

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 силового редуктора

| | |
|--------------|---|
| Обучающийся | <u>Н.Р Хасанов</u> (Инициалы Фамилия) _____ (личная подпись) |
| Руководитель | <u>к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| Консультанты | <u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>канд. физ. – мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |

Тольятти 2023

Аннотация

Работа направлена на разработку технологического процесса изготовления вала-шестерни. Для данной детали выбран материал, а по массе и объему выпуска - серийное производство.

В работе проводится проектирование технологического процесса изготовления детали из стали 40Х в условиях среднесерийного производства. Основной целью работы является разработка такого технологического процесса, который обеспечит высокое качество изготовления вала-шестерни, позволит сократить производственные затраты и выполнить заданный производственный объем.

Этапы работы по проектированию технологии включают анализ характеристик стали 40Х, конструкции детали по технологичности и определение степени ее пригодности для изготовления в заданных условиях.

Учет технических требований по чертежу, включая самые точные размеры, отклонения расположения, формы, твердость, прочностные характеристики позволили выбрать переходы для их получения. Общий маршрут обработки соответствует типовому процессу. Станки для операций обеспечивают запланированные переходы, также как и оснащение этих операций. Выполнено определение последовательности переходов на операциях и режимов обработки для достижения требуемых параметров вала-шестерни. Проведен расчет нормативов расхода сырья и энергии, а также нормирование. Есть оценка экономической эффективности технологии с точки зрения обоснованности предложенных изменений и прогнозирование затрат на модернизацию технологии.

Результатом данной работы является разработанный технологический процесс изготовления вала-шестерни, который будет соответствовать стандартам качества и эффективности производства. Также представлены расчеты затрат и оценка экономической прибыли, что позволит принять обоснованные решения о внедрении технологии в серийное производство.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 6 |
| 1.1. Анализ условий работы..... | 6 |
| 1.2 Классификация поверхностей | 6 |
| 1.3 Анализ материала детали..... | 6 |
| 1.4 Анализ технологичности детали | 8 |
| 1.5 Цель и задачи работы | 9 |
| 2 Разработка технологии изготовления | 11 |
| 2.1 Тип производства..... | 11 |
| 2.2 Выбор метода получения заготовки | 11 |
| 2.3 Проектирование заготовки | 13 |
| 2.4 Методы обработки поверхностей | 16 |
| 2.5 Выбор технологических баз | 18 |
| 2.6 Разработка технологического маршрута..... | 18 |
| 2.7 Выбор технологического оснащения..... | 19 |
| 2.8 Проектирование операций | 22 |
| 3 Проектирование оснастки | 28 |
| 3.1 Разработка приспособления..... | 28 |
| 3.2 Проектирование инструмента | 33 |
| 4 Экологичность и безопасность проекта..... | 36 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 40 |
| Заключение | 44 |
| Список используемых источников..... | 45 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 48 |
| Приложение Б Спецификация патрона..... | 54 |
| Приложение В Спецификация фрезы | 55 |

Введение

В машиностроении используются различные механизмы и устройства для преобразования видов и параметров движения. Их назначение - передача энергии движения от привода к исполнительному механизму. Это может быть также фиксация каких-либо объектов, например, объектов производства.

В качестве таких передаточных механизмов широко распространены редукторы. В зависимости от количества передаточных ступеней и конструктивных особенностей они могут иметь различное исполнение. Основные типы редукторов – это цилиндрические, конические, вариаторы и другие [5].

Цилиндрический редуктор – это самый простой тип преобразующего механизма. Такой тип редукторов используется как коробка скоростей или передач в составе металлорежущих станков [2].

Они могут иметь различные конструктивные особенности в зависимости от конкретной модели и назначения станка. Чисто механические коробки передач используются для изменения частоты и направления вращения и величины крутящего момента на шпинделе станка. Могут управляться вручную или автоматически. Для расширения возможностей управления по усилиям, бесступенчатому регулированию частоты могут оснащаться гидравлическими механизмами, частотными преобразователями. Но в основе их работы лежит использование зубчатых зацеплений.

Наиболее эффективное применение редукторов обеспечивается при их соответствии определенным требованиям. Так как основная задача – передача усилий, в частности крутящих моментов, необходимо обеспечивать широкий диапазон изменений скоростей и моментов. При этом они должны иметь высокую точность и стабильность работы, а также быть надежными в эксплуатации.

Зависит это в первую очередь от точности передающих звеньев – зубчатых колес и валов-шестерней. Если обеспечить определенный уровень точности их зубчатых поверхностей и набор заданных физико-механических свойств материала, такие детали обеспечат необходимые эксплуатационные и конструкторские характеристики редукторов.

Есть некоторые конструкторские решения, где за счет более равномерного распределения нагрузки на работающие детали, можно снизить их износ, продлить ресурс работы. Одно из таких решений, распределить нагрузку на параллельно работающие и разнесенные в пространстве поверхности. Например, сделать вместо одного зубчатого венца, два. Уменьшение удельной нагрузки снизит износ рабочих эвольвентных поверхностей зубьев. Перенос нагрузки ближе к опорным шейкам под подшипники снизит поперечные деформации, что положительно отразится на пятне контакта в зубчатом зацеплении. По заданию, именно для такой детали - вала-шестерни необходимо спроектировать техпроцесс.

Цель работы заключается в создании такого технологического процесса изготовления вала-шестерни силового редуктора, который на основе использования современных достижений в области совершенствования методов механической обработки, обеспечил бы снижение себестоимости его изготовления.

1 Анализ исходных данных

1.1. Анализ условий работы

Вал-шестерня работает в механизме, предназначенном для измельчения нерудных материалов. Частота вращения устройства не высокая, а передаваемый крутящий момент большой. Для выравнивания нагрузки зубчатые венцы и расположения поперечной силы ближе к опорам, зубчатые венцы разнесены ближе к подшипниковым шейкам.

По чертежу зубчатый венец имеет среднюю точность.

1.2 Классификация поверхностей

Выполним описание поверхностей вал-шестерни по назначению. Для этого все поверхности пронумерованы (рисунок 1).

Основные конструкторские базы – установочные поверхности 11 и 16, 2 и 7.

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности 18, 19 под шкив для передачи исходного момента с торцом 8, шпоночный паз 26, 27, резьба 20 для фиксирующей гайки, канавка 25 под стопорное кольцо.

Исполнительные поверхности - паз 26, и зубья 22.

1.3 Анализ материала детали

Для нормальной работы вала-шестерни по рекомендациям [7] выберем низколегированную хромистую сталь 40Х. Ее свойства после термообработки будут соответствовать чертежу по твердости.

Свойства материала вал – шестерни стали 40Х определяются по ГОСТ 4543-71. Это хромистая низколегированная конструкционная качественная сталь. Недостатком является склонность к отпускной хрупкости.

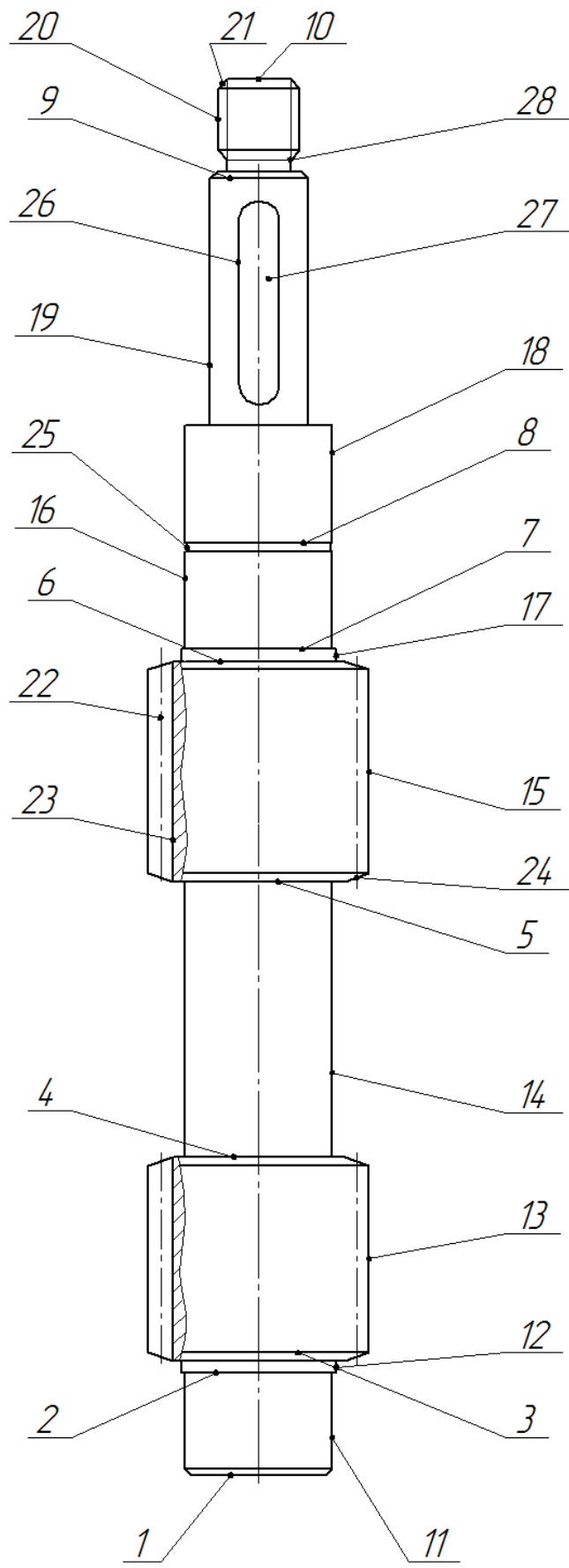


Рисунок 1 – Вал-шестерня с поверхностями

Углерода в пределах 0,36-0,44%, хрома от 0,8 до 1%. Остальные добавки в небольших количествах.

