

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 универсальной
делительной головки

Обучающийся	<u>И.Д. Пассевич</u> (Инициалы Фамилия)	_____	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		
Консультанты	<u>Кривова М.А.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		
	<u>к.э.н., доцент Смышляева Е.Г.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		

Тольятти 2024

Аннотация

Автор: Пассевич Ирина Дмитриевна.

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки.

В работе спроектирован современный технологический процесс изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки.

В первом разделе работы описаны назначение и область применения универсальной делительной головки, а также функции, которые выполняет в нем вал-шестерня. В этом разделе также рассмотрен вопрос о верном назначении материала детали. Это важно в связи с необходимостью рационального использования дорогостоящих конструкционных материалов.

В технологическом разделе выбран тип производства. Он выбирается в данном случае исходя из программы выпуска и массы детали. Далее рассчитан метод получения исходной заготовки. На самую точную поверхность детали выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. На модернизируемые в работе технологические операции выполнен расчет режимов обработки.

Для закрепления заготовки вала-шестерни универсальной делительной головки на токарной операции разработана конструкция самозажимного токарного патрона. Зажим заготовки происходит от вращения заготовки с помощью центробежных сил без участия оператора станка. За счет этого оператору токарного станка с ЧПУ облегчается работа и уменьшается операционное время, затрачиваемое на загрузку и выгрузку заготовки на станке, что дало экономический эффект.

Для обработки заготовки на шпоночно-фрезерной операции 030 разработана конструкция концевой фрезы.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	8
1.2 Классификация поверхностей детали.....	8
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	9
2 Технологическая часть.....	12
2.1 Определение типа производства.....	12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	13
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	14
2.4 Выбор методов обработки	16
2.5 Определение припусков.....	20
2.6 Определение режимов резания.....	23
3 Проектирование приспособления.....	30
3.1 Исходные данные.....	31
3.2 Силовой расчет.....	32
4 Проектирование режущего инструмента.....	35
4.1 Исходные данные.....	36
4.2 Расчет фрезы	36
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно- техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	40
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	42
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	44
6 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.....	50
Список используемой литературы.....	51
Приложение А. Маршрутные карты.....	54

Введение

Машиностроение является одним из основных приоритетных направлений развития промышленности современной России, обозначенных правительством страны.

Станочные приспособления играют очень важную роль на машиностроительных предприятиях. Они расширяют возможности основного оборудования и способствуют увеличению производительности труда станочников при работе на этом оборудовании.

Универсальные делительные головки широко используются при работах на фрезерных станках. Они предназначены для периодического или постоянного поворота заготовки на определенный угол. Это дает возможность станочнику фрезеровать различные канавки под нужными углами, фрезеровать стружечные канавки на осевых инструментах и так далее. Универсальные делительные головки могут быть использованы на расточных и сверлильных станках для различных сверлильных и разметочных операций.

Универсальные делительные головки могут иметь механизированный привод для поворота заготовки, закрепленной в патроне, либо ручной привод. УДГ могут иметь лимб, по которому измеряют углы поворота заготовки и разбивают окружность на равное или неравное количество углов.

Так в приводе универсальной делительной головки имеется вал-шестерня, при помощи которой от рукоятки УДГ воспринимается вращательное движение оператора и приводится во вращение шпиндель, на котором закреплен патрон и обрабатываемая заготовка. Вал-шестерня имеет важное значение. От качества ее изготовления зависит точность работы универсальной делительной головки и точность обработанной заготовки, закрепляемой в это станочное приспособление.

Целью данной работы является разработка техпроцесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки заданного качества.

