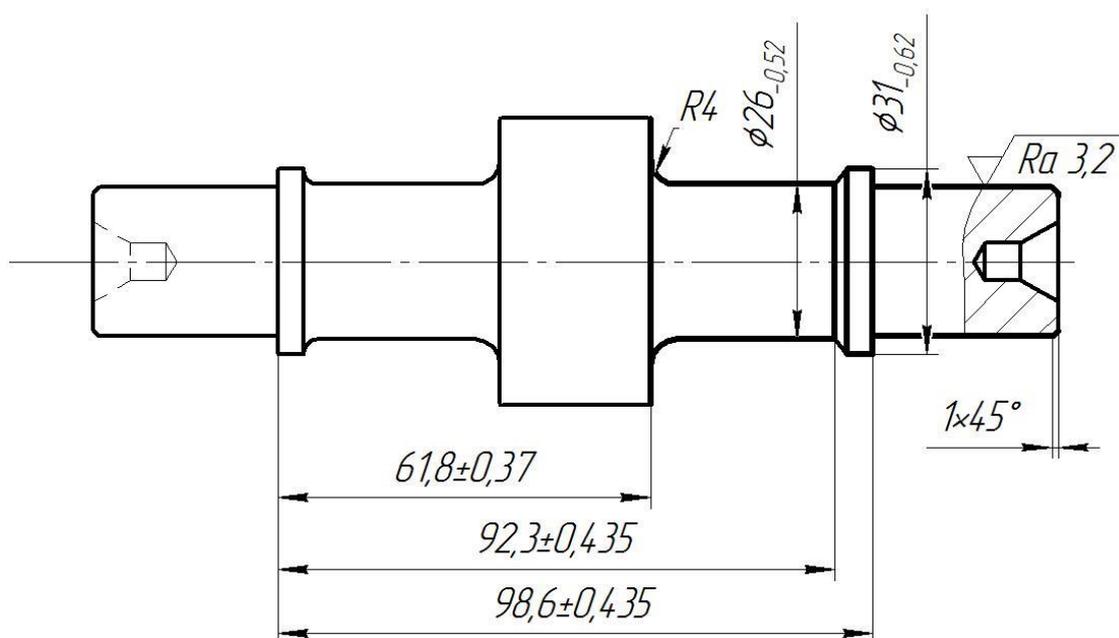


Рисунок 5 – Схема операции 020

Режимы обработки для операции 020 рассчитаны в разделе 2.6.2. Представим их в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы резания на операцию 030

Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹
0,30	0,20	97	1000

3.3 Расчет сил резания

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

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

где для P_Y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$; [22]

для P_Z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; [22]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np}, \quad (23)$$

где

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{0,75} \quad (24)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898.$$

$$K_{ypz} = 0,94; K_{pz} = 1,05; K_{npz} = 1,03. [22]$$

$$K_{ypy} = 0,8; K_{py} = 1,5; K_{npy} = 1,15. [22]$$

$$K_{pz} = K_{mp} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9129.$$

$$K_{py} = K_{mp} \cdot K_{ypy} \cdot K_{py} \cdot K_{npy} = 0,898 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,279.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 97^{-0,15} \cdot 0,9129 = 103,42 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 97^{-0,3} \cdot 1,279 = 86,68 \text{ Н.}$$

3.4 Определение усилия зажима

Определим крутящий момент.

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (25)$$

Рассчитаем момент силы зажима.

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}. \quad (26)$$

Эти моменты должны быть взаимно уравновешены, поэтому

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (27)$$

Для гарантии примем коэффициент запаса, который рассчитаем по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (28)$$

где $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [22]

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

Примем коэффициент трения $f = 0,3$. [20]

Тогда получим формулу

$$W = \frac{1,8 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (29)$$

Поставляя значения, получим $W_z^1 = \frac{1,8 \cdot 103,42 \cdot 48}{0,3 \cdot 25,5} = 1168, \text{ Н}$.

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

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (30)$$

Рассчитаем величину характеристики конструкции

$$i = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1} \quad (31)$$

В нашем случае $\alpha = 20^\circ; \varphi = 6^\circ$.