Для расчетов необходимы прочность (785 МПа) и твердость (250 НВ).

1.4 Анализ технологичности детали

Выбранная сталь 40Х имеет коэффициент обрабатываемости – хороший (около 1).

Материал доступный. С учетом использования термообработки по своим свойствам соответствует назначению [21].

Вал-шестерня является типичным представителем ступенчатых валов. Он содержит набор стандартных конструктивных элементов.

Получения исходной заготовки для данной детали возможно различными способами. Использование проката в данном случае может быть не целесообразным из-за малого коэффициента использования материала. Около половины исходной заготовки будет переработано в стружку.

Получение заготовки методом штамповки представляется оптимальным методом. Приближение формы заготовки к форме детали позволит значительно сэкономить как на материале, так и на расходах по удалению лишнего напуска. При этом нужно учитывать недостаточную жесткость самой детали. Так как ее средний диаметр не высокий, при обработке особенно в середине заготовки, будет наблюдаться значительные прогиб, что будет вести к значительной погрешности. Для того чтобы избежать этого необходимо или занижать глубину и подачу на черновых переходах, или попробовать использовать дополнительный элемент оснащения для центрирования заготовки в середине ее пролета. Но это будет сказываться на снижении производительности и дополнительных расходах на оснастку [22].

В остальном детали соответствуют типовым требованиям, в том числе на изготовления зубчатых венцов. Набор технологических переходов будет стандартным. Выход для зубообрабатывающего инструмента есть.

Единственным недостатком можно считать двух венцовую компоновку детали. Из-за этого расстояния на врезание и выход зубообрабатывающего инструмента удваиваются. Впадина между венцами требует наличие токарного инструмента, который работает слева направо.

По базированию и закреплению замечаний нет, так как схема установки будет стандартная: в патроне и поджим задним центром.

По причинам, описанным выше, вал-шестерню можно оценить как нетехнологичную деталь.

1.5 Цель и задачи работы

Механические редукторы являются важным элементом многих технических систем и имеют широкое применение в различных отраслях промышленности. Общее назначение редукторов - передавать и изменять крутящий момент, управлять скоростью и направлением вращения двигателей. Редукторы должны иметь высокой надежностью работы [14].

Конструкторская задача редукторов заключается в обеспечении требуемых характеристик работы механической системы. Для этого варьируют передаточные числа, размеры, типы зубчатых колес и другие параметры, чтобы удовлетворить требованиям конкретного проекта. Требуется также расчеты прочности и износостойкости деталей редукторов, чтобы обеспечить их долговечность и безопасность. Это в первую очередь касается валов. Редукторы позволяют передавать большой момент силы при меньшей скорости вращения, что позволяет использовать более компактные и экономичные двигатели. Это приводит к снижению затрат на энергию и уменьшению размеров и веса системы в целом. Кроме того, редукторы обеспечивают плавную работу механизмов, что улучшает качество работы

механизмов и снижает количество отказов. Более эффективная работа механизмов требует меньшего расхода энергии. Кроме того, редукторы позволяют снизить шум и вибрацию, что улучшает условия работы.

Технологическое обеспечение параметров редукторов связано с процессом производства передаточных механизмов (валов, шестерен). Для них применяют различные современные технологии и оборудование, что позволяет достичь высокой точности и качества деталей [17].

Поэтому обеспечение всех необходимых требований чертежа по одному из главных элементов редуктора – двух венцовой вал-шестерни является важной задачей. Выполнить это можно выполнив все этапы проектирования технологии, которые представлены в следующих разделах.

Для проектирования технологического процесса необходимо на основе выбранного типа производства назначить подходящие под деталь заготовку, методы обработки заготовки. Обеспечить назначенные операции всем необходимым комплектом оснастки. По результатам проектирования лимитирующей операции, спроектировать для нее приспособления и инструмент. Технология должна быть обеспечена мерами по защите и охране труда мероприятия и по обеспечению экологичность. Изменения технологического процесса должны быть обоснованы экономическим расчетом.

Выводы по разделу

Раздел является исходным пунктом для проектирования технологии. На основании анализа технологичности и актуальности сформулированы цель и задачи работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Тип производства

Выбор типа производства является первым этапом проектирования технологии. С учетом информации указанной в задании (1000 деталей/год, масса вала-шестерни 4,1 кг) выбран среднесерийного тип, для которого характерно использование универсальных станков, в том числе с числовым программным управлением.

С учетом этого при проектировании дальнейших операций необходимо использовать по максимуму технологические возможности данного вида оборудования. Это позволит упростить, в том числе, и планировку участка за счет сокращения количества рабочих мест [11].

2.2 Выбор метода получения заготовки

Наиболее подходящими способами получения заготовки являются штамповка или прокат.

Для оценки оптимального метода получения заготовки необходимо сравнить их себестоимость. Далее отталкиваемся от общего объема проката, описанного около вала с учетом максимального диаметра который приходится на зубчатый венец [12]

$$M = \frac{\pi d^2}{4} l \rho, \quad (1)$$

где d – диаметр, м;

l – длина, мм;

ρ – плотность, кг/мм³.

С учетом табличных припусков

$$M = \frac{\pi 0,059^2}{4} 0,355 \cdot 7850 = 7,61 \text{ кг.}$$

«Себестоимость C_T вал-шестерни

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех.}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (2)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

$C_{\text{мех.}}$ – стоимость обработки, руб/кг;

m – масса вал-шестерни, кг;

$C_{\text{отх.}}$ – цена лома, руб/кг» [15].

«Затраты на обработку

$$C_{\text{мех.}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений;

C_K – капитальные затраты, руб/кг» [12].

Для станкостроения

$$C_{\text{мех.}} = 10,6 + 0,15 \cdot 22,13 = 14 \text{ руб/кг.}$$

«Для отходов $C_{\text{отх.}}$ 1,4 руб/кг.

Стоимость проката

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{пр.}} \cdot h_{\phi}, \quad (4)$$

где $C_{\text{пр.}}$ – стоимость материала, руб/кг;

h_{ϕ} – коэффициент длины ($h_{\phi} = 1,1$)» [11].

Тогда

$$C_{\text{заг.}} = 20,74 \cdot 1,1 = 22,8 \text{ руб./кг.}$$

Суммируем затраты на заготовку

$$C_{\text{т.пр.}} = 7,61 + 22,8 + 14 - 1,4 = 43,01 \text{ руб.}$$

«Стоимость штамповки

$$C_{шт} = C_{баз} h_1 h_2 h_3 h_4 h_5, \quad (5)$$

где $C_{баз}$ – стоимость штамповки, руб/кг;

h_1 – коэффициент класса точности;

h_2 – коэффициент группы сложности;

h_3 – коэффициент марки материала и массы заготовки;

h_4 – коэффициент от марки материала;

h_5 – коэффициент серийности» [13].

Стоимость штамповки

$$C_{шт} = 29,96 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,88 \cdot 0,89 \cdot 1 = 27,69 \text{ руб.}$$

Общая стоимость

$$C_{т.шт.} = 5,5 \cdot 27,69 + 14 \cdot (5,5 - 4,1) - 1,4 \cdot (5,5 - 4,1) = 170 \text{ руб.}$$

Выбираем более выгодную штамповку.

2.3 Проектирование заготовки

При выборе припусков для обработки разных поверхностей необходимо учитывать различные конструктивно-технологические факторы.

Самым главным является точность обработки. Для поверхностей с высокой точностью необходимо выбирать припуски с учетом большего количества переходов. На точных поверхностях будет припуск с большими значениями, а для поверхностей с низкой точностью - меньшими значениями. В ГОСТе на штамповку это отражается путем учета шероховатости поверхности.

Материал детали влияет на силовые параметры при резании. Это приводит к тому, что для материалов с высокой твердостью и прочностью необходимо назначать операционные припуски с меньшими значениями. Это будет приводить к увеличению количества переходов. Для вала из стали 40Х

с средними показателями по прочности и твердости припуски можно снимать увеличенные (до 5 мм).

Тип обработки определяет механизм отделения стружки, совокупность силовых и температурных процессов. Для различных методов обработки (для детали это фрезерование, сверление, точение, шлифование) необходимо выбирать соответствующие припуски по [12].

Размер и форма детали являются существенными факторами для выбора припусков. Для деталей, имеющих определенные соотношения по размерам и формам необходимо выбирать припуски с учетом возможных деформаций при обработке.

Во многом погрешность обработки определяется техническими характеристиками станка. Необходимо при выборе припусков учитывать жесткость, точность, виброустойчивость станка, на котором будет производиться обработка.

Для расчета выбирается шейка под подшипник диаметром 36 мм по 6 качеству. «Погрешность является вектором и будет находится как

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ - коробление, мкм;

$\rho_{\text{ц}}$ - смещение отверстий, мкм;

$\rho_{\text{см}}$ – отклонение от соосности, мкм» [12].

«Для коробления

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{к}}$ – удельное коробление, мкм/мм;

l - размер, мкм» [14].

$$\rho_{\text{кор}} = 1,4 \cdot 355 = 498 \text{ мкм.}$$

При сверлении центровых отверстий

$$\rho_{ц} = \sqrt{0,25 \cdot Td_3^2 + 1}, \quad (8)$$

где Td_3 – допуск технологической поверхности, мм.