1 Анализ исходных данных

«На универсально-фрезерных станках выполняется обработка заготовок, на которых необходимо фрезеровать канавки, пазы, зубья и так далее при их взаимном расположении под разными углами. Это применяется при изготовлении многогранников, зубчатых колес, фрез, зенкеров, разверток. Для выполнения указанных работ на фрезерном станке, кроме собственно фрезерования, необходимо осуществлять еще деление окружности детали на определенное число частей». [1]

«Делительные операции на фрезерном станке осуществляют посредством делительной головки. Широко применяются универсальные оптические головки с ЧПУ. Однако наибольшее распространение имеют универсальные делительные головки (УДГ), которые могут быть использованы для непосредственного, простого дифференциального деления и нарезания винтовых канавок». [1]

«На рисунке 1 представлена универсальная делительная головка, которая состоит из следующих основных частей. На чугунном основании 4 установлен корпус 3. В корпусе расположен шпиндель со сквозным отверстием. Его концы расточены на конус Морзе, а один из них вставлен центр 2. К делительному диску 1 прижат раздвижной сектор, состоящий из линеек и зажимного винта, с помощью которого линейки устанавливают под требуемым углом. Пружинная шайба предотвращает самопроизвольный поворот сектора. Поворот шпинделя осуществляется с помощью рукоятки 5». [1]

«Универсальная делительная головка (УДГ) может быть использована:

- для фиксации заготовки в различных положениях относительно стола станка;
- для деления на равные и неравные части обрабатываемой заготовки;
- для непрерывного вращения заготовки при фрезеровании винтовых канавок». [1]

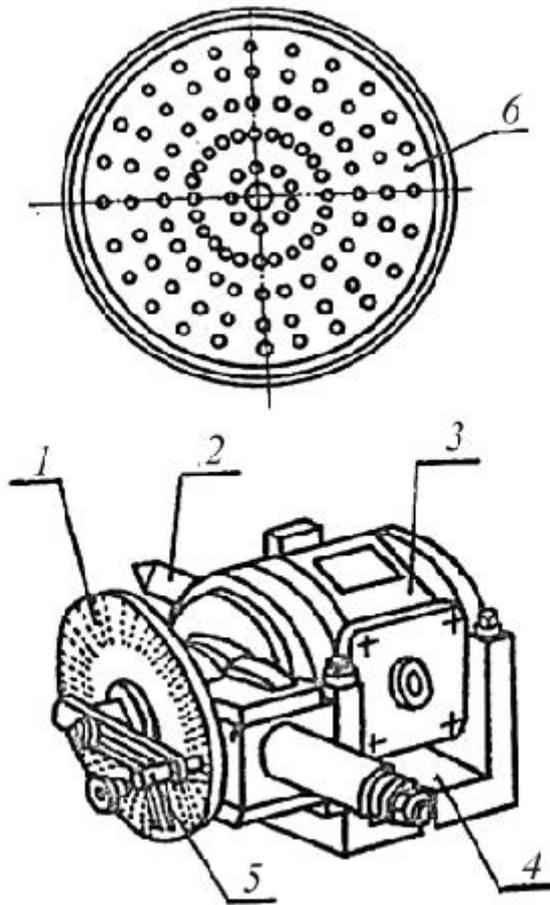


Рисунок 1 - Универсальная делительная головка

«Универсальная делительная головка позволяет осуществлять деление непосредственным, простым и дифференциальным способом». [1]

«Делительная головка применяется при изготовлении различных инструментов (разверток, зенкеров, метчиков, фрез и др.), фрезеровании пазов и шлицев на торцах (зубчатые муфты), фрезеровании зубчатых колес и других фасонных деталей». [1]

«Делительные головки бывают следующих видов:

- лимбовые с делительными дисками (непосредственного деления, простого деления, полууниверсальные, универсальные);
- безлиimbusые;
- оптические». [1]

1.1 Назначение и условия работы детали

В приводе универсальной делительной головки имеется вал-шестерня, при помощи которой от рукоятки УДГ воспринимается вращательное движение оператора и приводится во вращение шпиндель, на котором закреплен патрон и обрабатываемая заготовка. Вал-шестерня имеет важное значение. От качества ее изготовления зависит точность работы универсальной делительной головки и точность обработанной заготовки, закрепляемой в это станочное приспособление.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей вала-шестерни универсальной делительной головки пронумеруем каждую из ее поверхностей и представим это на рисунке 2.

