

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера

Обучающийся

А.С. Рыжков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера.

Автор: Рыжков Антон Сергеевич.

В данной выпускной работе разрабатывается техпроцесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера. Вал-шестерня в конструкции ленточного конвейера служит для передачи вращательного движения в кинематической цепи электромеханического привода.

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

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

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

Четвертым этапом в работе спроектирована конструкция режущего инструмента – червячной фрезы для выполнения шлицев конструкции детали.

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

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	7
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.5 Расчет припусков.....	13
2.6 Определение режимов резания.....	17
3 Проектирование приспособления.....	22
3.1 Общие сведения.....	22
3.2 Анализ исходных данных	23
3.3 Силовой расчет станочного приспособления.....	24
4 Проектирование режущего инструмента.....	28
4.1 Общие сведения	28
4.2 Анализ исходных данных	29
4.3 Расчет фрезы	29
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
6 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение.....	46
Список используемой литературы.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	51

Введение

Машиностроение на сегодняшний день является одной из основных сфер современной промышленности. От производства и модернизации машин зависит производительность всей мировой промышленности.

В машиностроении важным звеном является технологический транспорт, который служит для транспортирования продуктов производства из одной точки цеха или части производственного участка в другую. Технологическим транспортом являются конвейеры, автокары, самоходные тележки и так далее.

Одним из разновидностей конвейеров является ленточные конвейеры. Они применяются в подавляющем большинстве производств, таких как химические производства, пищевые и машиностроительные производства, сельскохозяйственные и многие другие. Отличительной особенностью ленточных конвейеров является материал самой ленты, который может быть самым разнообразным. Например, в химической промышленности ввиду транспортирования едких веществ лента зачастую выполняется из высоколегированной стали. На сельскохозяйственных и машиностроительных предприятиях наибольшее применение в конструкции ленточных конвейеров нашли тканевые прорезиненные ленты. Удобство таких лент заключается в их сравнительно небольшой стоимости и хорошей сцепляемости с предметами, которые на ней перемещаются.

Одним из компонентов ленточного конвейера является вал-шестерня, которая служит для передачи вращательного движения в кинематической цепи электромеханического привода.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни ленточного конвейера с заданным качеством и минимальной себестоимостью, согласно годовой программе выпуска изделий.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

«Работу современных предприятий обрабатывающей промышленности без использования конвейеров представить себе очень трудно – они позволяют автоматизировать производственный процесс и сделать его более эффективным. Ленточный конвейер – транспортирующее устройство непрерывного действия. Ленточные конвейеры являются наиболее распространенным типом машин конвейерного транспорта. Практически во всех отраслях промышленности используются ленточные конвейеры, которые обеспечивают непрерывность процессов транспортировки различных видов грузов и материалов. Из всего парка конвейерных установок около 90% составляют ленточные конвейеры. Преимущества ленточных конвейеров перед другими способами транспортировки заключается в том, что благодаря значительной скорости движения ленты обеспечивается высокая эффективность и производительность технологических процессов, надежной и долговечной работы конструкций устройств, относительно малое потребление энергии. Оптимальная эксплуатация конвейеров осуществляется в широком температурном диапазоне от -50 до +45°С (для специальных +130°С). В зависимости от свойств и природы перемещаемого груза угол наклона рабочей стороны ленты может быть установлен до 90°. Для машин непрерывного действия характерно перемещение насыпных или штучных грузов по заданной трассе без остановок. Транспортирующие машины отличаются высокой надежностью, удобством эксплуатации и обслуживания, имеют необходимую длину транспортирования, работают в автоматическом режиме в комплексе с технологическим оборудованием, обеспечивают высокую производительность благодаря непрерывности процесса транспортирования». [10]

«Конвейер и входящие в его конструкцию элементы (рисунок 1), в которых непрерывное движение осуществляется при помощи бесконечной транспортной ленты 1. Лента приводится в движение приводным барабаном 2 на одном конце и проходит вокруг свободно вращающегося барабана 7 на другом конце». [10]

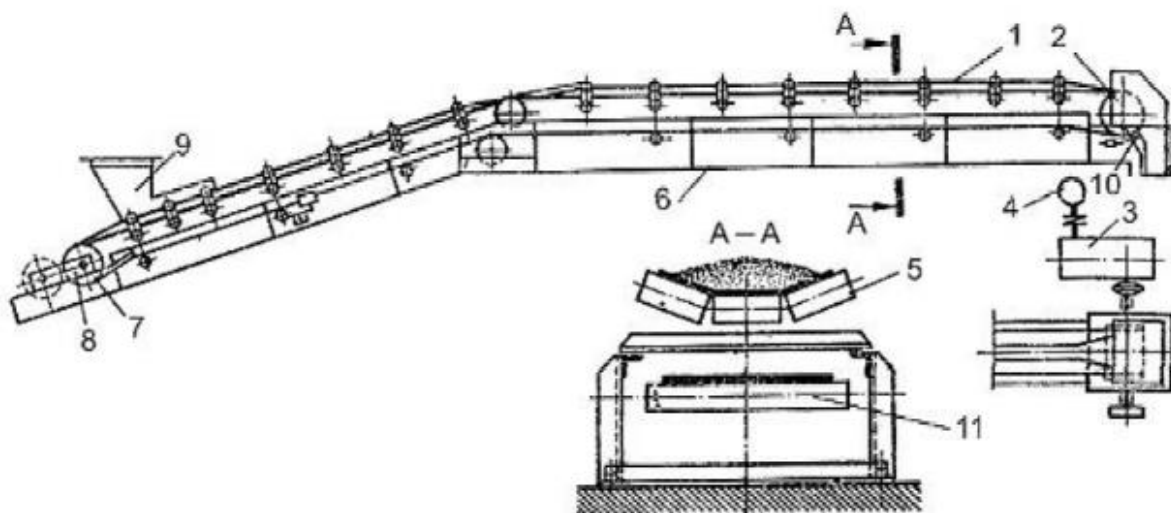


Рисунок 1 – Ленточный конвейер

Вал-шестерня в конструкции ленточного конвейера служит для передачи вращательного движения в кинематической цепи электромеханического привода.

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Исполнительными поверхностями вала-шестерни конвейера являются плоские поверхности шлицев 17 и 18, которыми деталь воспринимает вращение, а также боковые стороны зубьев конического зубчатого венца. Эти поверхности условно обозначены позицией 21.