Для первой операции

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot 2,8 + 1 = 1,7 \text{ мм.}$$

$$\rho_{заг} = \sqrt{1,7^2 + 0,7^2 + 0,5^2} = 1,9 \text{ мм.}$$

С учетом уточнения

$$\rho_i = k_i \cdot \rho_{заг}, \quad (9)$$

где k_i – коэффициент.

Данные для расчета припуска в таблице 1.

Для расчета припуска аналитическим способом необходимо найти четыре составляющих, в которые входят шероховатость, глубина дефектного слоя, погрешности расположения и погрешность установки. Все эти данные являются табличными и находятся из источника [17]. Результаты итогового расчета сведены в таблицу 1. Припуски для рассчитанных размеров показаны на рисунке 2.

Таблица 1 - Расчет размеров

| Переход | Допуск, мкм | Размер, мм | | Припуск, мкм | |
|---------------------|----------------|---------------|------------|------------------|------------------|
| | | d_{\min} | d_{\max} | $2z_{\min}^{np}$ | $2z_{\max}^{np}$ |
| Заготовка | 2,8 | 40,7 | 43,9 | - | - |
| Точение черновое | 0,25 | 36,66 | 36,91 | 4 | 6,9 |
| Точение чистовое | 0,074 | 36,262 | 36,336 | 0,39 | 0,57 |
| Шлифование черновое | 0,03 | 36,108 | 36,133 | 0,26 | 0,318 |
| Шлифование чистовое | 0,016 | 36,002 | 36,018 | 0,106 | 0,115 |

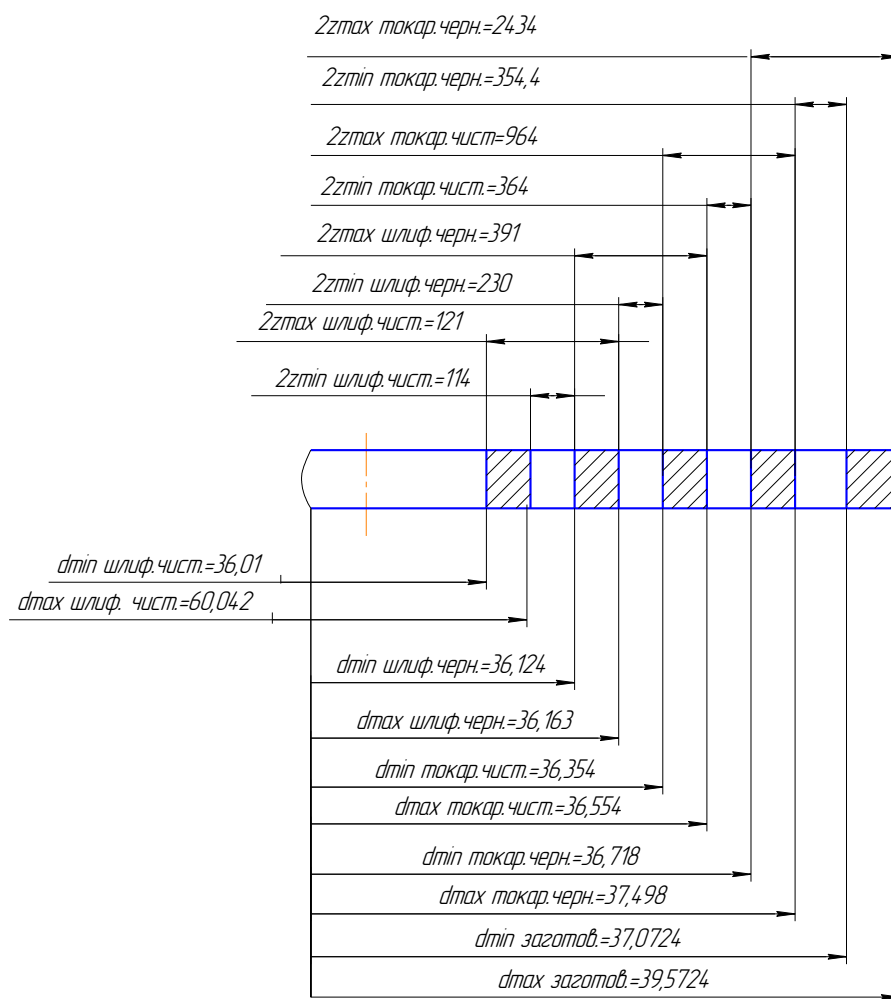


Рисунок 2 - Припуски для вала

Аналитическим способом выполнен расчет за самую точную поверхность. На все остальные определяем припуски табличные по ГОСТ 7507-89 на штамповку. С учетом исходных данных, к которым относятся группа материала (M2), степени сложности (C2) и точности (T4) вместе с припусками и отклонения на размеры штамповке. Припуски назначены по ГОСТ 7505-89. Все данные приведены на рабочем чертеже заготовки в графической части.

2.4 Методы обработки поверхностей

Квалитет заготовки полученной штамповкой соответствует 15.

Для определения переходов ориентируемся на форму поверхности, тип детали - осе симметричный вал, материал - сталь закаленная. Для упрощения данного этапа проектирования поверхности можно разделить на группы.

Самыми точными поверхностями являются цилиндрические поверхности, характеристики которых определяются по 6 качеству с уровнем шероховатости на уровне 0,63 микрометра. В результате выбран типовой технологический переход. Он включает в себя последовательное обтачивание шеек на черновом и чистовом этапах токарной обработки. После термообработки в виде закалки выполняется еще два последовательных перехода с использованием шлифования. Это позволяет надежно и производительно достичь заданной точности.

Для прилегающих торцов, на чертеже для которых указаны требования по расположению в виде отклонение от перпендикулярности и даны соответствующее значения шероховатости, используем ту же последовательность переходов. Исключаем последний – чистовой шлифовальный переход.

Крайние поверхности плоскости обрабатываются типовым фрезерным переходом на фрезерном-центральной станке. В комплекте с фрезерованием на данном станке будут также обработаны центровые отверстия, которые служат для установки заготовки вала-шестерни.

Различная форма канавок под выход инструментов и установку стопорного кольца требует выполнения двух различных переходов канавочными токарными резцами [15].

Фаски изготавливаются за счет программного управления движением токарным контурным инструментом при обтачивании шеек. Шпоночные пазы, исполнительные поверхности обрабатывают концевым фрезерованием.

Изготовление зубчатых венцов по 7 классу точности обеспечивается последовательным зубо-фрезерованием методом обката, зубо-шевингованием, и после термообработки, зубо-шлифованием. Последний

переход также выполняется методом обката. Это позволит обеспечить высокую производительность и заданную точность с шероховатостью.

2.5 Выбор технологических баз

Для установки заготовки вала-шестерни необходимо использовать стандартную схему. Поэтому предусмотрена искусственная технологическая база в виде центровых отверстий с фаской. Будет применяться типовая схема. Для упрощения вида оснастки применим трех кулачковый самоцентрирующийся патрон и поджим задним центром [10].

Несмотря на полную смену баз, точность относительного расположения шеек под подшипники не пострадает, так как на финишной операции их обработка будет проходить с одного установа.

Дополнительных опор использоваться не будет. При назначении режимов резания учтем ограничения по предельной величине глубины резания. В качестве зажимных приспособлений на операциях зубонарезания будем применять цанговый патрон, а для шлифования - поводковый.

2.6 Разработка технологического маршрута

С учетом типового технологического процесса изготовления вала назначим технологические операции.

Как уже указано в предыдущем подразделе, первая операция будет фрезерно-центровальная для обработки чистовых технологических баз.

Применим принцип концентрации, который позволит нам снизить до минимума количество технологических операций при обработке. Токарной обработкой будем формировать все поверхности, включая фрезерование шпоночного паза. Операция будет содержать как черновую, так и чистовую обработку.

Зубофрезерование и зубошевингование выносим на специализированное оборудование. В соответствии с классическим технологическим процессом лезвийная обработка заканчивается термической обработкой закалкой. После этого используем правку центровых отверстий.

Далее с учетом обновленных технологических баз идет обработка на круглошлифовальной операции по однократной обработке, зубошлифовальной для окончательного формирования требований на зубчатый венец [16].

Заканчивается операциями мойки и контролем [18].

Обработка вала-шестерни является сложным технологическим процессом из-за наличия зубообработки и особенностей конструктивного оформления детали (малая жесткость, затрудненный доступ в зону резания).

Из-за двух зубчатых венцов процесс зубонарезания разделяется на два этапа, каждый со своим врезанием инструмента, что увеличивает время вспомогательных переходов.

2.7 Выбор технологического оснащения

При выборе технологического оборудования и оснастки важно учитывать различные факторы. Их необходимо ранжировать в порядке важности для обоснованного выбора станков [20].

Самыми главными являются технические требования и характеристики процесса производства, которые были определены в подразделе 2.1. Первоначально определенные требования и характеристики процесса производства, такие как объем производства (1000 деталей в год), тип продукции (вал-шестерня из стали 40Х), требуемая точность (средний квалитет на уровне 8) и качество. Это позволило определить тип и параметры необходимого оборудования – многофункциональный токарный центр для первого этапа механической обработки.

Базовым стандартом по требованиям и характеристикам процесса производства является ГОСТ 2.102-68 "Оборудование и оснастка. Требования технической документации на изготовление и поставку", который содержит требования к технической документации на изготовление и поставку оборудования и оснастки [18].

При использовании станков необходимо наличие сертификатов и соответствие оборудования нормативным требованиям и стандартам безопасности, энергосбережения и эргономики. Стандарт ГОСТ Р 52630-2012 "Машины технологические. ОСТ. Безопасность. Требования" содержит список необходимых требований к безопасности технологического оборудования.