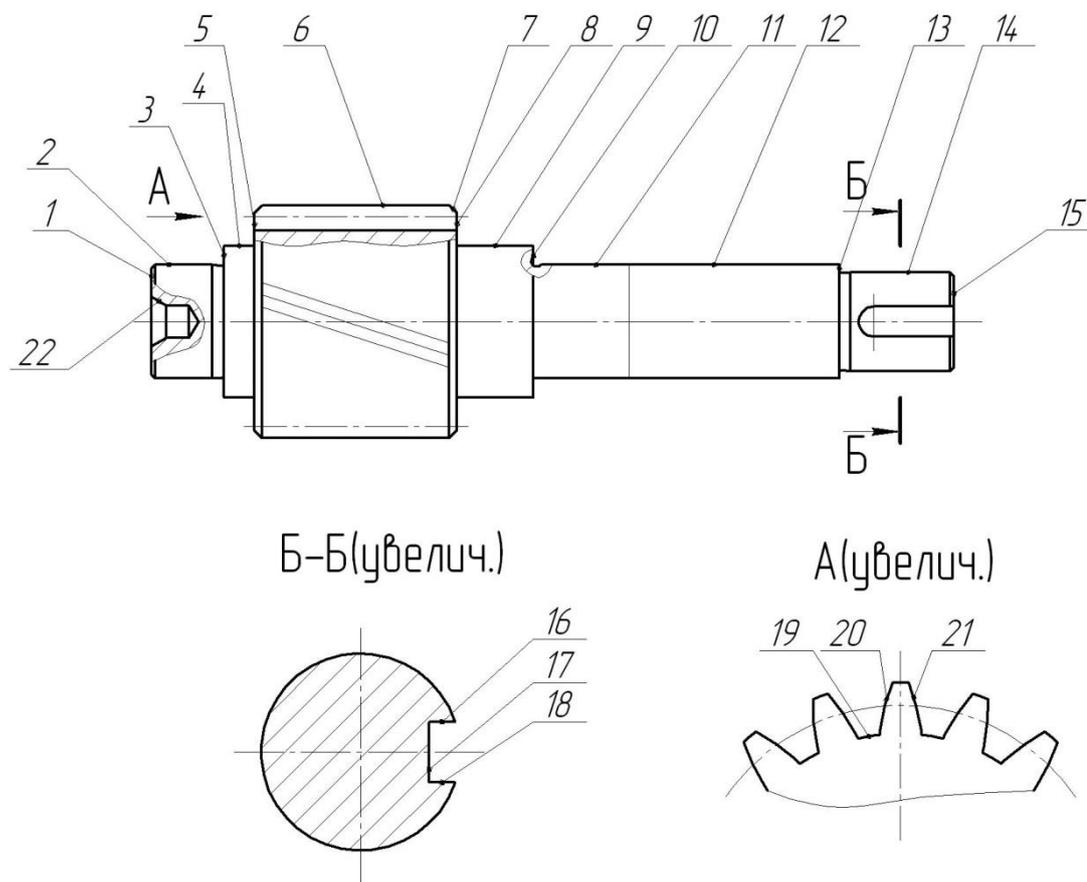


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями вала-шестерни универсальной делительной головки являются боковые стенки шпоночного паза 16 и 18, а также эвольвентные поверхности зубьев 20 и 21.

Основными конструкторскими базами вала-шестерни универсальной делительной головки являются цилиндрические наружные поверхности 2 и 11, а также торцовая поверхность 10.

Вспомогательными конструкторскими базами вала-шестерни универсальной делительной головки являются торцовая наружная поверхность 3 и цилиндрическая наружная поверхность для установки поворотной ручки 14 УДГ.