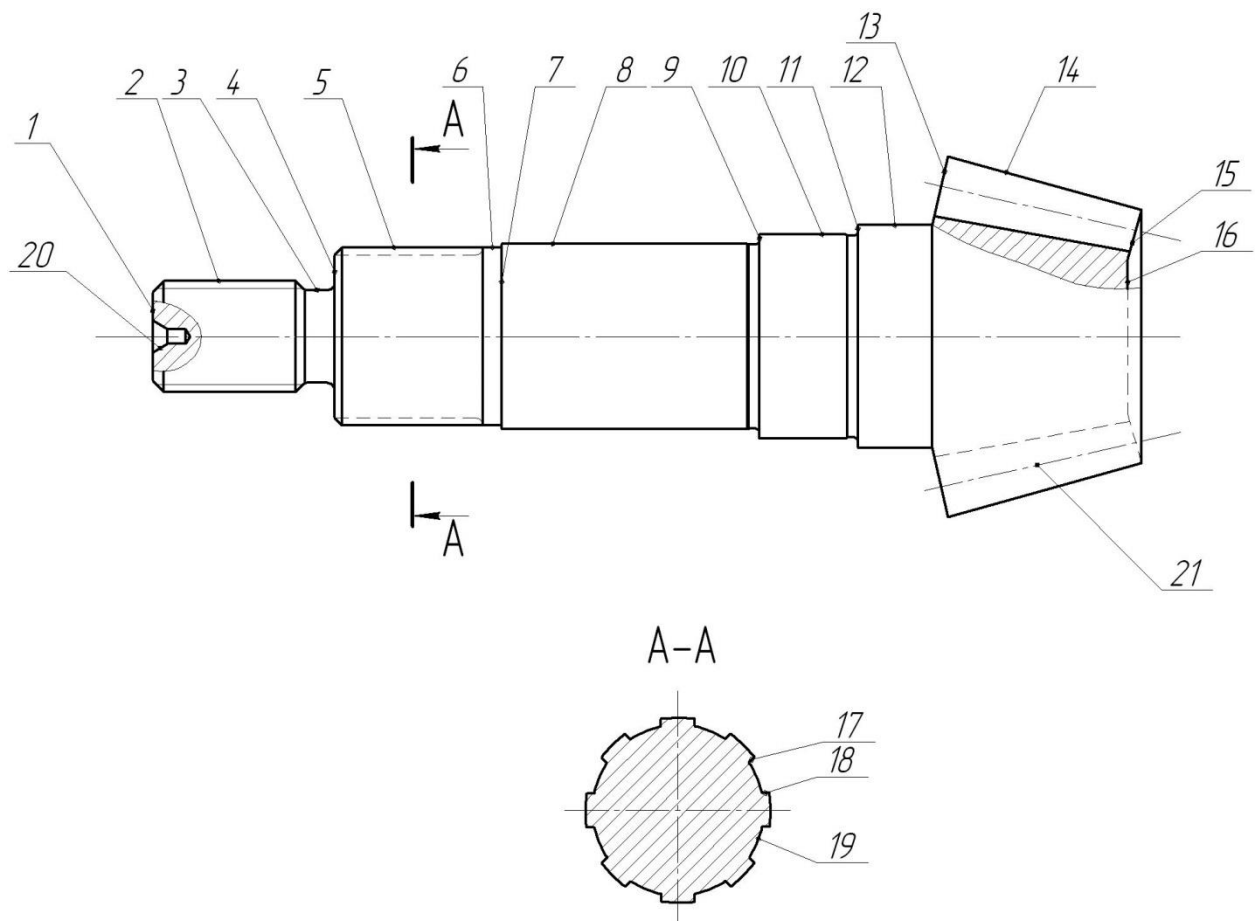


Рисунок 2 - Систематизация поверхностей детали

Основными конструкторскими базами вала-шестерни конвейера являются цилиндрические поверхности 8 и 10, а также торцовая поверхность 11, ограничивающая продвижение детали в направлении ее оси.

Вспомогательными конструкторскими базами вала-шестерни конвейера является поверхность 2, на которой выполнена метрическая резьба М30х2.

Остальные поверхности - свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом корпуса подшипника является конструкционная сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [5].

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

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

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

«Во всех отраслях машиностроения и приборостроения наиболее широкое применение нашли зубчатые передачи благодаря ряду их достоинств: постоянству передаточного числа; отсутствию проскальзывания; большой несущей способности при сравнительно малых габаритах и массе; большой долговечности; работе в большом диапазоне нагрузок; способности передавать энергию между валами, как угодно расположенными в пространстве; сравнительно малым нагрузкам на валы и их опоры; высокому КПД (до 0,995); простоте обслуживания и ухода. К недостаткам зубчатых передач можно отнести: высокие требования к точности изготовления зубчатых колес, сборки передач и необходимости повышенной жесткости корпусов, опор, валов; шум, особенно при больших частотах вращения и недостаточной точности; вибрации; низкую демпфирующую способность».

[7]

Анализируя конструкцию вала-шестерни, приходим к выводу к достаточной технологичности детали, так как форма достаточно проста, есть доступ к обработке и измерению всех поверхностей.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Тип производства определяется в зависимости от номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В соответствии с ГОСТом 14.004-83 различают три типа производства: единичное, серийное и массовое». [9]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m=4,7$ кг и программа выпуска в $N=4000$ деталей в год. Исходя из этих параметров [9], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями) и сравнительно большим объемом выпуска. Объем выпуска предприятия серийного производства колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий. В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Однако такое деление является условным, так как производство изделий различных размеров, сложности и трудоемкости и при одном и том же количестве в партии может быть отнесено к разным видам серийности». [9]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями, а также закреплением за каждым рабочим местом не одной, а нескольких операций. В зависимости от количества изделий в партии (или серии) и количества операций, закрепленных за каждым рабочим местом, различают крупносерийные, среднесерийные и мелкосерийные производства». [15]

«Серийное простое производство – это непрерывное движение изделий, при котором партия заготовок или деталей проходит через одну операцию и затем целиком или частями поступает на следующую операцию. В промежутке между смежными операциями она часто лежит в цехе или на складе в ожидании освобождения рабочего места, занятого другой работой. Для серийного простого производства характерно групповое размещение оборудования по признаку технологичной однородности». [15]

2.3 Выбор метода получения заготовки

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

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

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

При штамповке масса заготовки будет равна 6,5 кг, а при прокате 16,6 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [15].

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

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. [12]

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

где $C_{\text{ум}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$. [12]

Тогда

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

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

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

где $Q_{\text{ум}} = 6,5; q = 4,7$ кг;

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

Тогда

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 6,5 + 0,6578(6,5 - 4,7) - (6,5 - 4,7)0,0144 = 2,9229 \text{ руб.}$$

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

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

где $Q_{\text{пр}} = 16,6; q = 4,7$ кг;

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

Тогда

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 16,6 + 0,6578(16,6 - 4,7) - 0,0144(16,6 - 4,7) = 9,68 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«Перед разработкой маршрута обработки детали намечают (или уточняют) технологические операции (без подробной проработки их содержания). Предварительно объединяют те переходы на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. Во время обработки тяжелых заготовок следует сокращать число их перестановок со станка на станок, что также сказывается на содержании операций. При составлении маршрута обработки заготовки по отдельным операциям устанавливают также тип станков и другого технологического оборудования, их характеристики, размеры. Модели уточняют и корректируют при детальной проработке технологических операций. Разрабатывая технологический маршрут, ориентируются на типовые технологические процессы обработки деталей данного типа». [16]

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхностей 1, 3, 4, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16 и их шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 10) поверхности 2 и ее шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 7) поверхности 5 и ее шероховатости (Ra 0,8) примем следующие методы обработки этой

поверхности: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 11) поверхности 6 и ее шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимой точности (IT 7) поверхностей 8, 14 и их шероховатости (Ra 1,6) примем следующие методы обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 6) поверхности 10 и ее шероховатости (Ra 0,8) примем следующие методы обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Согласно необходимой точности (IT 10) поверхностей 17, 18 и их шероховатости (Ra 3,2) примем следующие методы обработки этих поверхностей: шлицефрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхности 19 и ее шероховатости (Ra 6,3) примем следующие методы обработки этой поверхности: шлицефрезерование.

Согласно необходимой точности (IT 14) поверхности 20 и ее шероховатости (Ra 1,6) примем следующие методы обработки этой поверхности: центральное-подрезная операция, центрошлифовальная операция.

Согласно необходимой точности (IT 7) поверхности 21 и ее шероховатости (Ra 1,6) примем следующие методы обработки этой поверхности: зубострогальная операция, зубопритирочная операция.

2.5 Расчет припусков

«В настоящее время в машиностроении применяются два метода установления припусков на обработку – опытно-статистический и расчетно-

аналитический. При использовании опытно-статистического метода припуски устанавливаются по таблицам, которые составлены на основе обобщения практических данных передовых производств. Его недостатком является то, припуски назначают без учета конкретных условий построения технологических процессов. Например, общие припуски – без учета маршрута обработки данной поверхности, промежуточные – без учета схемы установки заготовки и погрешностей предшествующей обработки. В связи с этим опытно-статистические припуски во многих случаях завышены, так как ориентированы на условия обработки, при которых припуск должен быть наибольшим во избежание брака. Расчетно-аналитический метод определения припусков более трудоемок, однако лишен указанного недостатка. В соответствии с этим методом промежуточный припуск, назначаемый для определенного перехода, должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующем технологическом переходе, а также возникающая на выполняемом переходе погрешность установки обрабатываемой заготовки. Метод базируется на учете конкретных условий выполнения технологического процесса, позволяя выявить возможности экономии материала и снижения трудоемкости механической обработки».

[21]

Определим припуски на обработку поверхности 10 с параметрами $\varnothing 55k6^{(+0,021}_{+0,002)}$ мм, $L = 21,5$ мм, $Ra = 0,8$ мкм расчетно-аналитическим методом.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$\langle a = R_z + h_o \rangle. [2] \quad (5)$$

Перед этим найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,30 = 0,075.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,120 = 0,030.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,046 = 0,012.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,019 = 0,005.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0} = 0,275.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,030^2 + 0^2} = 0,130.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,012^2 + 0} = 0,062.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5(1,400 + 0,300) = 1,651.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,275 + 0,5(0,300 + 0,074) = 0,462.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,130 + 0,5(0,074 + 0,046) = 0,190.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,062 + 0,5(0,046 + 0,019) = 0,095.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{4\min} = 55,002.$$

$$d_{4\max} = 55,021.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 55,021 + 2 \cdot 0,062 = 55,145.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 55,145 + 0,046 = 55,191.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 55,191 + 2 \cdot 0,130 = 55,451.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 55,451 + 0,120 = 55,571.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 55,571 \cdot 0,999 = 55,515.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 55,515 + 0,074 = 55,589.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 55,589 + 2 \cdot 0,275 = 56,139.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 56,139 + 0,300 = 56,439.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 56,439 + 2 \cdot 0,801 = 58,041.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 58,041 + 1,600 = 59,641.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(59,641 + 58,041) = 58,841.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(56,439 + 56,139) = 56,289.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(55,589 + 55,515) = 55,552.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(55,571 + 55,451) = 55,511.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(55,191 + 55,145) = 55,168.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(55,021 + 55,002) = 55,012.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