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

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

Чертеж спроектированного токарного патрона с механизацией представлен в графической части работы

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Общие сведения

«Обработка отверстий протягиванием является высокопроизводительным методом. Она применяется при обработке деталей из различных сталей и сплавов твердостью HRC до 50 единиц, в том числе коррозионно-стойких сталей, жаропрочных и титановых сплавов, цветных металлов и других материалов. Отличие протягивания от других видов механической обработки отверстий заключается в том, что при протягивании отсутствует специальное движение подачи, а срезание припуска осуществляется за счет конструкции протяжки, у которой каждый последующий зуб имеет превышение (перепад) на величину, равную 0,01-0,4 мм. При протягивании отверстий применяют профильную, генераторную и прогрессивную схемы резания». [1]

«Профильная схема резания характеризуется срезанием припуска зубьями, форма поперечного сечения которых та же, что и форма окончательно обработанного отверстия. У круглых протяжек это круглые зубья, у квадратных – квадратные и так далее. При профильной схеме резания в окончательном формировании поверхности участвуют только последние режущие зубья протяжки. Подача на зуб S_z равна толщине срезаемого слоя». [1]

«Применять профильные протяжки для обработки поверхностей сложной формы нетехнологично, так как каждый зуб должен повторять эту форму. Кроме того, при сложной форме отверстия невозможно получить требуемый передний угол на всех участках режущей кромки, что увеличивает шероховатость обработанной поверхности». [1]

На операции 040 Протяжная выполняется обработка центрального отверстия вала-шестерни привода манипулятора. До обработки размер

отверстия равен $D_0 = 8,5^{+0,036}$ мм. После протягивания размер этого отверстия должен быть $\varnothing D = 11H7(^{+0,018})$ мм; длина этого отверстия $L_0 = 25$ мм.

4.2 Проектирование протяжки

Прием передний угол режущих зубьев $\gamma = 12^\circ$; задний угол $\alpha_{ro} = 2^\circ$. [19]

Припуск

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2}. \quad (32)$$

$$A = \frac{11,009 - 8,5}{2} = 1,255 \text{ мм.}$$

Шаг режущих зубьев [19]

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0}. \quad (33)$$

$$t = 1,3 \sqrt{25} = 6,5, \text{ мм. Принимаем } t = 8 \text{ мм.}$$

По [19] принимаем стандартные параметры стружечных канавок режущих зубьев:

$$t = 8; h = 3; c = 3; r = 1,5; R = 7; F_K = 7,07.$$

Толщина среза [19]

$$a_z = \frac{F_K}{KL_0}, \quad (34)$$

где $K = 4$. [19]

$$a_z = \frac{7,07}{4 \cdot 25} = 0,071, \text{ мм.}$$

Число одновременно работающих режущих зубьев [25]

$$q = \left[\frac{L_0}{t} + 1 \right]. \quad (35)$$

$$q = \frac{25}{8} + 1 = 5.$$

Сила, приходящаяся на 1 мм длины контура [19]

$$P_z = C_p \cdot \sigma_B \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma, \quad (36)$$

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

Примем $C_p = 4,3$. [19]

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

Усилие протягивания [19]

$$P_T = \pi \cdot P_z \cdot D \cdot q \quad (37)$$

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

Напряжения в канавке перед первым зубом [19]

$$\sigma_1 = \frac{4P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2}. \quad (38)$$

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot 21074,58}{3,14(8,5 \cdot 2 \cdot 4)^2} = 5,81, \text{ МПа.}$$

Число черновых режущих зубьев [19]

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1 \quad (39)$$

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

Номинальные размеры режущих зубьев [19]

$$D_i = D_0 + 2 \cdot a_z (i - 1) \quad (40)$$

$$D_1 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (1 - 1) = 8,5. \quad D_2 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (2 - 1) = 8,642.$$

$$D_3 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (3 - 1) = 8,784. \quad D_4 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (4 - 1) = 8,926.$$

$$D_5 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (5 - 1) = 9,068. \quad D_6 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (6 - 1) = 9,210.$$

$$D_7 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (7 - 1) = 9,352. \quad D_8 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (8 - 1) = 9,494.$$

$$D_9 = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (9 - 1) = 9,636. \quad D_{10} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (10 - 1) = 9,778.$$

$$D_{11} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (11 - 1) = 9,920. \quad D_{12} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (12 - 1) = 10,062.$$

$$D_{13} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (13 - 1) = 10,204. \quad D_{14} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (14 - 1) = 10,346.$$

$$D_{15} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (15 - 1) = 10,488. \quad D_{16} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (16 - 1) = 10,630.$$

$$D_{17} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (17 - 1) = 10,772. \quad D_{18} = 8,5 + 2 \cdot 0,071 \cdot (18 - 1) = 10,914.$$

Чистовые зубья

$$D_{q1} = D_Z + 2a'_z j \quad (41)$$

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

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

По [19] примем число калибрующих зубьев $z_K = 6$.