Оставшиеся поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом вала-шестерни универсальной делительной головки является сталь 35 ГОСТ 1050-2013 [5], которая содержит около 0,35% углерода (С). Остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 35 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 35

δ_5	σ_b	НВ	ψ
%	МПа	не более	%
20	530	187	45

«Углеродистые стали – это наиболее дешевые стали, которые преимущественно используются для изготовления различных строительных металлоконструкций. По обрабатываемости резанием и давлением они превосходят легированные стали. Однако эти стали менее технологичны, чем легированные, при термической обработке. Высокая критическая скорость закалки требует охлаждения этих сталей в воде, что вызывает значительные деформации деталей». [23]

«Углеродистые качественные и высококачественные стали характеризуются более низким, чем у сталей обыкновенного качества, содержанием вредных примесей и неметаллических включений. По назначению они могут быть конструкционными и инструментальными». [23]

«Конструкционные качественные стали маркируются двузначными числами: 08, 10, 15, 25, 30-60, обозначающие среднее содержание углерода в сотых долях процента». [23]

«Так, сталь 08 содержит 0,08% углерода, а сталь 60 – 0,60% углерода. В высококачественных конструкционных сталях после марки ставят букву А, например сталь 25А, сталь 50А и так далее». [23]

«В зависимости от содержания углерода конструкционные стали подразделяют на четыре подгруппы (рисунок 3)». [23]

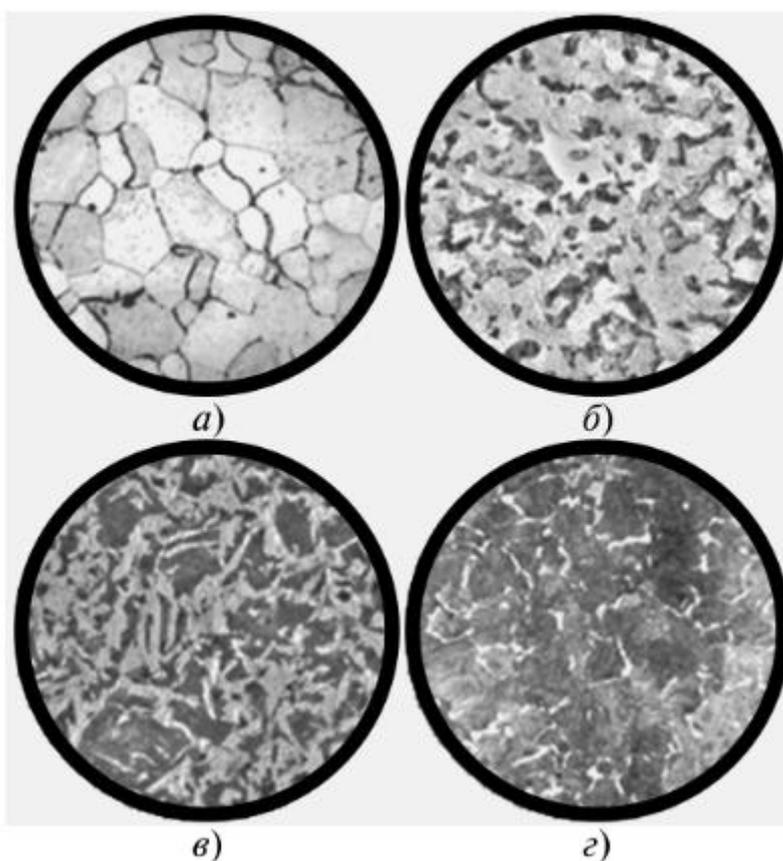


Рисунок 3 – Микроструктуры углеродистых качественных сталей

«1. Малопрочные и высокопластичные стали (рисунок 3а) 08, 10. Их применяют для холодной штамповки различных изделий (шайбы, прокладки, кожухи и другие детали, изготавливаемые холодной деформацией)». [23]