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

$$2Z_{\min} = 58,041 - 55,021 = 3,020.$$

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

$$2Z_{\max} = 3,020 + 1,600 + 0,019 = 4,639.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(3,020 + 4,639) = 3,830.$$

2.6 Определение режимов резания

«Сложность расчетного определения условий обработки, обеспечивающие требуемые характеристики качества поверхностного слоя, усугубляются тем, что с точки зрения обеспечения наибольшей производительности безразлично, какой из элементов режимов резания изменять: скорость резания или подачу. При назначении режима резания с учетом стойкости инструмента, требуемой точности и качества обработанной поверхности это условие нарушается, поскольку элементы режима резания по-разному влияют на температуру и силу резания. Последние в итоге определяют стойкость инструмента, точность обработки и характеристики качества поверхностного слоя. В связи с этим целесообразно назначать сочетания подачи, глубины и скорости резания, обеспечивающие необходимые требования к инструменту и детали. Актуальность и вместе с тем сложность решения задачи по определению технологических условий обработки обусловлены также необходимостью достижения стабильности или изменяемости по желаемым законам характеристик качества поверхностного слоя, когда отдельные поверхности ответственных деталей работают в различных температурно-силовых условиях». [1]

2.6.1 Определение режимов резания на операцию 015.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,5; S = 0,2$. [18]

Скорость резания (м/мин)

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

где $K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 150$. [18]

Тогда $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4$.

Частота вращения (мин^{-1})

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

$$n = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 100} = 300,6.$$

$$n_\phi = 250.$$

Уточним скорость резания (м/мин)

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

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 78,5.$$

Минутная подача (мм/мин)

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

$$S = 0,2 \cdot 250 = 50.$$

Основное время (мин)

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

$$T_0 = \frac{244}{50} = 4,88.$$

2.6.2 Определение режимов резания на операцию 025.

Переход 1.

Примем глубину резания и подачу $t = 1,0; S = 0,3$. [18]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14), при этом

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 150 \text{ м/мин. [18]}$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 27} = 1113,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 1000}{1000} = 84,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{300} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,5; S = 0,3$. [18]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 150. [18]$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 56} = 536,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 500}{1000} = 87,9 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{150} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Примем глубину резания и подачу $t = 0,2; S = 0,2$. [18]

Скорость резания рассчитаем по формуле (14)

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 150. [18]$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 97,2} = 309,3 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 97,2 \cdot 250}{1000} = 76,3 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитаем по формуле (17)

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время рассчитаем по формуле (18)

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{244}{50} = 4,88 \text{ мин.}$$

Общее основное время операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 0,01 + 4,88 = 4,90, \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов резания на операцию 030.

«Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы. Её размеры обуславливаются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя. Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жесткость технологической системы, схему резания, форму и размеры обрабатываемой заготовки». [22]

Определим длину рабочего хода

$$L_{p.x.} = L_p + L_{п}, \quad (19)$$

где $L_{п} = 21$. [18]

$$L_{p.x.} = 40 + 21 = 61, \text{ мм.}$$

Определим осевую подачу

$$S_0 = S_{0.табл} \cdot K_1, \quad (20)$$

где $S_{0.табл} = 1,9$; $K_1 = 1,0$. [18]

Определим скорость фрезерования

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

где $V_{табл} = 50$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$. [18]

$$V = 50 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 50, \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения рассчитаем по формуле (15)

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d_{a0}} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 100} = 159,2, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания по формуле (16)

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 160}{1000} = 50,2, \text{ м/мин.}$$

Определим основное время

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot z \cdot i}{n \cdot S_0 \cdot z_{10}}. \quad (22)$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot z \cdot i}{n \cdot S_0 \cdot z_{10}} = \frac{61 \cdot 8 \cdot 1}{160 \cdot 1,9 \cdot 1} = 1,61, \text{ мин.}$$

Полученные режимы резания внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А (в таблице А.1), а также на технологические наладки, представленные в графической части.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Общие сведения

«Большая роль в производстве различного рода машин отводится технологической подготовке производства, которая является совокупностью взаимосвязанных процессов, обеспечивающих готовность предприятия к выпуску машин (изделий) при установленных сроках, объеме выпуска и затратах. К технологической подготовке производства относится также проектирование и изготовление технологической оснастки. Трудоемкость проектирования технологической оснастки составляет до 80%, а длительность – до 90% от всего этапа. Затраты на технологическую оснастку составляют примерно 10-15% от себестоимости машины. Организация и управление технологической подготовкой производства регламентируется стандартами ЕСТПП. В структуре технологической оснастки наибольшую долю ее занимают приспособления. В машиностроении применяется порядка 25 миллионов приспособлений. В среднем при обработке одной детали используется около 10 приспособлений». [20]

«Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства, используемые при механической обработке, сборке и контроля изделий. Наиболее значительную их долю (около 80-90% от общего парка приспособлений) составляют станочные приспособления, применяемые для установки и закрепления заготовок. Станочными приспособлениями называются дополнительные устройства к металлорежущим станкам, позволяющие наиболее экономично обеспечить в заданных производственных условиях заложенные в конструкции детали требования к точности размеров, формы и взаимного положения обрабатываемых поверхностей деталей». [20]

3.2 Анализ исходных данных

На токарной операции 025 проводится точение наружных поверхностей детали. Необходимо спроектировать станочное приспособление для этой операции.

Схема обработки приведена на рисунке 3.

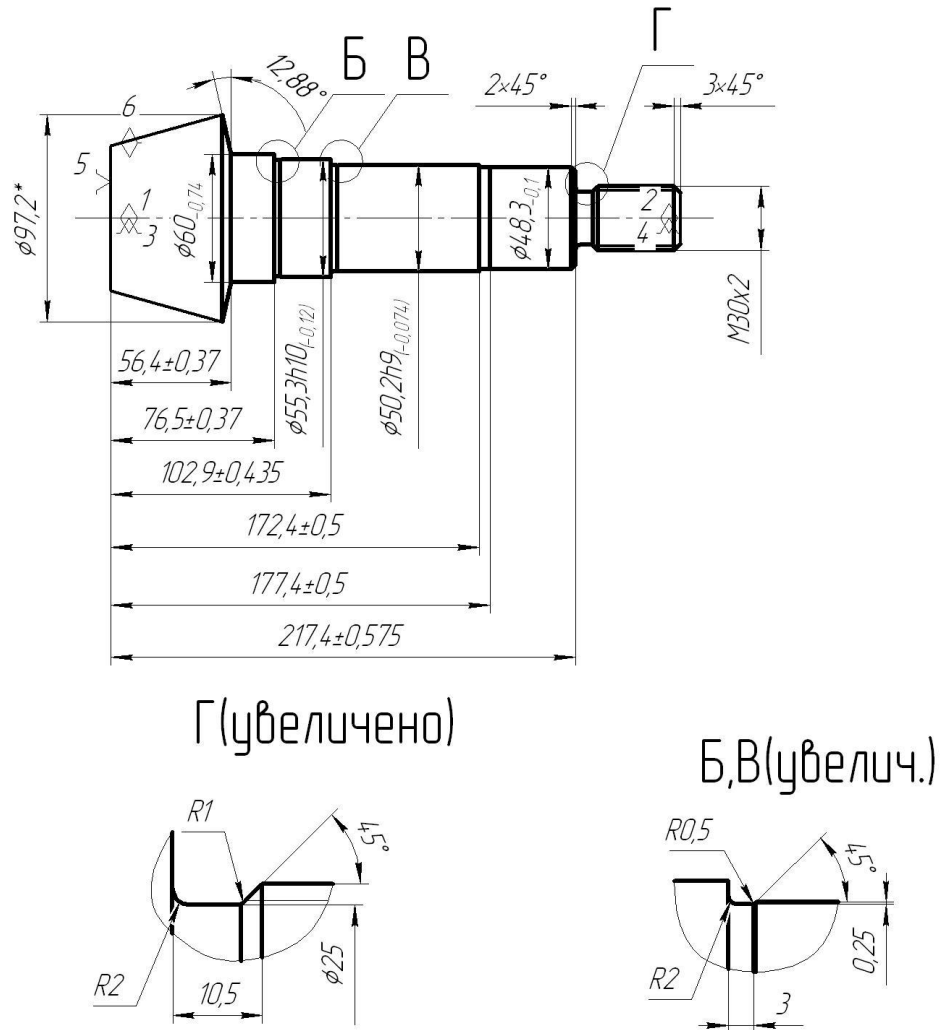


Рисунок 3 - Схема обработки на операции 025

«Для токарных станков широко используются различные универсальные приспособления: двух-, трех-, четырехкулачковые патроны, цанговые, поводковые, мембранные патроны, плавающие и поводковые центра, оправки, планшайбы, угольники, люнеты, а также специальные приспособления». [8]

Объектом проектирования в нашей работе будет являться токарный поводковый самозажимной патрон с эксцентриковыми кулачками, так как его конструкция позволяет без применения какого-либо привода сократить вспомогательное время на зажим и разжим заготовки за счет конструкции.