Чертеж протяжки представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Рассматриваемым в данном разделе объектом является производственный участок по изготовлению вала-шестерни привода манипулятора.

Данный участок по механической обработке содержит следующие металлорежущие станки: центральное-подрезной станок 2А911-1, четыре токарно-винторезных станка с ЧПУ модели 16К20Ф3, зубофрезерный станок 5К32А, вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1, вертикально-протяжной станок 7Б66, центрошлифовальный станок ZSM 5100, зубошлифовальный станок 5М841, два торцевкруглошлифовальных станка 3Т161, два круглошлифовальных станка 3М193 и два шлифовально-полировальных станка 3В853.

В базовом технологическом процессе изменились две операции 020 Токарная чистовая и 040 Протяжная, поэтому в данном разделе будем рассматривать только эти операции, где необходимо оценить опасные и вредные производственные факторы.

«Безопасность условий на рабочем месте определяется наличием опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций или видов работ. При этом учитываются источники механических травм; определяется возможность получения электротравм; проводится оценка пожаро- и взрывоопасности объекта и так далее. Опасным называется производственный фактор, действие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья. Вредным называется производственный фактор, действие которого на работающего в определенных условиях приводит к постепенному ухудшению здоровья, профессиональному заболеванию или снижению работоспособности». [24]

На токарной операции оператор выполняет обработку наружных поверхностей токарными резцами. При этом образовывается металлическая

стружка. В результате возникает опасный производственный фактор – повреждение кожи оператора стружкой, появляющейся при обработке. Во избежание этого имеются специальные инструменты, которыми оператор токарного станка удаляет металлическую стружку по окончании обработки нескольких заготовок из зоны обработки токарного станка 16К20Ф3 (рисунок б).



Рисунок б – Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3

Оператор станка собирает появляющуюся в зоне резания стружку в специальном контейнере после обработки определенного количества заготовок. Потом этот контейнер отвозят на специальное предприятие, где стружка сдается на утилизацию.

Опасным производственным фактором на токарной операции также является попадание стружки в глаз станочника. Для предотвращения данного случая токарный станок 16К20Ф3 оборудован специальной ставней. При

включении в работу станка оператор должен закрыть ставню, чтоб стружка из зоны обработки не вылетала.

Вертикально-протяжной станок 7Б66 (рисунок 7), в отличие от токарного, такого устройства не имеет, поэтому станочник должен выполнять работу на станке в специальных защитных очках [4]. При включенном станке рабочий должен надеть защитные очки, тогда случайного попадания в глаз стружки не произойдет.