Эксплуатация станка влечет за собой необходимость периодического ремонта и обслуживания. Также возникают аварийные ситуации и проведение последующего восстановительного ремонта. Надежность станков и доступность запчастей и сервисного обслуживания при выборе оборудования является одним из главных определяющих факторов. Важно выбирать оборудование, для которого есть гарантия, сервисное обслуживание и возможность быстрой замены запчастей в случае поломки [21].

Необходимо учитывать стоимость самого станка, его монтажа и установки, эксплуатации оборудования, а также его экономическую эффективность. Расчет экономической эффективности может осуществляться на основе методов экономического анализа, таких как метод определения показателей точности, их стабильности и устойчивости..

Учитывая эти факторы, выбираем наиболее подходящее технологическое оборудование – станок отечественного производства и соответствующую оснастку – станок с ЧПУ горизонтальной компоновки СА600СФ3.

Имеет три рабочих органа: резцедержатель точного позиционирования и две револьверных головки (рисунок 3).



Рисунок 3 - Станок СА600СФ3

Важно отметить, что на станке можно задействовать и центра для установки (центр упорный, вращающийся), а также люнеты подвижные и неподвижные [17].

Так как производство среднесерийное, то в качестве оборудования выбираем универсальные и специализированные станки, переналаживаемые приспособления.

Обеспечение технологического оснащения данного техпроцесса идет за счет использования стандартного инструмента, включая токарные резцы, сверла, концевые фрезы и абразивные круги. Все инструменты вынесены в таблице А.1 приложения А и в таблицу А.2 приложения А.

Необходимо отметить, что наиболее ответственным по назначению является переходом является зубофрезерование. На данной операции используется типовая схема установки в цанговый патрон с поджимом верхнем центром. В качестве инструмента задействована цельная червячная фреза из быстрорежущего сплава Р6М5. Контроль обеспечивается зубомерами и универсальными контрольно-измерительными средствами [16].

2.8 Проектирование операций

Выполним проектирование операции подробное на обработку точением. Алгоритм проектирования технологической операции по обработке детали включает следующие этапы [8].

Содержание и структура операции определены в подразделе 2.3. Указаны переходы и тип обработки (точение черновое и чистовое с двух сторон, точение канавки, точение канавки под резьбу, точение канавки под круг, точение канавки стопорной, фрезерование шпоночного паза).

Определены свойства материала детали (сталь 40X, прочность 750 МПа). Определены размеры и форма заготовки (чертеж заготовки представлена на листе графической части).

Мощность, подача и обороты станка СА600Ф3 заданы [15].

Рассчитан припуск для данной операции по обработке цилиндрической поверхности (средний припуск по черновой обработке составил 2,9 мм, для чистовой 0,24 мм). Подобран инструмент для выполнения переходов.

Режимы определялись по формулам из [13] программе Walter. Скорость и подача, сила и мощность, полученные при расчете, приведены на рисунке 4.

| ← Точение | | Токарная обработка ISO | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| P Низколегированная сталь улучшенная (HB 300, Rm 1013 N/mm ²) | Диаметр заготовки | 58.00 | Скорость резания | 106 | Частота вращения, об/мин | 582 | | | | | | | |
| | Dc mm | vc m/min | n RPM | Глубина резания | 2.90 | Главный угол в плане | 90 | Подача на оборот | 0.62 | Минутная подача | 360 | Длина обработки | 305 |
| ap mm | k ° | fn mm/rev | vf mm/min | Передний угол | 0 | КПД станка | 95 | Критерий износа | 0 | Формулы расчета | | | |
| γ ° | η % | % | | Сила резания | 4260.62 Fc N | Удельный съём материала | 180.82 cm ³ /min | Время обработки | 50.81 Секунд | Момент | 111.57 Mc Nm | Мощность | 7.15 Pmot KW |

Рисунок 4 – Результат расчета режимов резания для чернового точения

Для чистового точение результат на рисунке 5, для фрезерования шпоночного паза – на рисунке 6.

| ← Точение | | Токарная обработка ISO | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">P</div> Низколегированная сталь улучшенная (HB 300, Rm 1013 N/mm ²) | | Диаметр заготовки 38.50 | Скорость резания 330 | Частота вращения, об./мин 2728 |
| Глубина резания 0.24 | Главный угол в плане 90 | Подача на оборот 0.10 | Минутная подача 273 | Длина обработки 350 |
| ap mm | k ° | fn mm/rev | vc m/min | lm mm |
| Передний угол 0 | КПД станка 95 | Критерий износа 0 | Формулы расчета | |
| γ ° | η % | % | | |
| | | Сила резания | 89.85 Fc N | |
| | | Удельный съём материала | 7.87 cm ³ /min | |
| | | Время обработки | 1 Минут 16 Секунд | |
| | | Момент | 1.63 Mc Nm | |
| | | Мощность | 0.49 Pmot KW | |

Рисунок 5 – Результат расчета режимов резания для чистового точения

| ← Фрезерование | | Фрезерование уступов | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">P</div> Низколегированная сталь улучшенная (HB 300, Rm 1013 N/mm ²) | | Диаметр 8.00 | Скорость резания 65 | Частота вращения, об./мин 2586 |
| Кол-во зубьев 2 | Глубина резания 0.50 | Ширина резания 8.00 | Подача на зуб 0.05 | Подача на оборот 0.10 |
| Z | ap mm | ae mm | fz mm | fn mm/rev |
| Минутная подача 259 | Длина обработки 350.00 | Передний угол 0 | КПД станка 95 | Критерий износа 13 |
| vf mm/min | lm mm | γ ° | η % | % |
| Формулы расчета | | | Средняя толщина стружки | 0.03 hm mm |
| | | Удельный съём материала | 1.03 cm ³ /min | |
| | | Время обработки | 1 Минут 22 Секунд | |
| | | Момент | 0.35 Mc Nm | |
| | | Мощность | 0.10 Pmot KW | |

Рисунок 6 – Результат расчета режимов резания для фрезерования

Для наладки спроектирована операция фрезерно-центровальная. Установка заготовки вала в тисках.

На первой позиции фрезерование торцовыми фрезами. Результат расчета аналогичный, как на рисунке 6. Припуск 2 мм.

Подача на зуб 0,09 мм. На оборот подача с учетом 14 зубьев равна 1,26 мм.

Скорость резания 80 м\мин. Для 63 мм диаметра фрезы обороты 400 об/мин.

Для сверления аналогичные параметры: глубина 2 мм, подача 0,09 мм/об, скорость 46 м/мин, обороты 3000 об/мин.

Для зубо-фрезерной операции скорость резания

$$V = \frac{C_2}{T^{0,4} \cdot S^{0,5} \cdot HB^{0,5} \cdot m^{0,4}} \quad (10)$$

где T – стойкость червячной фрезы, мин;

S –подача, мм/об;

HB – твердость;

m – модуль, мм.

$$V = \frac{18000}{240^{0,4} \cdot 2,97^{0,5} \cdot 240^{0,5} \cdot 2,5^{0,4}} = 51,5 \text{ м/мин.}$$

Принимаем V как 51,5 м/мин.

Мощность станка на шпинделе:

$$N_{\text{э}} = \frac{P_z \cdot V}{(60 \cdot 10^3)}, \quad (11)$$

где P_z –сила резания, Н;

V – расчетная скорость, м/мин.

Сила в свою очередь

$$P_z = C_p \cdot m^{1,4} \cdot S^{0,95} \cdot t^{1,4} \cdot V^{-0,28} \cdot K_{10} \cdot K_m \cdot 9,8 \quad (12)$$

где C_p – коэффициент при зубо-фрезеровании червячной фрезой 15;

K_{10} - коэффициент заходов фрезы;

K_m - коэффициент твердости материала;

t – глубина резания, мм.

$$P_z = 15 \cdot 2,5^{1,4} \cdot 2,97^{0,95} \cdot 3,5^{1,4} \cdot 51,5^{-0,28} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9,8 = 2857 \text{ Н} .$$

Тогда мощность

$$N_{\text{э}} = \frac{2857 \cdot 51,5}{(60 \cdot 10^3)} = 2,45 \text{ кВт}.$$

По скорости резания частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot 51,7}{\pi \cdot 100} = 165 \text{ об/мин}.$$

Выполним нормирование на токарную операцию.

«Для этого определяем штучно-калькуляционное время

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (13)$$

где $T_{\text{п-з}}$ – время подготовительно-заключительное, мин;

n – партия запуска (48 детали);

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин» [19].

Последнее

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}}, \quad (14)$$

«где T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательные переходы, мин;

$T_{\text{обс}}$ – время обслуживания, мин;

$T_{\text{п}}$ – время перерывов, мин» [8].

«Основное время:

$$T_0 = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (19)$$

где l_1 – быстрый подвод, мм;

l_p - длина резания, мм;

l_2 - перебег, мм;

$S_{\text{мин}}$ - минутная подача, мм/мин» [12].

Результат расчетов

$$T_0 = 0,85 + 0,03 + 0,13 + 1,87 + 0,85 + 0,15 = 3,9 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,9 + 1,95 + 0,4 + 0,15 = 6,4 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{15}{48} + 6,4 = 6,7 \text{ мин.}$$

Основное время на зубо-фрезерную операцию:

$$t_0 = \frac{b + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}}}{n \cdot S \cdot z_{10}} \cdot z, \quad (20)$$

где $l_{\text{ер}}$ и $l_{\text{неp}}$ – глубина врезания и перебег, мм;

b - ширина венца, мм;

z - число нарезаемых зубьев;

z_{10} – число зубьев фрезы.