3.3 Силовой расчет станочного приспособления

Для передачи крутящего момента заготовке от шпинделя станка необходима сила зажима. Она зависит от центробежной силы, которая рассчитывается зависимостью

$$\langle P_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (23) \rangle$$

где m -масса заготовки, кг;

ω - угловая скорость, рад/с». [8]

$$\langle \omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \rangle [8] \quad (24)$$

где $n = 250 \text{ мин}^{-1}$, исходя из предыдущих расчетов.

$$\langle \omega = \frac{V}{R} \rangle. [8] \quad (25)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 250}{70} = 11,2, \text{ рад/с.}$$

$$P_{ц} = \frac{4,0 \cdot 11,2^2}{70} = 7,2, \text{ Н}$$

Найдем силу зажима кулачками патрона

$$\langle W = P_{ц} \cdot Z \cdot \cos 30^\circ, \quad (26) \rangle$$

где $Z = 2$ - количество кулачков». [8]

$$W = 7,2 \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ = 12,5, \text{ Н.}$$

Определим силы резания при точении

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (27)$$

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

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

$$K_p = 0,9. \text{ [20]}$$

Тогда

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{np_z} \cdot K_{np_z} = 1,22 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,24.$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{np_y} \cdot K_{np_y} = 1,22 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,68.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 76,3^{-0,15} \cdot 1,24 = 116,1, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,2^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 76,3^{-0,3} \cdot 1,68 = 99,5, \text{ Н.}$$

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремящийся провернуть заготовку в кулачках будет равен

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2}. \quad (28)$$

$$\text{Тогда } M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{116,1 \cdot 97,2}{2} = 5642,5, \text{ Н.}$$

Определим, препятствующий этому, момент силы зажима

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}, \quad (29)$$

где W – суммарное усилие зажима приходящее на кулачки;

f – коэффициент трения о поверхности кулачка.

Определим коэффициент запаса [20]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (30)$$

где $K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8$;

$$K_{py} = 2,52;$$

$$f = 0,3.$$

$$\text{Тогда } W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 116,1 \cdot 97,2}{0,3 \cdot 74,4} = 910,1, \text{ Н.}$$

Определим момент от силы зажима

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (31)$$

Необходимая сила зажима равна

Определим величину усилия W_1 , прикладываемую к кулачкам

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)}. \quad (32)$$

$$\text{Тогда } W_1 = \frac{910,1}{1 - \left(\frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1078,3, \text{ Н.}$$

Рассчитаем осевую силу зажима кулачками патрона

$$Q = \frac{M}{n \cdot r_{\max} \cdot \sin\left(\theta + \frac{4r_0 \cdot \mu}{\pi \cdot r_{\min}}\right)}. \quad (33)$$

где $\theta = 18^\circ$; $\mu = 0,15$. [20]

$$\text{Тогда } Q = \frac{5642,5}{250 \cdot 0,031 \cdot \sin\left(18 + \frac{4 \cdot 0,025 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,04}\right)} = 2341,1, \text{ Н.}$$

Найдем угол поворота кулачка при зажиме

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot g \frac{r_{\max}}{r_{\min}}. \quad (34)$$

Подставляя, получим

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot 9,81 \frac{0,031}{0,04} = 17,6^\circ.$$

Спроектированный токарный патрон представлен в графической части работы.

«При центрировании шлицевых валов по внутреннему диаметру шлицев фрезерование последних дает точность по внутреннему диаметру до 0,05-0,06 мм, что не всегда достаточно для обеспечения точной посадки».

[11]

4.2 Анализ исходных данных

В нашем случае на операции 030 ведется обработка шлицев D-8x42h11x48h7x8h10 с центрированием по наружному диаметру, следовательно конструкция червячной фрезы не должна иметь соответствующих «усиков». Схема операции представлена на рисунке 5.

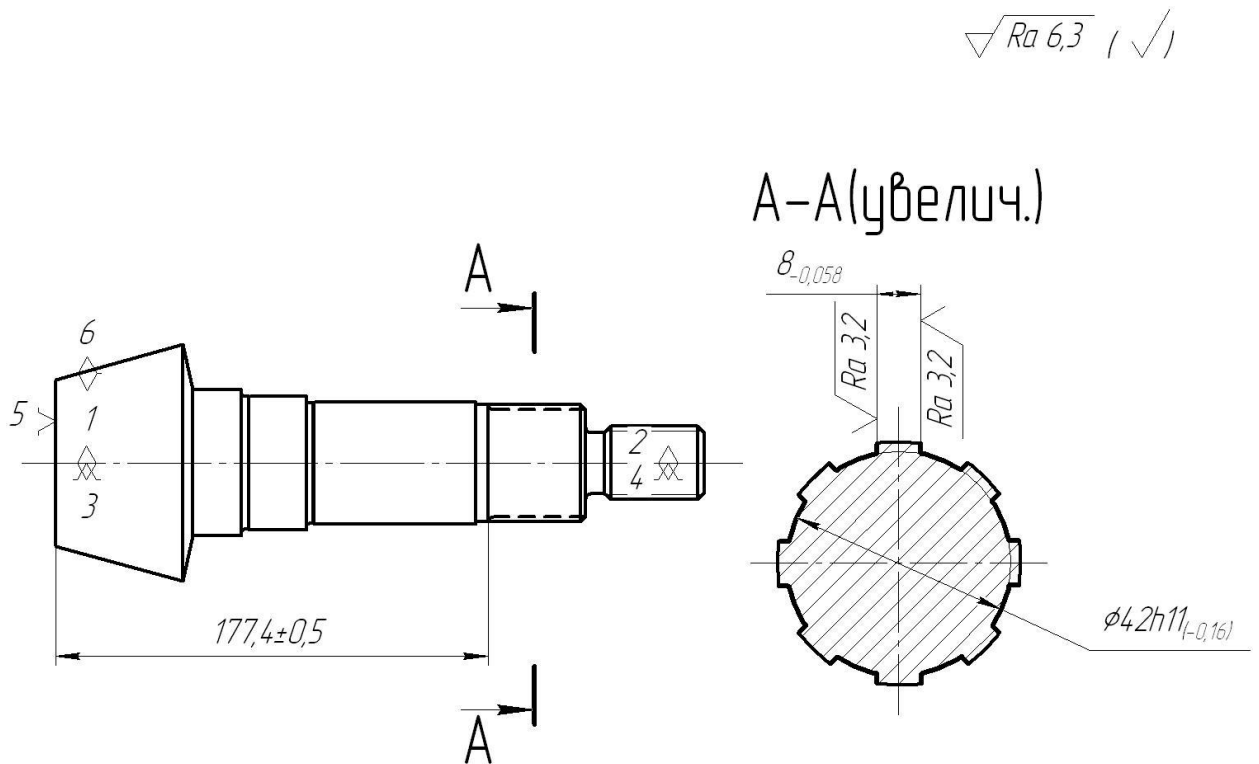


Рисунок 5 – Схема операции 030

4.3 Расчет фрезы

Основные параметры (внутренний диаметр, ширина шлица и наружный диаметр) вала определим по формулам:

$$\begin{cases} d_{расч} = d_{мин} + 0,25Td \\ b_{расч} = b_{мин} + 0,25Tb \\ D_{расч} = D_{маx} - 2c_{мин} \end{cases} \quad (35)$$

$$d_{мин} = 42 - 0,16 = 41,84, \text{ мм.}$$

$$b_{мин} = 8 - 0,058 = 7,942, \text{ мм.}$$

$$d_{расч} = 41,84 + 0,25 \cdot 0,16 = 41,88, \text{ мм.}$$

$$b_{расч} = 7,942 + 0,25 \cdot 0,058 = 7,957, \text{ мм.}$$

$$D_{расч} = 48 - 2 \cdot 0,15 = 47,7, \text{ мм.}$$

Радиус центроиды выбирают из неравенства

$$\left\langle \frac{1}{4} \sqrt{4D_{расч}^2 - 3b_{расч}^2} \leq r_{ц} \leq 0,5D_{расч} \right\rangle. \quad [19] \quad (36)$$

$$23,600 \leq r_{ц} \leq 23,85.$$

Примем $r_{ц} = 23,7$ мм.