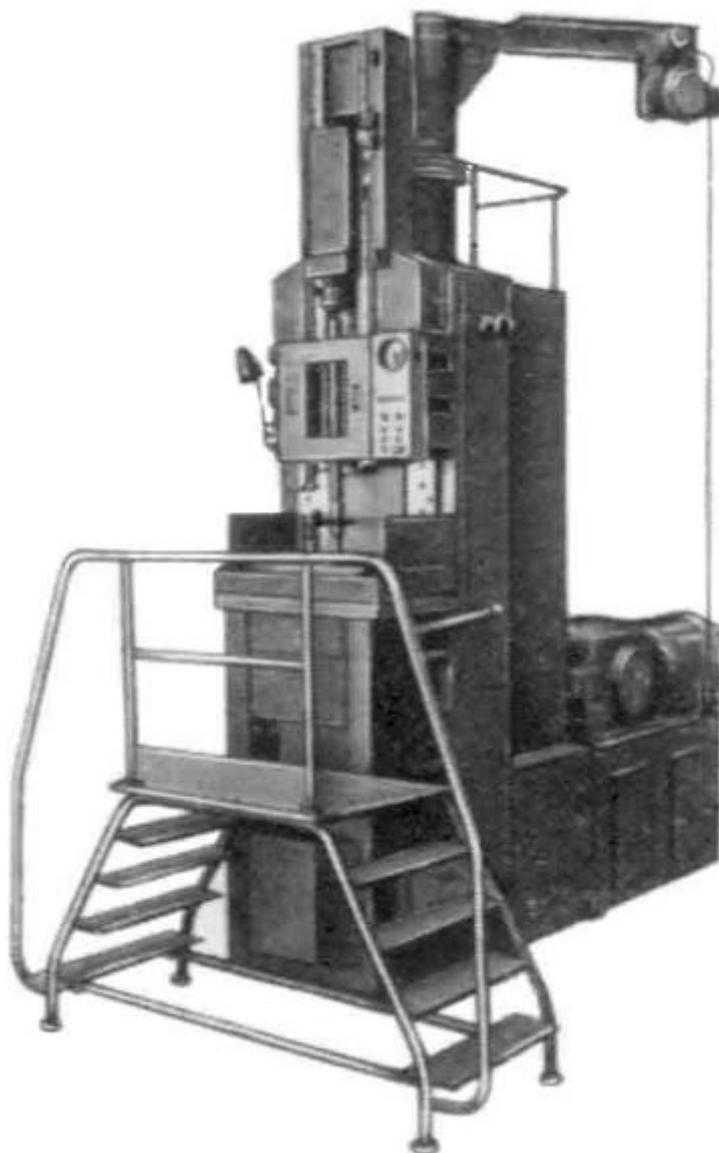


Рисунок 7 - Вертикально-протяжной станок 7Б66

При токарной обработке вредным производственным фактором является то, что, применяя смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), возникают их пары, которые загрязняют воздушное пространство на рабочем месте станочника. Для минимизации этого фактора необходимо установить рабочее место станочника должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и соответствовать санитарным нормам [21].

Вредным производственным фактором является шум, возникающий при механической обработке при работе оборудования на довольно больших скоростях резания.

«Шум является причиной быстрого утомления работающих, а это приводит к снижению концентрации внимания и увеличению количества ошибок. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений. Артериальное кровяное давление в большинстве случаев изменяется, что способствует общей слабости организма». [10]

Для снижения воздействия шума при работе на токарном станке оператору необходимо применять средства индивидуальной защиты органов слуха – противозумовые наушники [7].

«Электротравмы подразделяют на электрические удары и травмы. В первом случае поражается весь организм и особенно его внутренние органы. Во втором случае происходит местное поражение кожи, мышц и других частей тела. В настоящее время установлено, что более уязвимым органом при прохождении тока через тело человека является сердце. При малых значениях тока может возникнуть фибрилляция (беспорядочное сокращение мышц) сердца. Поэтому особенно опасен для человека электрический удар, при котором нарушаются сердечная, дыхательная и мозговая деятельность». [10]

Для электробезопасности работы на токарном и протяжном станках необходимо выполнить изоляцию токопроводящих частей, защитное заземление металлорежущих станков. Заземление отключит работу станка в

случае возникновения внештатной ситуации, связанной с резким изменением напряжения в сети. Защитному заземлению подвергают доступные для прикосновения человека части электроприборов и электроустановок.

«Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей (или ее эквивалентом) металлических нетокопроводящих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное заземление является средством защиты от косвенного прикосновения. Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение на электроустановках превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока». [10]

В нашем случае токарный станок работает от сети переменного тока с напряжением 380 В, поэтому обязательно нужно выполнять заземление.

Для электробезопасности оператора, управляющего токарным станком, на рабочем месте перед станком размещается диэлектрический коврик [7]. Этот предмет является хорошей защитой от шагового тока.

«Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей». [10]

На участке механической обработки нашей детали имеются пожарные гидранты, которые применяются в случае задымления или возникновения пожара. Также на стенках цеха развешаны огнетушители переносные [9]. Для своевременного оповещения о возгорании и задымлении на потолках цеха, где находится участок механической обработки детали, устанавливается пожарная сигнализация. Это минимизирует время, затрачиваемое на определение возгорания на производстве.

«Обучение по охране труда и проверка знаний требований охраны труда работников организаций проводится для обеспечения

профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Одновременно с обучением и проверкой знаний требований охраны труда могут проводиться обучение и аттестация работников организаций по другим направлениям безопасности труда, организуемые органами исполнительной власти, в порядке, утверждаемом ими по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации. Обучению охране труда и проверке знаний требований охраны труда подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель». [24]

На машиностроительном производстве, где изготавливается вал-шестерня привода промышленного робота, в обязательном порядке должно проводиться обучение по технике безопасности и охране труда.