Для фрезерования

$$l_{\text{ер}} = \frac{\sqrt{h(d_{a0} - h)}}{\cos(\beta \pm \gamma_{m0})}, \quad (21)$$

$$l_{\text{неp}} = 3m \cdot \text{tg}(\beta + \gamma_{m0}) + (3...5) \text{ мм}, \quad (22)$$

где h – высота зуба, мм;

d_{a0} - диаметр фрезы по ГОСТ 9324-80, мм;

β – угол наклона зубьев;

γ_{m0} – угол наклона витков.

После подстановки

$$l_{\text{неп}} = \frac{\sqrt{6,25(100 - 6,25)}}{\cos 12,5} = 24,7 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{неп}} = 3 \cdot 2,5 \cdot \text{tg} 12,5 + 3 = 6,7 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \frac{50 + 24,7 + 6,7}{165 \cdot 2,97 \cdot 12} \cdot 20 = 6,64 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени зубофрезерную операцию 015

$$T_{\text{шт}} = 6,64 + 2,6 + 0,8 + 0,4 = 10,44 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{40}{48} + 10,44 = 11,27 \text{ мин.}$$

Для наладки спроектирована операция фрезерно-центровальная.

Основное время по фрезерованию для пути резания 54 мм при минутной подаче 510 мм\мин составит

$$t_0 = \frac{54}{400 \cdot 1,26} = 0,1 \text{ мин.}$$

Для сверления

$$t_0 = \frac{16}{3000 \cdot 0,09} = 0,06 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,16 + 2,6 + 0,14 + 0,12 = 3,02 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{20}{48} + 3,02 = 3,4 \text{ мин.}$$

Для зубошлифования с учетом длины рабочего хода из двух венцов по 54 мм и длины врезания и перебега по 17 мм

$$t_0 = \frac{108}{2140 \cdot 0,6} \cdot 20 = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 2,5 + 2,9 + 0,27 + 0,24 = 5,9 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{30}{48} + 5,9 = 3,5 \text{ мин.}$$

Выводы по разделу

Спроектированы операции по обработке вала-шестерни.

3 Проектирование оснастки

3.1 Разработка приспособления

Для зубофрезерной операции проектируем цанговый патрон.

Заготовка вала-шестерни после чистовой токарной обработки.

Материал сталь 40Х.

Инструмент: 2510-4015 фреза червячная Р6М5 ГОСТ 9324-80.

Режимы резания: глубина 6,25 мм; подача – 2,97 мм/об; скорость резания – 51,5 м\мин.

В разделе 2 нашли окружную силу резания – 2857 Н.

Схема установки - вертикальная. Снизу зажим в патроне, сверху – поджим центром А-1-4-Н ГОСТ 8742-75 (рисунок 7).

Зажим вала-шестерни цанговым патроном с поджимом верхним центром обеспечивает жесткость технологической системы.

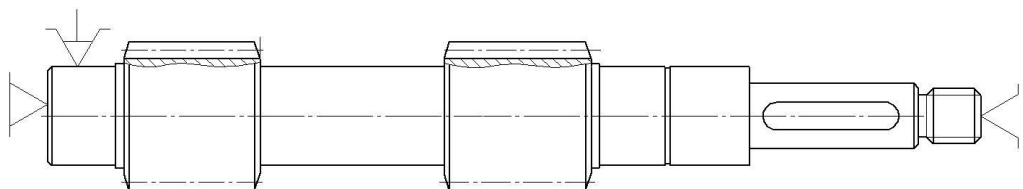


Рисунок 7 – Схема установки (повернуто)

При зубофрезеровании заготовку проворачивает в цанговом патроне момент резания. Он определяется как произведение окружной силы на плечо. Оно равно радиусу нарезаемого зубчатого венца (рисунок 8).

Момент от действия сил зажима цангой:

$$M_3 = \frac{T \cdot d_3}{2} = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

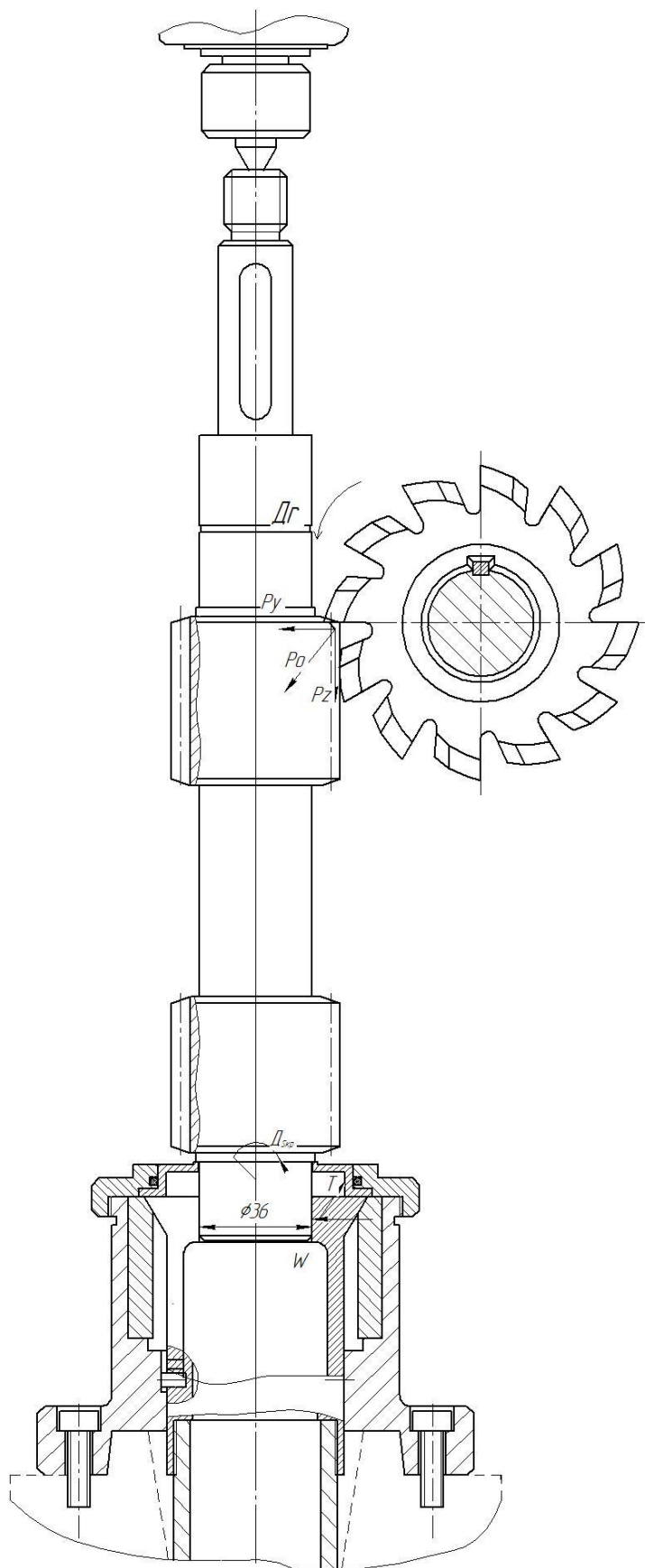


Рисунок 8 – Схема расчет сил зажима

где W – сила зажима, Н;

d_3 – диаметр базовой поверхности (36 мм), мм;

f – коэффициент трения 0,2.

Для того чтобы корректно вычислить силу зажима необходимо обеспечить условия статического равновесия

$$W = K \cdot \frac{M}{n \cdot f \cdot R_{от}}, \quad (24)$$

где K – коэффициент запаса, который определим по данным справочника» [17, с.85]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (25)$$

где « $K_0 = 1,5$ - коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,0$ – коэффициент при чистовой обработке;

$K_2 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий затупление режущего инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий прерывистое резание;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, характеризует постоянство сил закрепления при ручном закреплении;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризует эргономику ручных зажимных механизмов, удобное расположение;

$K_6 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий установку на опорные пластинки» [21].

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,34.$$

Коэффициент примем 2,5.

Выбор параметров цанги: n будет 3; f_l равно 0,16. У вала-шестерни диаметр $R_{от}$ 36 мм. Получаем момент резания 25,6 Н·м.

$$W = 2,5 \cdot \frac{2857 \cdot 0,025}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,016} = 23250 \text{ Н.}$$

«Дополнительно для сжатия цанги сила

$$Q = 3 \cdot \frac{EJf_z}{l^3} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (26)$$

где E – модуль упругости материала цанги, МПа;

f - деформация цанги, мм;

z – число лепестков цанги;

l – вылет цанги, мм;

α - угол конуса, °;

φ - угол трения» [19].

Последний

$$\varphi = \operatorname{arctg} f, \quad (27)$$

где f – коэффициент трения.

$$\varphi = \operatorname{arctg} 0,15 = 8,53^\circ.$$

«Момент инерции:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (28)$$

где D – диаметр цанги, мм;

S – толщина цанги, мм;

α_1 - угол секции цанги» [18].

Подставив:

$$J = \frac{40^3 \cdot 4}{8} \left(2 + \sin 2 \cos 2 - \frac{2 \sin^2 2}{2} \right) = 21730 \text{ мм}^4;$$

$$Q = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 21730 \cdot 0,3 \cdot 3}{34^3} \operatorname{tg} 23^\circ = 42863 \text{ Н}.$$

Усилие с учетом трения

$$Q_2 = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi). \quad (29)$$

$$Q_2 = 23250 \cdot \operatorname{tg}(15 + 8,53) = 3614 \text{ Н.}$$

В сумме усилие составит

$$Q = 3614 + 42863 = 46477 \text{ Н.}$$

Для зажима необходим привод. Размер поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (30)$$

где P – давление сред, мПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{46477}{2,5}} = 154 \text{ мм.}$$

Примем стандартный 200 мм.