«Координаты экстремальной точки линии профилирования». [19]

$$x_o = -\frac{b_{расч}}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{b_{расч}}{4r_{ц}}\right)^2} = -\frac{7,957}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{7,957}{4 \cdot 23,7}\right)^2} = -1,9822, \text{ мм.}$$

$$y_o = -\frac{b_{расч}^3}{16r_{ц}} = -\frac{7,957^3}{16 \cdot 23,7} = -1,3286, \text{ мм.}$$

«Угол поворота вала, соответствующий экстремальной точке». [11]

$$\left\langle \mu_o = \arcsin\left(\frac{b_{расч}}{4r_{ц}}\right) \right\rangle. \quad [11] \quad (37)$$

$$\mu_o = \arcsin\left(\frac{7,957}{4 \cdot 23,7}\right) = 0,0839 \text{ рад} = 4,8128^\circ.$$

«Угол, соответствующий началу переходной кривой». [19]

$$\ll \mu_n = 90^\circ - \arcsin \left(\frac{\sqrt{d_{pacu}^2 - b_{pacu}^2}}{2r_u} \right) \gg. \quad (38)$$

$$\mu_n = 90^\circ - \arcsin \left(\frac{\sqrt{41,88^2 - 7,957^2}}{2 \cdot 23,7} \right) = 29,8306^\circ.$$

$$x_i = (r_u \sin \mu_i - 0,5b_{pacu}) \cos \mu_i;$$

$$x_0 = (23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 4,8128^\circ = -1,9830;$$

$$x_1 = (23,7 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 10^\circ = 0,1349;$$

$$x_2 = (23,7 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 15^\circ = 2,0821;$$

$$x_3 = (23,7 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 20^\circ = 3,8785;$$

$$x_4 = (23,7 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 25^\circ = 5,4719;$$

$$x_5 = (23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \cos 29,8306^\circ = 6,7758;$$

$$y_i = (r_u \sin \mu_i - 0,5b_{pacu}) \sin \mu_i;$$

$$y_0 = (23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 4,8128^\circ = -0,1670;$$

$$y_1 = (23,7 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 10^\circ = 0,0238;$$

$$y_2 = (23,7 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 15^\circ = 0,5579;$$

$$y_3 = (23,7 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 20^\circ = 1,4116;$$

$$y_4 = (23,7 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 25^\circ = 2,5516;$$

$$y_5 = (23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 29,8306^\circ = 3,8854.$$

«Для углов μ_i рассчитываем координаты X_i точек профиля зуба фрезы».

[19]

$$X_i = r_u \left(\frac{\pi}{180} \mu_i - \arcsin \frac{b_{pacu}}{2r_u} \right) - \left(r_u \sin \mu_i - \frac{b_{pacu}}{2} \right) \cos \mu_i \quad (39)$$

$$X_0 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 4,8128^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - \frac{7,957}{2} \right) \cos 4,8128^\circ = -0,0568;$$

$$X_1 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 10^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 10^\circ - \frac{7,957}{2} \right) \cos 10^\circ = -0,0343;$$

$$X_2 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 15^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 15^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 15^\circ = 0,0610;$$

$$X_3 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 20^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 20^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 20^\circ = 0,2816;$$

$$X_4 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 25^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 25^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 25^\circ = 0,4848;$$

$$X_5 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 29,8306^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 29,8306^\circ = 1,3946.$$

$$\bar{X}_i = X_i - X_0;$$

$$\bar{X}_1 = -0,0343 - (-0,0568) = 0,0225;$$

$$\bar{X}_2 = 0,0610 + 0,0568 = 0,1178;$$

$$\bar{X}_3 = 0,2816 + 0,0568 = 0,3384;$$

$$\bar{X}_4 = 0,4848 + 0,0568 = 0,5416;$$

$$\bar{X}_5 = 1,3946 + 0,0568 = 1,4514;$$

$$\bar{Y}_i = Y_i - Y_0;$$

$$\bar{Y}_1 = 0,0238 - (-0,1670) = 0,1908$$

$$\bar{Y}_2 = 0,5579 + 0,1670 = 0,7249$$

$$\bar{Y}_3 = 1,4116 + 0,1670 = 1,5786$$

$$\bar{Y}_4 = 2,5516 + 0,1670 = 2,7186$$

$$\bar{Y}_5 = 3,8854 + 0,1670 = 4,0524.$$

Выполним замену кривой, описывающей профиль зуба, дугой радиусом ρ с центром с точке (x_c, y_c) .

$$\begin{cases} (0 - x_c)^2 + (0 - y_c)^2 = \rho^2 \\ (0,1178 - x_c)^2 + (0,7249 - y_c)^2 = \rho^2 \\ (0,5416 - x_c)^2 + (2,7186 - y_c)^2 = \rho^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\ 0,1178^2 - 2 \cdot 0,1178 \cdot x_c + 0,7249^2 - 2 \cdot 0,7249 \cdot y_c = 0 \\ 0,5416^2 - 2 \cdot 0,5416 \cdot x_c + 2,7186^2 - 2 \cdot 2,7186 \cdot y_c = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\ 0,5394 - 0,2356 \cdot x_c - 1,4498 \cdot y_c = 0 \\ 7,6841 - 1,0832 \cdot x_c - 5,4172 \cdot y_c = 0 \end{cases}$$

$$x_c = 27,9416$$

$$y_c = -4,1686$$

$$\rho = 28,2508$$

$$\left| \sqrt{(X_{1,3} - x_c)^2 + (Y_{1,3} - y_c)^2} - \rho \right| \leq 0,05$$

$$\left| \sqrt{(0,0225 - 27,9416)^2 + (0,1908 + 4,1686)^2} - 28,2508 \right| = 0,01$$

$$\left| \sqrt{(0,3384 - 27,9416)^2 + (1,5786 + 4,1686)^2} - 28,2508 \right| = 0,05$$

Определим высоту ножки зуба по формуле

$$\langle H_f = 0,5D_{расч} - r_{ц} + q \rangle. [19] \quad (40)$$

Тогда $H_f = 0,5D_{расч} - r_{ц} + q = 0,5 \cdot 47,7 - 23,7 + 0,1 = 0,25$, мм.

Определим высоту головки зуба и радиус начала переходной кривой по формуле

$$H_a = r_{ц} - 0,5d_1. \quad (41)$$

Тогда $H_a = 23,7 - 0,5 \cdot 39,5 = 3,95$, мм.

$$\langle r_{II} = 0,5 \sqrt{d_1^2 + (2 \cdot r_{ц} \cdot \sin \mu_{II} - b_{расч})^2 \cdot \cos^2 \mu_{II}} \rangle. \quad (42)$$

$$r_{II} = 0,5 \sqrt{39,5^2 + (2 \cdot 23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 7,957)^2 \cdot \cos^2 29,8306^\circ} = 20,8800, \text{ мм.}$$

Найдем полную высоту зуба фрезы по формуле

$$\langle H = H_a + H_f \rangle. [19] \quad (43)$$

Тогда $H = H_a + H_f = 3,95 + 0,25 = 4,2$, мм.

Определим толщину зуба по формуле

$$\langle\langle S_n = \frac{2\pi}{z} r_u - b_{расч} \rangle\rangle. [19] \quad (44)$$

Тогда $S_n = \frac{2\pi}{8} 23,7 - 7,957 = 10,6564$, мм.

Определим нормальный шаг профиля зубьев по формуле

$$\langle\langle t_n = \frac{2\pi \cdot r_u}{z} \rangle\rangle. [11] \quad (45)$$

Тогда $t_n = \frac{2\pi \cdot 23,7}{8} = 18,6134$.

Определим общую высоту профиля фрезы по формуле

$$\langle\langle H_o = H + f_1 \operatorname{tg} 35^\circ + l_1 \rangle\rangle. [19] \quad (46)$$

Тогда $H_o = H + f_1 \operatorname{tg} 35^\circ + l_1 = 4,2 + 0,6 \cdot \operatorname{tg} 35^\circ + 1,5 \approx 6,1200$

Основные конструктивные параметры фрезы примем из ГОСТ 8027-60. [6]

$$D_1 = 48, D_e = 100, d_o = 32, f_{2\min} = 3,5, d_2 = 34, c_2 = 2,0, c_3 = 1,0.$$

Чертеж спроектированной червячной фрезы представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе содержится анализ безопасности и экологичности технологического процесса изготовления вала-шестерни ленточного конвейера.