В данном разделе предложены меры по минимизации возникновения производственного травматизма, а также по оснащению производственного участка техническими устройствами, способствующими безопасности машиностроительного предприятия.

5 Экономическая эффективность работы

В этом разделе выполним экономический расчет целесообразности предлагаемых технических решений изменения базового технологического процесса изготовления вала-шестерни привода манипулятора.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает сокращение вспомогательного времени на токарной операции 020. Это стало возможным благодаря применению более современного механизированного приспособления. Механизированное приспособление сокращает время на установку заготовки перед обработкой и снятия обработанной заготовки. Это привело к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованной операции.

Результаты технических изменений после совершенствований операции токарной 020, а именно замены приспособления позволяют сократить вспомогательное время на 28,1%.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 8 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 8 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [15]

Используя, описанную на рисунке 8, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BV}), которая составила 89252 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 9 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 9, можно сказать, что затраты на приспособление с учетом доставки и монтажа являются самыми существенными, так как их доля составила 92,4% в общем объеме инвестиций. Еще одной статьёй затрат стали затраты на проектирование, составляющие 7,6%.

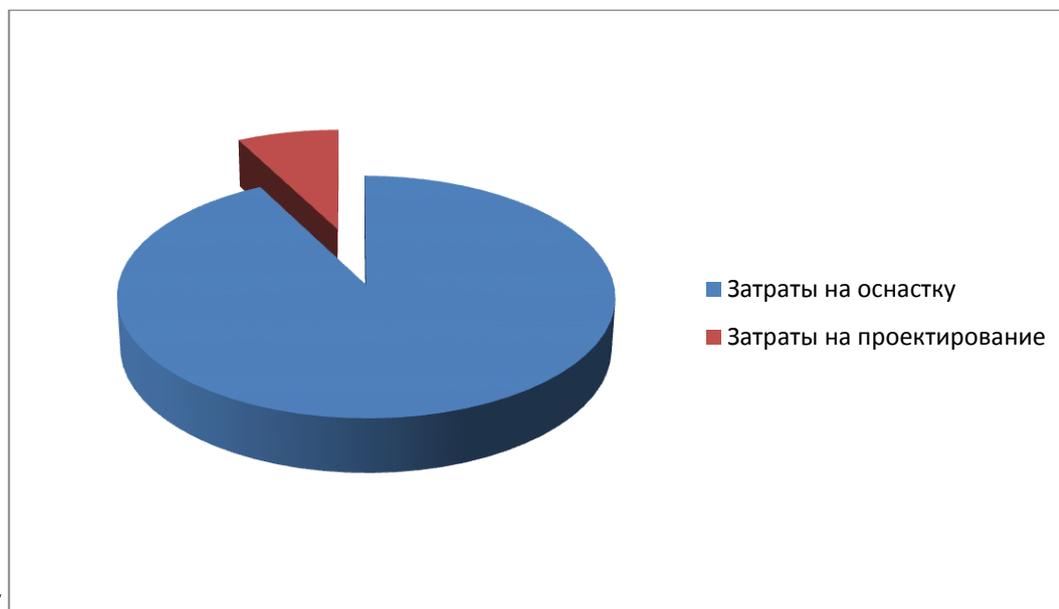


Рисунок 9 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 10.