Точность патрона должна быть не более 0,015 мм.

Погрешность по соосности четырех элементов (цанга - шток, втулка – корпус, фланец станка) должна быть не более 0,006 мм.

Цанговый патрон предназначен для зубофрезерной операции для закрепления вала в вертикальном положении.

Патрон содержит фланцевый корпус 1, который по коническому отверстию установлен на шпиндель. Патрон фиксируется винтами 8. В корпус 1 по посадке с натягом установлен стакан 6 с конической поверхностью, по которой скользит цанга 3. Под столом станка размещается привод зажима. Его шток соединяется с тягой 4. Последняя вкручивается в цангу 3 для передачи осевого усилия. Для продольного поступательного движения цанги относительно корпуса используется цилиндрический штифт 10. В цангу он запрессован, а в пазу корпуса перемещается свободно. Вертикальное положение патрона приводит к тому, что при зубофрезеровании стружка и смазочно-охлаждающая жидкость попадают на

патрон. Для защиты по наружной части корпуса 1 накручивается крышка 5. Внутри нее расположено опорное кольцо 7. Для дополнительной защиты между кольцом 7 и крышкой 5 установлено кольцо 9.

Осевым упором служит дополнительное подпружиненное опорное кольцо, которое вставляется в канавку заготовки. На чертеже патрона оно отсутствует, но показано на наладке зубофрезерной операции.

При установке вала-шестерни в патрон он упирается в кольцо, которое защелкивается в канавке и после операции снимается. При зажиме цанга 3 движется вниз. Лепестки цанги в количестве трех штук сходятся и фиксируют заготовку. Для дополнительной жесткости используется верхний поджим вращающимся центром.

Аналогичная схема установки применяется для зубошлифования.

3.2 Проектирование инструмента

Базовая операция технологического процесса – зубофрезерование. Она направлена на формирование исполнительной поверхности вала – зубчатого венца. Является лимитирующей и самой сложной.

Стойкость сложно профильного режущего инструмента – червячной фрезы, может быть повышена различными способами.

Использование высоко стойких и дорогих материалов для изготовления фрезы, таких как сплавы твердых металлов, керамика, оправдано только для сборного инструмента.

Применение технологий покрытия, таких как напыление, осаждение и нанесение пленки, для защиты поверхности инструмента от износа и коррозии. Например, покрытие Ti-Al-N может увеличить стойкость режущего инструмента в 2-3 раза для повышения работоспособности инструмента из P6M5 и его модификаций.

Оптимизация геометрии режущей кромки инструмента, включая угол наклона, радиус кромки и вершины режущей части требуют учета

контактных процессов в зоне резания, анализа процессов разрушения материала заготовки. Например, увеличение угла наклона режущей кромки может снизить контактное давление по передней поверхности инструмента и повысить стойкость инструмента.

Одним из основных способов повышения стойкости инструмента является применение охлаждения и смазки при обработке материалов, чтобы снизить температуру и трение на поверхности инструмента. Например, применение СОЖ с поверхностно-активными веществами может увеличить стойкость инструмента в 2-4 раза.

$$t_0 = 2 \frac{50 + 24,7 + 6,7}{226 \cdot 3,5 \cdot 12} \cdot 20 = 4,11 \text{ мин.}$$

Новый расчет норм времени зубофрезерную операцию 020

$$T_{\text{шт}} = 4,11 + 2,6 + 0,6 + 0,3 = 7,6 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{40}{48} + 7,6 = 8,4 \text{ мин.}$$



Рисунок 9 – Станок 53А80 для фрезерования зубьев

Фреза червячная имеет корпус 1. По боковым сторонам корпуса 1 накручиваются крышки 4 и 3. Крышка 4 имеет коническую поверхность, на которую опирается секторное кольцо 5 (из двух частей). Оно винтами 9

фиксируется на корпусе 1 (два не сектор). К крышке 3 винтами 8 крепят вставки 6. Между кольцом 5 и вставками 6 в продольных пазах корпуса 1 установлены ряды режущих пластин 2. Они опираются на опорные пластины 7.

Фреза собирается перед обработкой. Крышка 3 накручивается на корпус 1. Фиксируется она так, чтобы вставки 6 входили в каждый паз под режущие пластины. Далее на опорную пластину 7 по рядно вставляются режущие пластины 2. С одной стороны устанавливаются секторы конического кольца 5. Винтами 9 происходит расклинивание в пазах режущих пластин. Для обеспечения надежной фиксации, а также для обеспечения осевого сдвига пластин 2 используются регулируемые вставки 6. Использование различных специальных технологий обработки, таких как высокоскоростная обработка или комбинированные высокоэнергетические методы, хотя и могут повысить стойкость инструмента и уменьшить его износ, являются сложными в реализации и требуют сложного и дорогостоящего оборудования.

На зубошлифовальную операцию технологические режимы определялись по [13]. Наладка данной операции представлена на листе.

Установка также в цанговом патроне и поджим верхним центром.

Обработка за два черновых и один чистовой проход. Нормы времени считались по [17].

Выводы по разделу

Спроектирован цанговый патрон для всех зубообрабатывающих операций. Спецификации в таблицах Б.1 приложения Б и в таблице В.1 приложения В. Спроектирована червячная сборная с вставными зубьями червячная фреза для высокопроизводительной обработки.

4 Экологичность и безопасность проекта

В разделе по методическим указаниям [3] разрабатываются мероприятия по обеспечению соответствия технологического процесса изготовления вала-шестерни требованиям по охране труда и экологичности.

Технология многооперационная. Начинается с фрезерно-центровальной операции на фрезерно-центровальном полуавтомате МР-76АМ. На токарной обработке используется токарный центр СА600СФ3. Для самых ответственных операций по обработке зубчатого венца используются на зубофрезерной операции вертикальный зубофрезерный полуавтомат для цилиндрических колес 53А50, на зубошевинговальной - вертикальный зубошевинговальный полуавтомат для цилиндрических колес ВС-Б03В и на зубошлифовальной - зубошлифовальный полуавтомат 587В.

Как оснастка используются тиски 7201-0007 ГОСТ 14904-80, патрон ГОСТ 2571-71, люнет 6046-0011 ГОСТ 21190-75, центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75. Инструменты: фреза торцовая 2210-0071 Р6М5 ГОСТ 9304-69 и сверло центровочное 2317-0033 диаметр 4 мм Р6М5 ГОСТ 14952-75, резец контурный PCLNR 2525M12 T15K6 ТУ 2-035-892-82; 035-2126-1179, канавочный T14K8 ОСТ 2И10-7-84, фреза 2223-3552 диаметр 10 мм, z=3 Р8МЗК6С ГОСТ 23248-78, круг 1 250x25x76 25А F46 N 7 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008. Для нарезания зубьев – червячная фреза, спроектированная в разделе 3.1.

Для охлаждения в процессе обработки вала-шестерни используются некоторые безвредные смазочно-охлаждающие жидкости, которые можно использовать в производстве. Вода - самый распространенный и доступный смазочно-охлаждающий материал. Она обеспечивает хорошее смазывание и охлаждение, но может вызывать коррозию некоторых металлов. Как основное средство используется СОЖ «Экойл».

Список опасных и вредных факторов включает шум, вибрацию, пыль, газы и пары, раздражающие вещества, электрические и магнитные поля,

лазерное излучение. Также должны регулироваться микроклимат (температура, влажность, скорость движения воздуха), освещение (естественное, искусственное). Опасность представляют транспортные средства и оборудование, электрический ток, пожароопасные и взрывоопасные материалы и процессы, психофизиологические факторы (напряжение внимания, монотонность работы).

Все вышеперечисленные факторы на производственном участке по обработке заготовки из металла могут вызывать различные заболевания и повреждения органов человека. К основным последствиям относятся: ухудшение слуха, нарушения нервной системы, раздражение дыхательных путей, отравления организма, тепловой удар. Кроме того, длительное воздействие этих факторов на организм может повышать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) необходимы для обеспечения безопасности труда и здоровья работников при работе, для предотвращения травм и других возможных вредных воздействий. Защитные очки используются для предотвращения попадания мелких частиц, искр и химических веществ в глаза работника. Защитные маски предназначены для защиты лица и дыхательных путей от пыли, аэрозолей, газов и токсичных веществ. Защитные наушники и наушники-шлемы используются для снижения уровней шума при работе с шумным оборудованием. Защитные перчатки предназначены для защиты рук от механических повреждений и контакта с химическими веществами. Защитная одежда включает в себя комбинезоны, фартуки, специальную рабочую одежду.

Все СИЗ должны соответствовать нормативным требованиям и быть протестированы на соответствие безопасности. Также важно правильное использование СИЗ, включая их регулярную проверку на целостность и замену при необходимости. Работникам необходимо быть обученными по правилам использования СИЗ и соблюдать все предписания по безопасности при работе с технологическими процессами обработки деталей.

Для снижения уровня вибраций при работе технологического оборудования необходимо провести анализ причин возникновения вибраций (несбалансированность заготовки, не жесткость инструмента). Это может быть связано с неправильной балансировкой вращающихся элементов, износом подшипников, неправильной установкой оборудования или другими причинами. Для устранения причин вибраций необходимо повысить жесткость подсистемы заготовки. Если вибрации возникают из-за износа подшипников, то их следует заменить. Установить виброизоляторы между оборудованием и фундаментом или между отдельными элементами оборудования. Это поможет снизить передачу вибраций на окружающие конструкции. Снижение уровня вибраций не только улучшает условия работы персонала, но и продлевает срок службы оборудования.