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 2 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 2 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы вещества» [3]
Изготовление вала-шестерни ленточного конвейера	Шлицефрезерная	Оператор станка с ЧПУ	Фреза червячная Р6М5	сталь 40Х
	Токарная		Поводковое устройство Центр упорный Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18885-73 (2 шт.) Резец контурный правый Т15К6 ГОСТ 18878-73 Патрон токарный трехкулачковый, оснащенный пневмоприводом Центр упорный	

5.2 Идентификация профессиональных рисков

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

Таблица 3 - Идентификация профессиональных рисков

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

«Процесс идентификации, оценки и управления рисками состоит из следующих этапов: создание комиссии по идентификации опасностей и оценке рисков и утверждение графика идентификации опасностей и оценки рисков; Сбор предварительной информации; идентификация опасностей; определение действующих мер снижения и минимизации рисков; определение тяжести последствий; определение вероятности возникновения рисков; оценка рисков; разработка дополнительных мер, направленных на снижение уровня рисков». [23]

Вышеприведенные факторы угрожают безопасности исполнения операций технологического процесса изготовления вала-шестерни ленточного конвейера. Необходимо предпринять меры по устранению влияния приведенных опасных факторов на работников.

5.3 Методы и технические средства снижения рисков

В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, приведенных в

предыдущем подразделе, на исполнение операций технологического процесса изготовления вала-шестерни ленточного конвейера. Методы и средства приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и вредный производственный фактор» [3]	«Организационные методы, технические средства» [3]	«Средства защиты» [3]
вибрации	«Инструктажи по охране труда. Устройства и приспособления, гасящие вибрации» [17]	«Ботинки с амортизирующими подошвами» [17], «вибропоглощающие перчатки» [17]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«Инструктажи по охране труда. Приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [17]	Противошумные вкладыши или наушники
Поражение электрическим током	«Инструктажи по охране труда. Заземление оборудования. Изоляция токоведущих частей. Системы аварийного отключения» [17]	резиновые напольные покрытия, Перчатки с полимерным покрытием, спецодежда
Химическое отравление (через дыхательные пути)	Вентиляция Инструктажи по охране труда	спецодежда
Загрязнение воздуха	Вентиляция Инструктажи по охране труда	спецодежда
стереотипные рабочие движения	Инструктажи по охране труда Соблюдение периодических перерывов	-
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [3]	Инструктажи по охране труда устройства местного освещения	-

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 5-7 содержат

информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок» [3]	«Оборудование» [3]	Класс пожара	«Опасные факторы при пожаре» [3]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [3]
Производственный участок	5Б352ПФ2-01 16Б16Т1	Д	«Неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [17]	«Взрывы, Изменение напряжения на токопроводящие элементы оборудования» [17]

Таблица 6 - Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 7 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

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

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

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

Таблица 8 - Определение экологически опасных факторов объекта

Технологический процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
Изготовление вала-шестерни ленточного конвейера	5Б352ПФ2-01 16Б16Г1	Стружка, пыль, токсические испарения	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы	Стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Таблица 9 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

воздействие	Технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

5.6 Требования к управлению охраной труда внутри организации

«К системам управления охраной труда требования разработаны Международной организацией труда (МОТ) в соответствии с общепризнанными международными принципами на основе широкомасштабного подхода». [14]

«Они определены входящими в МОТ представителями трех сторон социально-трудовых отношений и других заинтересованных организаций. Этот трехсторонний подход предполагает силу, гибкость и надлежащую основу для развития стабильной культуры безопасности труда в организации. Добровольно принимаемые требования к системам управления охраной труда отражают ценности и средства МОТ, позволяющие обеспечивать безопасность и здоровье работников». [14]

«На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда способствует выполнению этих обязанностей». [14]

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

6 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являются завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 6).

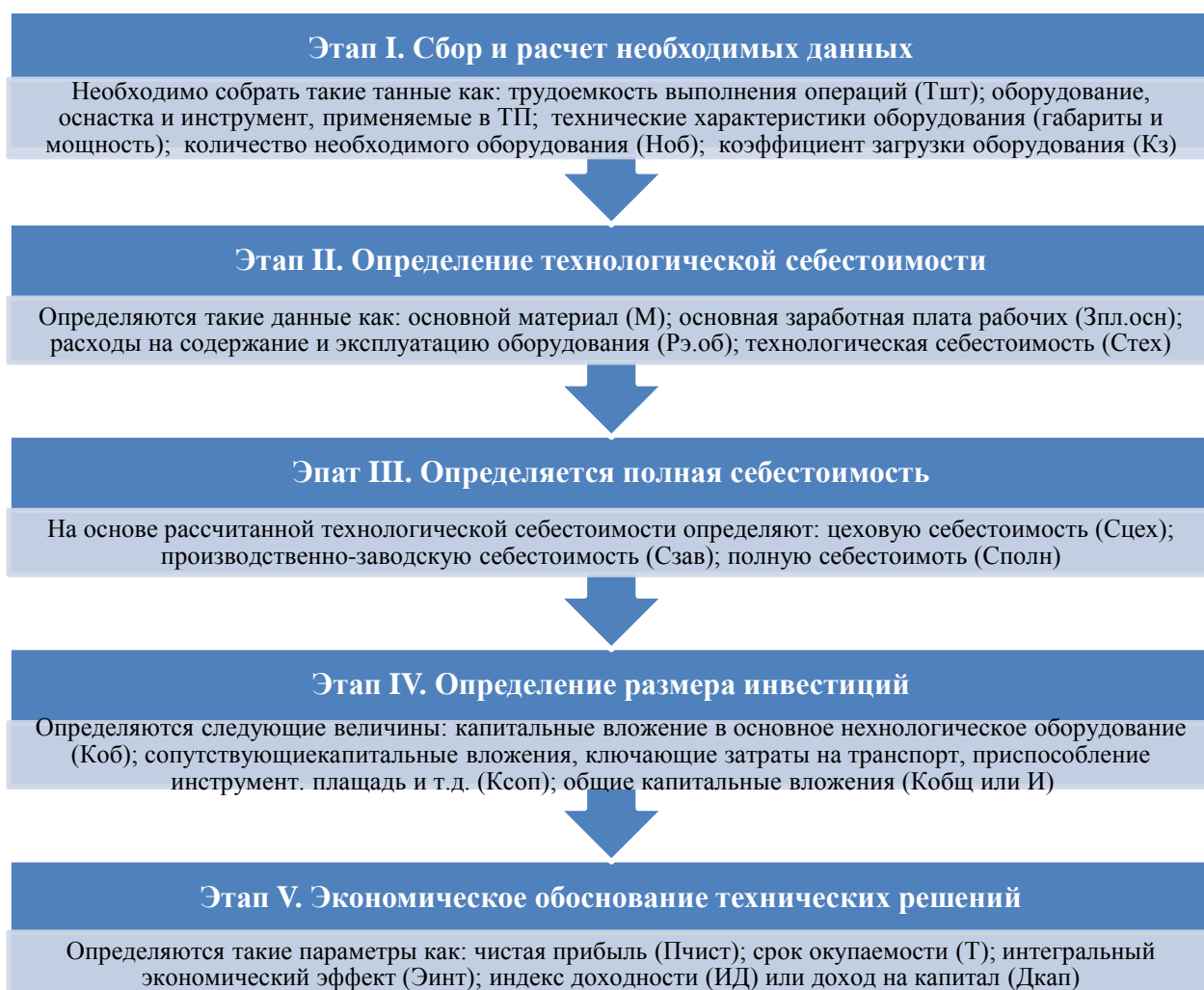


Рисунок 6 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 6, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [13].

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

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

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 7.

Базовый вариант технологического процесса токарных операций 015 и 025	Проектный вариант технологического процесса токарных операций 015 и 025
<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16Б16Т1.• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый.• <u>Инструмент</u> – резец контурный, Т15К6• <u>Трудоемкость</u> – операция 015: Тшт = 5,86 мин, То = 4,88 мин; операция 025: Тшт = 5,88 мин, То = 4,90 мин	<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1.• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый с автоматическим зажимом• <u>Инструмент</u> – резец контурный, со специальной стружколомающей канавкой с пластиной Т15К6.• <u>Трудоемкость</u> – операция 015: Тшт = 5,37 мин, То = 4,88 мин; операция 025: Тшт = 5,39 мин, То = 4,90 мин

Рисунок 7 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 7, изменениям подвергается станочное приспособление. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем,

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

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

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

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 8.