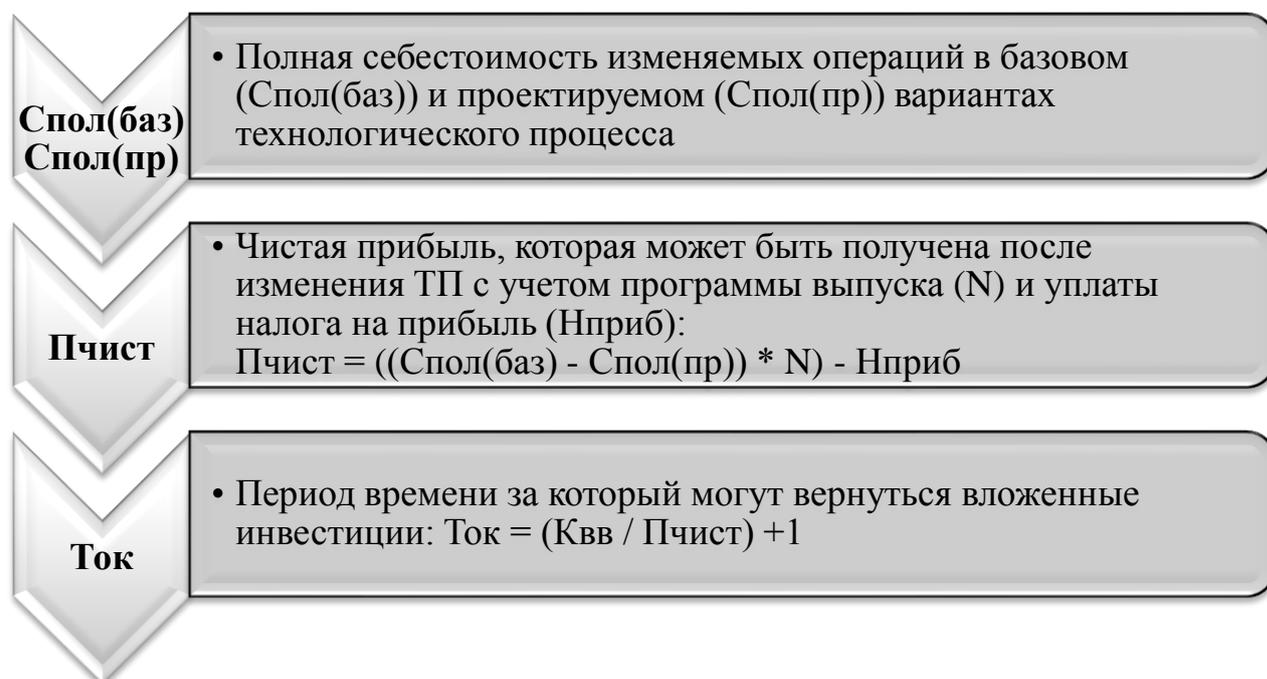


Рисунок 10 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 10, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизиться или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизиться, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{инт}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволяют максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 11 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

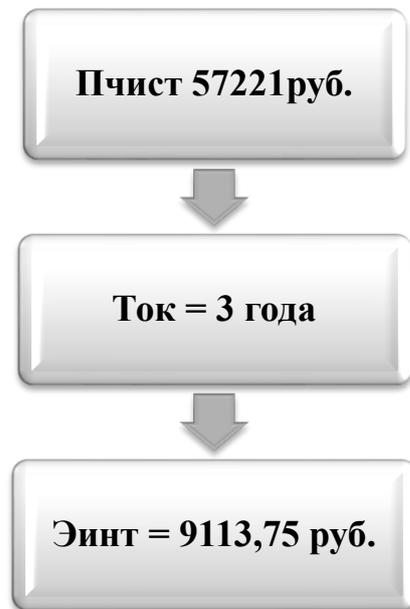


Рисунок 11 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{ЧИСТ}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ОК}}$) и экономического эффекта ($\Delta_{\text{ИНТ}}$)

Как показано на рисунке 11, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Таким образом, внедрение механизированного приспособления на токарной операции 020 технологического процесса изготовления вала-шестерни привода манипулятора привели к экономической прибыли, которая окупится за три года. Это доказывает полезность и выгоду изменений, внесенных в технологический процесс.

Заключение

В результате выполнения выпускной работы нами был спроектирован современный технологический процесс изготовления вала-шестерни привода манипулятора.

В первом разделе была описана конструкция манипулятора, а также функции вала-шестерни, которые выполняет эта деталь в узле механизма. Также проведен анализ технологичности вала-шестерни привода манипулятора, проанализирован материал, описана конструкция и рассмотрен вопрос о методе получения заготовки, из которой затем изготавливают саму деталь.

Во втором разделе выбран тип производства для вала-шестерни привода манипулятора, описаны основные его характеристики. Далее из двух наиболее подходящих методов получения заготовки (штамповки и проката) путем технико-экономического расчета-обоснования выбран наиболее экономически выгодный метод – штамповка. Затем для изготовления каждой поверхности детали в зависимости от формы, точности и шероховатости выбраны методы обработки. На одну из наиболее точных поверхностей вала-шестерни привода манипулятора рассчитаны припуски расчетно-аналитическим методом. После этого для модернизируемых в работе операций (токарная и протяжная) определены режимы обработки.