Открытые части станков должны быть экранированы и ограждены для предотвращения контакта с ними персонала. Станки должны регулярно проходить техническое обслуживание для обеспечения их исправности и безопасности.

Для обеспечения электрической безопасности необходимо регулярное проведение проверок и испытаний электрооборудования, а также контроль за состоянием изоляции проводов и кабелей, установка устройств защитного отключения (УЗО) для защиты от поражения электрическим током и применение современных систем управления и контроля для обеспечения безопасности электроустановок.

Для пожарной безопасности (категория опасности В) необходима установка систем пожаротушения: Станки должны быть оборудованы системами пожаротушения, такими как порошковые системы. Персонал должен быть обучен правилам пожарной безопасности и действиям в случае пожара. Станки должны эксплуатироваться в соответствии с инструкциями производителя и правилами пожарной безопасности. Проходы и выходы должны быть свободными и хорошо освещенными. При производстве

необходимо использовать мало горючие материалы. Необходимо избегать перегрева оборудования.

На производстве для очистки сточных вод и воздуха применяются различные методы и средства. Для механической очистки сточных вод используются декантационные установки, которые позволяют разделить жидкую и твердую фазы сточных вод. Для биологической очистки сточных вод можно использовать аэротенки, где осуществляется окисление органических веществ при помощи механизма аэробного микробиологического разложения. Твердые отходы в повторное использование (стружка) или вывоз на полигоны.

Выводы по разделу

В данном разделе были предложены и описаны меры по обеспечению безопасности и экологичности процесса изготовления вала-шестерни, которые включают в себя снижение травмоопасности, обеспечение экологических норм и соблюдение требований по электрической безопасности.

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты, представлены на рисунке 10.

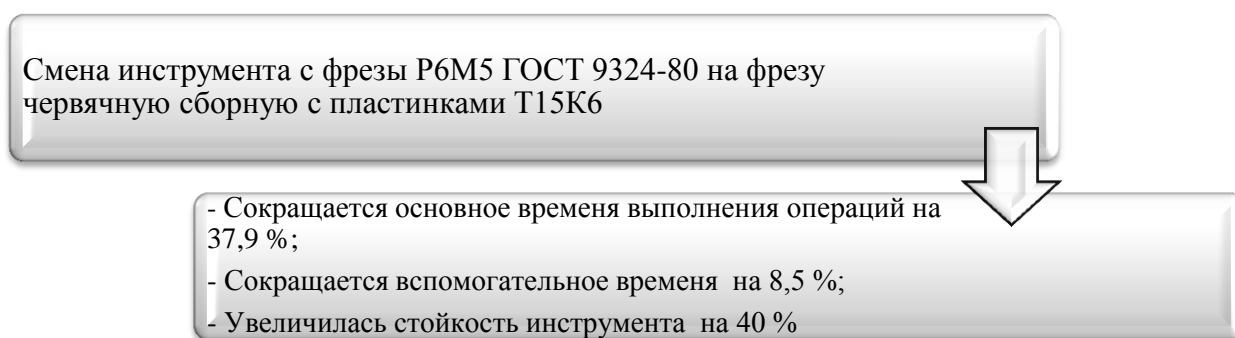


Рисунок 10 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 10, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 11 расчеты и методики для их проведения [6] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 12.

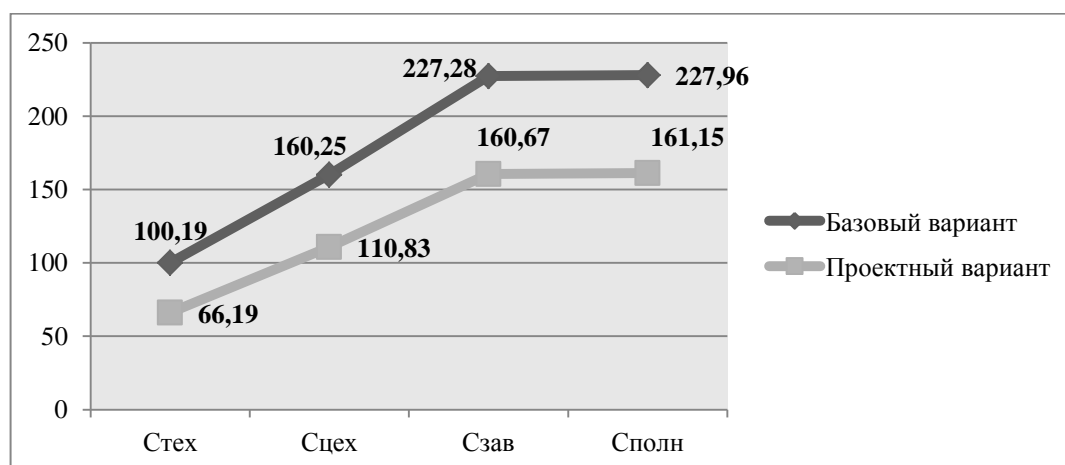


Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 12 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$),

производственная ($C_{ЗAB}$) и полная ($C_{Полн}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 29,3 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 13.

| | |
|--|---|
| Общие капитальные вложения $K_{общ} = K_{вв.пр} = 63009,16$ руб. | |
| Прямые капитальные вложения $K_{об} = 0$ руб. | Сопутствующие капитальные вложения $K_{соп} = 63009,16$ руб. |

Рисунок 13 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 13 видно, что прямые капитальные вложения отсутствуют, это связано с тем, что предложенные совершенствования не коснулись изменения применяемого оборудования. Соответственно, общие капитальные вложения складываются только из значений, которые входят в сопутствующие капитальные вложения.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 14.

| Результаты расчетов |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Срок окупаемости $T = 2$ года• Чистая прибыль $P_{\text{чист}} = 53448$ руб.• Интегральный экономический эффект $\text{Эинт} = 9730,73$ руб. |

Рисунок 14 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 14, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять.

Вывод по разделу

Изменение технологии позволит получить предприятию экономический эффект в размере 9730,73 руб.

Заключение

В работе спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни.

Для заданного годового объема выпуска в количестве 1000 деталей в год на основе методических указаний и действующих стандартов выполнены все этапы проектирования технологического процесса. В первом разделе проанализированы условия работы с учетом служебного назначения вала-шестерни. С учетом особенностей конструктивного исполнения сделана оценка технологичности по всем группам критериев. Определены недостатки конструкции, которые приводят к технологическим проблемам.

На первом этапе сделан анализ характеристик стали 40Х, конструкции детали по технологичности и определение степени ее пригодности для изготовления в заданных условиях. Выполнено изучение технических требований по чертежу, включая самые точные размеры, отклонения расположения, формы, твердость, прочностные характеристики и другие технические параметры для обоснованного выбора технологических переходов.

Выполнена разработка технологического маршрута, включая выбор и расчет необходимого оборудования и инструментов. Определены последовательности операций и параметров обработки для достижения требуемых характеристик вала-шестерни. Сделана оценка экономической эффективности проекта с точки зрения обоснованности предложенных изменений и прогнозирование затрат на модернизацию технологии.

Результатом данной работы является разработанный технологический процесс изготовления вала-шестерни, который будет соответствовать стандартам качества и эффективности производства. Также представлены расчеты затрат и оценка экономической эффективности, что позволит принять обоснованные решения о его внедрении в серийное производство.

Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

19. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

20. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

21. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 - Маршрутная карта

| ГОСТ 3.1118-82 Форма 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----|-------|----------------------------|------------------------|-----|-----------------------|-------------------|----|----|------|-----|
| Дюбл. | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | |
| Типол. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | |
| Разраб. | Хасанов | | | | | | | | | | | |
| Проверил | Распоргуев | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | Логинов | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Распоргуев | | | | | | | | | | | |
| Вал-шестерня | | | | | | | | | | | | |
| М 01 | Круг 63 ГОСТ 2590-88 / Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 | | | | | | | | | | | |
| | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н. расх. | КИМ | Код заготовки | Профиль и размеры | | КД | МЗ | |
| М 02 | 02 | кз | 4,1 | 1 | 0,74 | | Круг | 54x350 | | 1 | 7,61 | |
| А | Цех Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | Обозначение документа | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Пз. |
| А03 | 000 Штамповка заготовительная | | | | | | | | | | | |
| Б04 | Пресс К8542 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | |
| А05 | 07 | 2 | 005 | 4221 | Фрезерно-центровальная | | | | | | | |
| Б06 | Фрезерно-центровальный станок МР-74АМ 1 1 1 23 | | | | | | | | | | | |
| А07 | 07 | 2 | 010 | 4114 | Токарно-фрезерная | | ИОТ Т5, С6 | | | | | |
| Б08 | Токарной-фрезерный центр СА600СФ3 1 1 1 1,36 | | | | | | | | | | | |
| А09 | 015 4153 Зубофрезерная | | | | | | | | | | | |
| Б10 | Вертикальный зубофрезерный полуавтомат для цилиндрических колес 53А50 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | |
| А11 | 020 4157 Зубошвинговальная | | | | | | | | | | | |
| Б12 | Вертикальный зубошвинговальный полуавтомат для цилиндрических колес 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | |
| Б13 | ВС-Б03В | | | | | | | | | | | |
| А14 | 025 5000 Термическая обработка | | | | | | | | | | | |
| Б15 | 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | |
| А16 | 030 4143 Центрошлифовальная | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| | | ГОСТ 3.1118-82 Форма | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|----------------------|-----|--------------------|----------------------------|----|-------|---|----|----|--------------|----|----|------|------|---------|
| Дуол. | Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тлоол. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | АСКОН 10100. | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тшт. | |
| Б | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | | | | | | | | | | | | |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение, код | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение, код | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б01 | Внутришлифовальный станок особо высокой точности 3i | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 1 1 1 |
| А02 | 07 | 2 | 035 | Круглошлифовальная | | | | | | | | | | | | |
| Б03 | Круглошлифовальный станок 3М151Ф2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| А04 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б05 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 1 1 1 |
| А06 | 040 4151 Зубошлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б07 | Зубошлифовальный полуавтомат для обработки концес | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б08 | зубьями 587В | | | | | | | | | | | | | | | |
| А09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 1 1 |
| А11 | 07 | 2 | 045 | Промывка | | | | | | | | | | | | |
| Б12 | Моечная машина | | | | | | | | | | | | | | | |
| А13 | 07 | 2 | 050 | 0200 Контроль | | | | | | | | | | | | |
| Б14 | Стол | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 1 1 1 |
| О15 | 1. Проверить внешним осмотром отсутствие заусенцев, острых кромок и шероховатость поверхностей | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