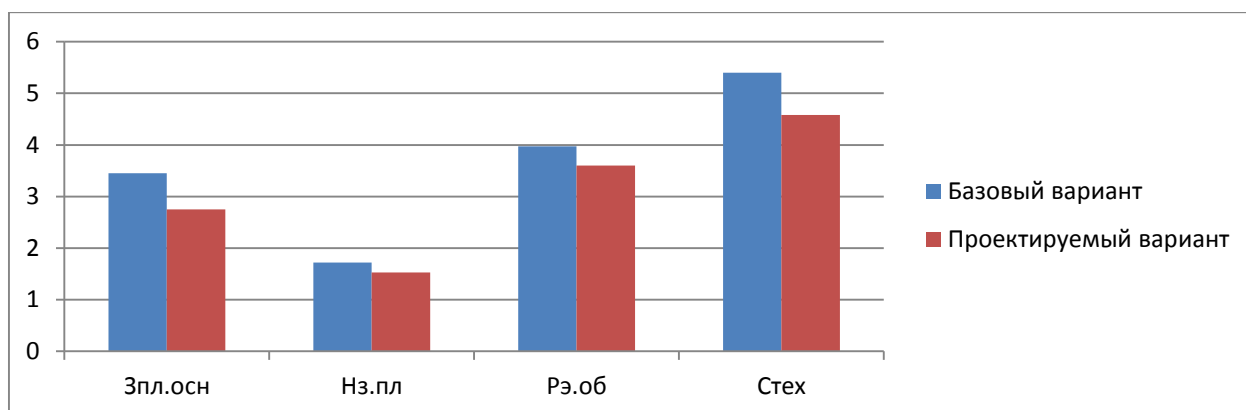


Рисунок 8 – Формирование технологической себестоимости токарных операций 015 и 025 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 8 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 17,14%.

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

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

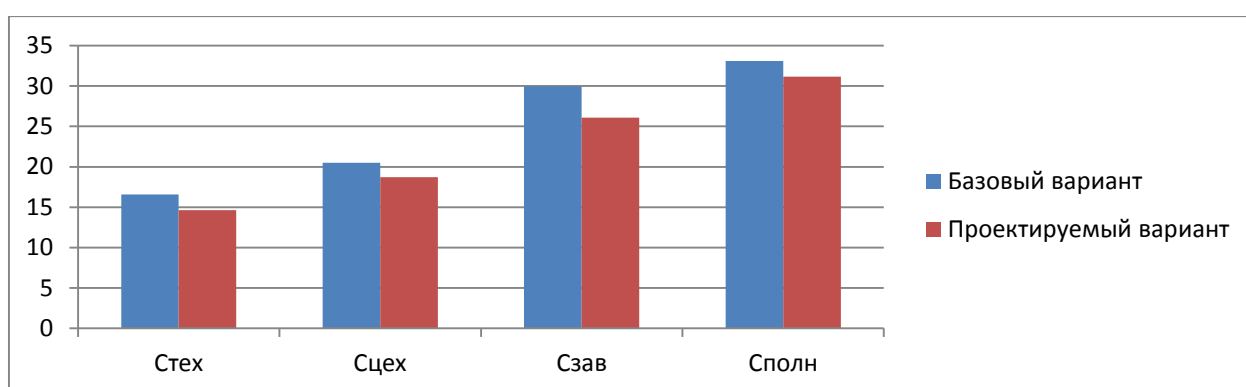


Рисунок 9 – Формирование полной себестоимости токарных операций 015 и 025 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 9, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарных операций 015 и 025 проектируемого процесса уменьшилась на 3,23 рубля, что составляет 17,16%.

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

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 10.

Как видно из рисунка 10, инвестиции потребуются на: закупку оборудования ($K_{ОБ}$); доставку и монтаж оборудования (K_M); проектирование ($Z_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$);

корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное производство ($HЗП$). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (I) составит 669972,65 рублей.

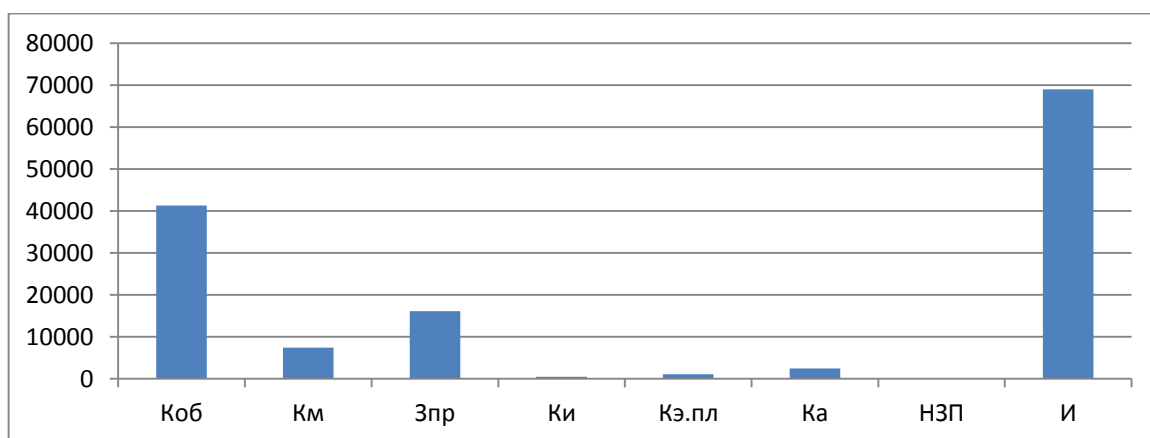


Рисунок 10 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарных операции 015 и 025, руб.

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

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 6 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 6988,55 рубля. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

Заключение

В результате выполнения работы нами проектирован современный технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера. Вал-шестерня служит для передачи вращательного движения в кинематической цепи электромеханического привода.

В работе описан принцип работы ленточного конвейера и проведен анализ служебного назначения вала-шестерни, которая входит в состав конвейера. Выполнен анализ поверхностей вала-шестерни и проанализирован материал ее изготовления. Им является легированная сталь 40Х, которая подходит для изготовления детали по всем параметрам.

В работе выполнен выбор типа производства, в результате которого принято среднесерийное производство. Далее описаны характеристики данного типа машиностроительного производства.

В результате экономического расчета двух возможных методов получения заготовки (сравнивались прокат и штамповка) для изготовления вала-шестерни в условиях среднесерийного производства принята штамповка. Далее проведен выбор методов обработки каждой поверхности вала-шестерни. В работе проведен расчет припусков на точную поверхность расчетно-аналитическим методом, который является наиболее точным. Далее проведен расчет припусков на две токарные операции и фрезерную операцию. Данные операции представлены в графической части на технологических наладках.

Для базирования заготовки при обработке на токарной операции проектирован токарный поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками. Его конструкция такова, что происходит зажим и разжим заготовки без работы оператора станка и без применения какого-либо привода. За счет внедрения данного приспособления в технологический процесс уменьшилось вспомогательное время токарной операции. Это дало экономический эффект.

Для выполнения шлицев вала-шестерни в работе спроектирована червячная фреза. Этот режущий инструмент является специальным, поэтому для обработки каждого типа шлицев выполняется его проектирование. Данный режущий инструмент является дорогостоящим, поэтому на режущую часть червячной фрезы нами предлагается нанести износостойкое покрытие. Это увеличит износостойкость инструмента и сократит расходы на инструмент на данной операции.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности, где даны рекомендации по уменьшению производственного травматизма и улучшению производственных условий.

Экономический расчет показал эффективность работы.

В работе представлена технологическая документация, в которой представлен весь технологический процесс, рассчитаны режимы резания на все операции и подробно описаны токарная и фрезерная операции техпроцесса.

Список используемой литературы

1. Безъязычный В.Ф. Метод подобия в технологии машиностроения : Монография / В.Ф. Безъязычный. 2-е изд., испр. и доп. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 356 с.
2. Вереина Л. И. Metalлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2021. –22 с.
4. ГОСТ 12.4.280-2014. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. – 24 с.
5. ГОСТ 4543-2016. Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
6. ГОСТ 8027-60. Фрезы червячные для шлицевых валов с прямобочным профилем. Технические условия. – 23 с.
7. Дубов Г.М. Анализ и классификация зубчатых передач : учебное пособие / Г.М. Дубов, Д.С. Трухманов. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2020. – 68 с.
8. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 320 с.
9. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург, Лань, 2021. – 312 с.
10. Киселев Б.Р. Ленточные конвейеры обрабатывающей промышленности : учебник / Б.Р. Киселев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 212 с.

11. Ковальчук С.Н. Технология машиностроения : электронное учебное пособие / С.Н. Ковальчук. – Кемерово : КузГТУ, 2015. – 128 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. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
14. Лопанов А.Н. Управление безопасностью труда в инженерии : учебное пособие / А.Н. Липанов, О.Н. Томаровщенко. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2020. – 224 с.
15. Полуэктов В.А. Производственный менеджмент: отраслевые особенности и технологии : учебное пособие / В.А. Полуэктов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. – 120 с.
16. Попелюх А.И. Технологическая документация и сопровождение производства художественных изделий : учебное пособие / А.И. Попелюх. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – 127 с.
17. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. N 776н "Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда".
18. 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. 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.