В третьем разделе для токарной операции спроектировано станочное приспособление – токарный трехкулачковый патрон. В отличие от приспособления базового варианта, спроектированный патрон имеет механизированный привод, что снижает время, связанное с установкой и снятием заготовки на операции.

В четвертом разделе для протяжной операции разработана конструкция сложнопровильного режущего инструмента – круглой протяжки.

В работе имеется анализ безопасности и экологичности. Экономический расчет показал эффективность модернизации техпроцесса.

Список используемой литературы

1. Безъязычный В.Ф. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении: учебное пособие / В.Ф.Безъязычный, В.Н. Крылов, Ю.К. Чарковский, Е.В. Шилков. – 4-е изд., стер. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 432 с.
2. Бойко А.Ф. Проектирование машиностроительных цехов и участков : учеб. пособие / А.Ф. Бойко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, М.Н. Воронкова. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 264 с.
3. 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.
4. ГОСТ 12.4.013-97. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия. – 16 с.
5. ГОСТ 25686-85. Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы, системы производственные гибкие. Термины и определения. – 8 с.
6. ГОСТ 4543-2016. Металлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
7. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
8. ГОСТ Р 12.4.213-99. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. – 11 с.
9. ГОСТ Р 51057-2001. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 48 с.
10. Графкина М.В. Охрана труда : учебник / М.В. Графкина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 212 с.
11. Жога В.В. Методы расчета кинематических и динамических параметров манипулятора-трипода : учеб. пособие / В.В. Жога; ВолГТУ. – Волгоград : Изд-во ВолГТУ, 2019. – 64 с.

12. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального назначения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М.Иванов, П.П. Серебrenицкий; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб. : БГТУ, 2015. – 179 с.
13. 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.
14. Копылов Ю.Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 500 с.
15. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
16. Кузнецов Е.С. Специальные грузоподъемные машины: учеб. пособие: в 9 кн. Кн. 2: Грузоподъемные манипуляторы. Специальные полиспастные подвесы и траверсы. Специальные лебедки / Е.С. Кузнецов, К.Д. Никитин, А.Н. Орлов; под общ. ред. проф. К.Д. Никитина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 280 с.
17. Петров В.М. Типовые маршруты технологических процессов механической обработки заготовок / В.М. Петров [и др.]; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2021. – 67 с.
18. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
19. Резников Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : электронное учеб. пособие / Л.А. Резников. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с.
20. Скрыбин В.А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник / В.А. Скрыбин, А.Г. Схиртладзе, А.Е. Зверовщиков, А.Н. Машков. – М. : КУРС : ИНФРА-М, 2023. – 320 с.

21. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – 60 с.
22. Тарабарин О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О.И. Тарабарин, А.И. Абызов, В.Б. Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 304 с.
23. Хозяев И.А. Основы технологий пищевого машиностроения : учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 264 с.
24. Шапорева И.Л. Безопасность жизнедеятельности : электрон. учеб.-метод. пособие / И.Л. Шапорева, Л.Н. Горина, Н.Е. Данилина, И.И. Рашоян. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 282 с.
25. 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.
26. Шрубченко И.В. Технология изготовления типовых деталей машин : учеб. Пособие / И.В. Шрубченко, Т.А. Дуюн, А.А. Погонин [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 358 с.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код наименования операции	Код наименования оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИП	Обозначение документа		
													ЕН	ОП	Тип
Б															
Т 42	392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0,1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.														
43															
А 44	ХХ ХХ ХХ 030 4272 Зубофрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ														
Б 45	381631 ХХХХ 5К32А Зубофрезерн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 2,14														
0 46	Фрезеровать прямые зубья $m = 2$ мм, $z = 22$.														
Т 47	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон центовый; 391822.ХХХХ Фреза														
Т 48	Червячная Р6М5 $m=2$; 393111.ХХХХ ШЦ-И-100-0,05; 393120.ХХХХ Калибр.														
49															
А 50	ХХ ХХ ХХ 033 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.														
Б 51	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Верт.-сверл. 2 322 1Р1 1 1 100 1 5 0,48														
0 52	Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 5^{+0,03}$; $50 \pm 0,31$; $60 \pm 0,37$.														
Т 53	396181.ХХХХ Приспособление самоцентра.; ХХХХХХ.ХХХХ(4) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло														
Т 54	Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0,05.														
55															
А 56	ХХ ХХ ХХ 035 4271 Протяжная ИОТ ИЗ7.101.7026-02.														
Б 57	381623 ХХХХ 7Б66 Вертик.-протяжной. 2 17001 422 1Р 1 1 1 100 1 16 2,14														
0 58	Протянуть отв. $\varnothing 11^{+0,016}$ насквозь протянуть шлицевое отверстие $d=6 \times 11H7 \times 14H11 \times 3F10$ насквозь.														
Т 59	ХХХХХХ.ХХХХ Патрон; ХХХХХХ.ХХХХ Протяжка крацглая Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Протяжка шлицев.														
Т 60	Р6М5; 393111 Калибр-пробка.														
61															
А 62	ХХ ХХ ХХ 040 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.														
Б 63	ТВЧ														
64															
МК															