| ГОСТ 3.1404-86 Форма 3 | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------------------------|----|-----------|---------|-----|---|-------|-----|-------------------|---|
| Дуол. | | | | | | | | | | | |
| Бзам. | | | | | | | | | | | |
| Посл. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 |
| Разраб. | Хасанов | | | | | | | | | | |
| Проверил | Рассторгуев | | | | | | | | | | |
| Утвердил | Логинев | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Рассторгуев | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | | ЕВ | | МД | | Профиль и размеры | |
| Фрезерно-центровальная | | Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 | | кз | | 4,1 | | | | 07 2 7,61 005 | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | Обозначение программы | | То | | Тв | | Т лз. | | Шпт. СОЖ | |
| Фрезерно-центровальный МР-74АМ | | | | 0,15 | | 2,6 | | 15 | | 3,4 | |
| P | | | ПИ | | D или B | L | t | i | s | n | v |
| T01 | Тиски 7201-0007 ГОСТ 14904-80 | | | | | | | | | | |
| O02 | 1. Установить заготовку в приспособлении, закрепить. | | | | | | | | | | |
| T03 | Консоль поворотная | | | | | | | | | | |
| T04 | Строп целной | | | | | | | | | | |
| T05 | Захват (2 шт) | | | | | | | | | | |
| T06 | Присп. фрезерное | | | | | | | | | | |
| T07 | Рукавицы ГОСТ 12.4.010-75 | | | | | | | | | | |
| O08 | 2. Фрезеровать торцы окончательно | | | | | | | | | | |
| T09 | 2210-0071 Фреза диаметр 63, z=14 Р6М5 ГОСТ 9304-69 | | | | | | | | | | |
| P10 | | | - | 40 | 56 | 2 | 1 | 0,061 | 400 | 80 | |
| O11 | 3. Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры согласно эскизу | | | | | | | | | | |
| T12 | Патрон ГОСТ 15935-79 | | | | | | | | | | |
| T13 | 2317-0033 Сверло сверло 4 Р6М5 ГОСТ 14952-75 | | | | | | | | | | |
| OK | Операционная карта | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

| Дпол. | | Взам. | | Полл. | | ГОСТ 3.1105-84 | | Форме | |
|-------|--|-------|--|-------|--|----------------|--|-------|-----|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 3 |
| | | | | | | | | | 005 |

Technical drawing showing two views of a mechanical part. The drawing includes dimensions: 80 ± 0.7 , 350 ± 0.35 , and $Ra 1.25$. Callouts A and B indicate specific features. A detail view shows a cross-section with dimensions: 40 , 60 , 2.5 , 5 , 9 , 2.5 , 2.5 , 2.5 , and 2.5 .

КЭ

Карта эскизов

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

| ГОСТ 3.1404-86 Форма 3 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-----------|-----|------|-------------------|------|------|---|--|--|--|---|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Посл. | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Разраб. | Хасанов | | | | | | | | | | | | |
| Проверил | Рассторгуев | | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | Логиное | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Рассторгуев | | | | | | | | | | | | 015 |
| Наименование операции | Вал-шестерня | | | | | | | | | | | | |
| Зубофрезерная | Материал | Твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | МЗ | КОИД | | | | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 | кз | 4,1 | | | 7,61 | 1 | | | | | | |
| 53А50 | Обозначение программы | То | Тв | Тпз. | Тшт. | СОЖ | | | | | | | |
| | | 4,11 | 2,6 | 40 | 10 | | | | | | | | |
| Р | Д или В | PI | L | t | l | s | n | v | | | | | |
| 001 | 1. Фрезеровать зубья | | | | | | | | | | | | |
| T02 | 2510-4015 Фреза Р6М5 ГОСТ 9324-80 | | | | | | | | | | | | |
| P03 | - | | | | | | | | | | | | |
| 004 | 2. Контролировать деталь. КР-РМ - сплошной, БТК-РМ - первой детали. | | | | | | | | | | | | |
| T05 | Калибр комплексный | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| OK | Операционная карта | | | | | | | | | | | | |

Приложение Б
Спецификация патрона

Таблица Б.1 – Спецификация патрона

| | | Формат | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|---------------|--|------------------------------------|-----------------------------|---|------|------------|------|
| | | Зона | | | | | |
| Перв. примен. | | | | <u>Документация</u> | | | |
| | | A1 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.000.СБ | Сборочный чертёж. Сборочный чертёж | | | |
| Сбор. № | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | | |
| | | 1 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.01.000 | Привод | 1 | | |
| Взам. инв. № | | | | <u>Детали</u> | | | |
| | | 2 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.002. | Корпус | 1 | | |
| Инв. № дробл. | | | | | | | |
| | | 3 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.003. | Цанга | 1 | | |
| Взам. инв. № | | | | | | | |
| | | 4 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.004. | Шток | 1 | | |
| Инв. № дробл. | | | | | | | |
| | | 5 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.005. | Крышка | 1 | | |
| Взам. инв. № | | | | | | | |
| | | 6 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.006. | Втулка направляющая | 1 | | |
| Инв. № дробл. | | | | | | | |
| | | 7 | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.007. | Кольцо упорное | 1 | | |
| Взам. инв. № | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | | |
| | | 8 | | Винт М10 х 125-6g х 25.58.35X.01 ГОСТ 174-75-80 | 6 | | |
| Инв. № дробл. | | | | | | | |
| | | 10 | | Штыфт 2,6 h9 х 1520X88 ХимОкс.псм ГОСТ 10774-80 | 1 | | |
| Взам. инв. № | | | | | | | |
| | | 9 | | Кольцо 5-5-40-2-1 ГОСТ 18829-73 | 1 | | |
| Инв. № дробл. | | | | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.000.СП | | | |
| | | Изм. / Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Взам. инв. № | | Разраб. | Хасанов Н.Р. | | | | |
| | | Пров. | Расторгуев Д.А. | | | | |
| Инв. № дробл. | | Н.контр. | Расторгуев Д.А. | | | | |
| | | Утв. | Логинов Н.Ю. | | | | |
| Взам. инв. № | | Цанговый патрон | | | | Лист | Лист |
| | | | | | | | 1 |
| Инв. № дробл. | | ТГУ, ИМ | | | | | |
| | | ТМБд-1801б | | | | | |
| Взам. инв. № | | Не для коммерческого использования | | | | Копировал | |
| | | | | | | Формат А4 | |

Приложение В

Спецификация фрезы

Таблица В.1 – Спецификация фрезы

| Формат Зона Лист | | Обозначение | | Наименование | | Кол. | | Приме- чание | | |
|------------------------------------|------|-----------------------------|--|------------------------------------|----|------|-----------------------|-----------------|--------|--|
| <i>Документация</i> | | | | | | | | | | |
| A2 | | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.000.СБ | Сборочный чертёж. Сборочный чертёж | | | | | | | |
| <i>Детали</i> | | | | | | | | | | |
| | 1 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.001. | Корпус | | 1 | | | | | |
| | 2 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.002. | Режущая пластина | | 12 | | | | | |
| | 3 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.003. | Крышка правая | | 1 | | | | | |
| | 4 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.004. | Крышка левая | | 1 | | | | | |
| | 5 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.005. | Кольцо секторное | | 2 | | | | | |
| | 6 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.006. | Вставки упорные | | 12 | | | | | |
| | 7 | 23.ВКР.ОТМП.40.75.00.007. | Пластина опорная | | 12 | | | | | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | | | | | | |
| | 8 | | 45 9612 0 231 Винт 2-10 x 20 ГОСТ 37001.181-81 | | 12 | | | | | |
| | 9 | | 45 9612 0 231 Винт 2-10 x 20 ГОСТ 37001.181-81 | | 4 | | | | | |
| | | | | 23.ВКР.ОТМП.40.65.00.000.СП | | | | | | |
| Изм. | Лист | № док-м | Подп. | Дата | | | Лит. | Лист | Листов | |
| Разраб. | | Хасанов Н.Р. | | | | | | | 1 | |
| Проб. | | Рассторцев Д.А. | | | | | | | | |
| Н.контр. | | Рассторцев Д.А. | | | | | ТГУ, ИМ ТМбд-1801б | | | |
| Утв. | | Логинов Н.Ю. | | | | | Формат А4 | | | |
| Не для коммерческого использования | | | Копировал | | | | | | | |