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

22. Федоренко М.А. Технология сельскохозяйственного машиностроения : учебник / М.А. Федоренко, Т.А. Дуюн, Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин. – 2-е изд., стереотип. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 467 с.

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

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1116-82 Форма 1												
Дубл.												
Взам.												
Подл.											6 1	
Разраб.	Рыжов											
Пров.	Логинев											
ТГУ												
Вал-шестерня												
М01												
Код	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ								
-	166	4.7 1	16	0.7	097,2x266	1	6.5					
А	Уч. РМ	Опер.	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт.
А01	XX.XX.XX	005	4119	Центровально - подрезная	ИОГ № 63							
Б02	38 1261 0	Центровально-подрезной 2-х стор.	2А911-1	1	19149	322	1	1	1	1	142	1
О03	Точить торцы (поверхность 2 и 15), выдерживая размер 179±0, 5; сверлить центровые отверстия (пов.1), выдерживая размеры Ø4 ^{+0,3} ,											
О04	10±0,18, 3,9±0,15; 60° ± 30°; точить поверхность 14, выдерживая размеры Ø21.2-0.21 и 116 ± 0.87, точить пов.2, 3, выдерж.р.р 3±0,125.											
Т05	XXXXXX Призмы опорные ГОСТ 12194 – 66; 391210 Сверло центровочное ГОСТ 14952 – 75(2 шт.); XXXXXX Четырёхгранная											
Т06	пластина Т15К6 ГОСТ 19051 – 80; 393311 Штангенциркуль ШЩЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393120 Калибр – пробка для контроля											
Т07	отверстий ГОСТ 2015 – 84.											
08												
А09	XX.XX.XX	010	4233	Токарная черновая с ЧПУ	ИОГ № 63							
Б10	38 1021 5	Токарный патронный с ЧПУ	16Б16Т1	1	16045	322	1	1	1	142	1	
О11	Точить поверхность 3, выдерживая размер Ø78,6-0,74; точить поверхность 4, выдерживая размеры: Ø79,1; 21° 12' ± 40'											
Т12	396110 Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71; 392840 Центр вращающийся ГОСТ 13214-79;											
Т13	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;											
Т14	393311 Штангенциркуль ШЩЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89.											
МК												

Продолжение Приложения А
Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.																			
Взам.																			
Пооп.																			
																			6
																			2
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.							
A01	XX. XX. XX 015	4233	Токарная черновая с ЧПУ	ИОТ № 63															
B 02	38 1021 5	Токарный патронный с ЧПУ 16Б16Т1	1	16045	322	1	1	1	142	1									
O03	Точить поверхность б, выдерживая размер $\varnothing 79.1_{-0.74}^{+0.31}$; $31_{\pm 0.31}$; $\varnothing 56.7_{-0.74}^{+0.31}$; $35.3_{\pm 0.31}$; $35.3_{\pm 0.31}$; точить поверхность 7 и 20, выдерживая размеры																		
O04	32.3 ± 0.31 ; $\varnothing 45.5$; точить пов. 8, выдерживая размер $\varnothing 35.9_{\pm 0.25}$; точить поверхность 9, выдерживая размер $80.3_{\pm 0.37}$; точить																		
O05	поверхность 10, выдерживая размеры $\varnothing 26.6_{-0.33}^{+0.33}$; $109.7_{\pm 0.435}$; точить поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 26.9_{-0.21}^{+0.21}$; точить поверхн.																		
T06	12, выдерживая р-р $155.3_{\pm 0.5}$; точить пов. 13, выдерж. р-ры $\varnothing 20.6_{-0.21}^{+0.21}$; $160_{\pm 0.5}$; точить поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 20.6_{-0.21}$.																		
T07	396110 Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571 – 71; 392190 Резец сб. проход. правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																		
T08	393311 Штангенциркуль ШЦЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 395840 Центр вращающийся ГОСТ 13214-79.																		
A10	XX. XX. XX 020	4233	Токарная чистовая с ЧПУ	ИОТ № 63															
B11	38 1021 5	Токарный патронный с ЧПУ 16Б16Т1	1	16045	322	1	1	1	142	1									
O12	Точить поверхность 4, выдерживая р-ры $\varnothing 78.5_{-0.74}^{+0.20}$; $21^{\circ} 12' \pm 20'$.																		
T13	396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571-71; 395840 Центр вращающийся ГОСТ 13214-79																		
T14	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																		
T15	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393410 Микрометр гладкий ГОСТ 6507 – 90.																		
I6																			
A17	XX. XX. XX 025	4233	Токарная чистовая с ЧПУ	ИОТ № 63															
B18	38 1021 5	Токарный патронный с ЧПУ 16Б16Т1	1	16045	322	1	1	1	142	1									
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл. Взам. Побп.																	
	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
А																	
Б																	
001				Точить канавку, выдерживая размеры $3^{+0.3}$; 0.25; R1; точить пов. б, выдерживая р-ры $\varnothing 78.5-0.74$; 30.7 ± 0.31 , $\varnothing 56.1-0.74$; 35 ± 0.31 ; точить пов. 7 и 20 выдерж. р-ры $\varnothing 45-0.5$; 31.5 ± 0.31 ; точить пов. 8, выдерж. размер $\varnothing 35.3-0.06$; точить фаску 1×45^0 ; точить поверхность													
003				9, выдерж. р-р 80 ± 0.37 ; точить поверхность 10, выдерживая размер $\varnothing 26-0.33$; 109.4 ± 0.435 ; точить поверхность 11, выдерживая													
004				$\varnothing 26.3-0.052$; точить фаску 1×45^0 ; точить поверхность 12, выдерживая размер 155 ± 0.5 ; точить пов. 13, выдерж. р-р $\varnothing 20-0.21$; 160 ± 0.5 ;													
005				точить пов. 14, выдерживая размер $\varnothing 20-0.052$; точить фаску 1×45^0 ; нарезать резьбу М20х1.5 на поверхности 14.													
T06				396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571-71; 395840 Центр вращающийся ГОСТ 13214-79;													
T07				392190 Резец канавочный Р6М5 ГОСТ 18885-73; 392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 392190 Резец резьбовой													
T08				Т15К6 ГОСТ 18885-73; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166-89; 393410 Микрометр гладкий ГОСТ 6507-90.													
09																	
A10	XX	XX	030	4153 Шлицефрезерная программа ИОТ № 73													
B11	38	1572	1	Шлицефрезерный станок с ЧПУ мод 5А352ПФ2 1 19479 322 1 1 1 1 142 1													
O12				Фрезеровать поверхность 16 и 17, выдерживая размеры $\varnothing 109.4 \pm 0.435$; $3-0.25$; $z = 10$;													
O13				фрезеровать поверхность 21, выдерживая размер $\varnothing 21-0.21$.													
T14	XXXXXX			Приспособление специальное с призмами; 391810 Фреза червячная Р6М5 ГОСТ 9324-80;													
T15	393311			Штангенциркуль ШЦЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ 166-89; 394300 Калибр для контроля шлицевого вала ГОСТ 24969-81.													
16																	
A17	XX	XX	035	4154 Зуборезная ИОТ № 73													
B18	38	1520	8	Зуборезный станок мод 5П23 1 12273 322 1 1 1 142 1													
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл. Взам. Подп.	Уч.		РМ		Опер.		Код, наименование операции		Обозначение документа										
	Уч.	РМ	Уч.	РМ	Опер.	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
																			6
A01	XX	XX	XX	065	4131	Точекруглошлифовальная черновая программная	ИОТ № 76												
B02	38	1311	2	Торчекруглошлифовальный ЧПУ X114-104Ф20	1	19630	322	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O03	Шлифовать поверхности 7 и 9, выдерживая размеры: $\varnothing 36^{+0.018}_{-0.002}$; 31 ± 0.31 .																		
O04	196110 Патрон мембранный ГОСТ 3889-80; 397130 Круг I 250' 50'76.2' 25A M16 R6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781 – 2007.																		
O05	392841 Центруторный ГОСТ 13214-79; 394630 Прибор активного контроля БВ – 6060 – УНВ – 40 ГОСТ Р 8.671-2009.																		
O6																			
O7	XX	XX	XX	070	0125	Моечная	ИОТ № 59												
O8	X74306 Промысловый агрегат МЭ - 400																		
O9	Очистить поверхности детали																		
I0																			
I1	XX	XX	XX	075	0200	Контрольная	ИОТ № 91												
I2	X92122 Контрольная плита I - I – 300 – 300 ГОСТ 10905																		
I3	Контролировать 50% всех размеров.																		
I4																			
I5																			
I6																			
I7																			
МК																			