Лист 3

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа										
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Шт	
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	100	1	10	0,5				
0 71	Шлифовать центр. отверстия, выдерживая размеры 60 ± 15 ; $\phi 10,6^{+0,16}$.																	
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	100	1	120	2,79				
0 76	Шлифовать зидья вала-шестерни $m = 2$ мм, $z = 22$, класс точности 7-В.																	
Т 77	39611X XXXX Патрон поводковы: 39284.1XXXX Центр жесткий; XXXXX XXXX Упор откидной.																	
Т 78	398110 XXXX Круг шлифовальный профилный 1 25AF16k5L7 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																	
Т 79	3943XX XXXX Шагомер резьбовой; 3944.XX.XXXX Биенцемер.																	
80																		
А 81	XX XX XX	050	Шлифовальная ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 82	38131X	XXXX	3Т161	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	100	1	10	2,23				
0 83	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.																	
Т 84	39611X XXXX Патрон поводковы; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXX XXXX Упор откидной.																	
Т 85	398110 XXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.																	
Т 86	393120 XXXX(2) скоба индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.																	
87																		
А 88	XX XX XX	055	Шлифовальная чистовая ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 89	38131X	XXXX	3Т161	Торцекруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	100	1	10	2,23				
0 90	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 25,1_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.																	
Т 91	39611X XXXX Патрон поводковы; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXX XXXX Упор откидной.																	
МК																		

Лист 4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	полюс	Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа		
													ЕН	ОП	Тип
Б		Код наименования обозначения													
Т 94		398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;													
Т 95		393120.ХХХХ(2) скода индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.													
96															
А 97		ХХ ХХ ХХ 060 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.													
Б 98		38131Х ХХХХ ЗМ193 Круглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35													
0 99		Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,33}$.													
Т 100		39611Х ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ ХХХХ Упор откидной;													
Т 101		398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;													
Т 102		393120.ХХХХ(2) скода индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.													
103															
А 104		ХХ ХХ ХХ 065 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.													
Б 105		38131Х ХХХХ ЗМ193 Круглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35													
0 106		Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,33}$.													
Т 107		39611Х ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ ХХХХ Упор откидной;													
Т 108		398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 600x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;													
Т 109		393120.ХХХХ(2) скода индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.													
110															
А 111		ХХ ХХ ХХ 070 Полировальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.													
Б 112		38131Х ХХХХ 38853 олировальный 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,35													
0 113		Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25,05_{-0,011}^{+0,011}$.													
Т 114		39611Х ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ ХХХХ Упор откидной;													
Т 115		398110.ХХХХ Круг полировальный лепестковый ГОСТ Р 52781-2007;													
Т 116		393120.ХХХХ(2) скода индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр; ХХХХХХ ХХХХ Профилометр.													
МК															

Лист 5

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 6															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СУ	проф.	Р	УГ	КР	Обозначение документа				
											КОИД	ЕН	ОП	Клм	Тпоз
Б					Код, наименование обозначения										
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										
0 119					Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25^{+0,011}$.										
Т 120					39611X XXXX Патрон лободковый: 39284.1XXXX Центр вращающийся: XXXXXX.XXXX Упор откидной.										
Т 121					39810.XXXX Круг полировальный лелестковый ГОСТ Р 52781-2007.										
Т 122					393120.XXXX(2) скода индикаторная; 393410.XXXX Микраметр; XXXXXX.XXXX Профиллометр.										
123															
А 124					XX XX XX 080 Мясечная 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															