«2. Цементируемые стали (рисунок 3б) 15, 20, 25. Из них изготавливают детали с высокой твердостью и износостойкостью поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины. Поверхностный слой после химико-термической обработки упрочняют неполной закалкой в воде и низким отпуском. Стали применяют для изготовления кулачков, толкателей, малонагруженных зубчатых колес». [23]

«3. Среднеуглеродистые стали (рисунок 3в) 30, 35, 40, 45 отличаются большой прочностью, но меньшей пластичностью по сравнению с низкоуглеродистыми. Их применяют после полной закалки и высокого отпуска (улучшение), при этом достигаются высокие показатели ударной вязкости, пластичности и малая чувствительность к концентраторам напряжений». [23]

«4. Рессорно-пружинные – стали (рисунок 3г) 50, 55, 60, 65 после закалки и среднего отпуска (420-520°С) приобретают структуру троостита отпуска и имеют высокие пределы упругости, выносливости и релаксационную стойкость». [23]

Конструкция вала-шестерни универсальной делительной головки довольно простая. Форма вала-шестерни универсальной делительной головки в основном состоит из цилиндрических и торцовых поверхностей, за исключением зубчатого венца и шпоночной канавки. Все поверхности доступны для проведения обработки и контроля. Имеются три канавки для выхода режущего инструмента. Для проведения механической обработки преимущественно в центрах выполнены центровые отверстия. Значит, делаем вывод о достаточной технологичности конструкции вала-шестерни универсальной делительной головки.

2 Технологическая часть

«Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. В машиностроении различают технологические процессы изготовления исходных заготовок (литье, ковка, сварка и другие), их термообработки, механической (или другой) обработки, покрытий, сборки узлов и изделий, контроля и прочее». [25]

«В общем случае технологически процесс – это часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства и их контроль. Технологический процесс механической обработки предусматривает последовательное изменение состояния исходной заготовки: ее геометрических форм, размеров и качества поверхностей до получения готовой детали (изделия), соответствующей предъявляемым к ней требованиям». [25]

2.1 Определение типа производства

«Тип производства – классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В зависимости от сочетания указанных признаков (показателей) современные производства подразделяют на следующие типы: массовое, серийное и единичное». [25]

«Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени». [25]

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых и ремонтируемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска». [25]

«В зависимости от количество изделий в серии или партии, их массы и размеров различают крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное производство». [25]

«Едиичное производство характеризуется широтой номенклатуры изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом выпуска изделий». [25]

Для нашего случая при определении типа машиностроительного производства будем ориентироваться на два основных показателя, это годовая программа выпуска $N = 5000$ деталей в год, а также масса детали $m = 1,9$ кг. По этим показателя принимаем среднесерийное производство.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Серийно изготавливают металлорежущие станки, гидротурбины, катера, насосы, самолеты, и многие другие изделия, общий объем которых составляет 70-80% всей продукции машиностроения. Количество изделий в серии и деталей в партии может быть различным. Объем выпуска изделий на предприятиях серийного типа колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий». [25]

«В механосборочных цехах серийного производства наряду с универсальным (стандартным) оборудованием, приспособлениями и инструментом применяются специализированные и специальные средства технологического оснащения. Широко используются автоматы и полуавтоматы, агрегатные станки, станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, а также гибкие производственные автоматизированные системы из станков с ЧПУ, управляемые от ЭВМ и позволяющие легко перестраиваться на обработку очередной партии деталей других типоразмеров или другой конфигурации. Предусматривают переналаживаемые автоматические линии из станков различного типа с учетом возможности обработки разных деталей». [25]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, рассчитать размеры, назначить припуски на обработку каждой поверхности и указать допуски на неточность изготовления». [21]

«На выбор способа получения заготовок влияют следующие факторы:

- технологическая характеристика материала, его свойства, определяющие возможность применения литья, пластической деформации, порошковой металлургии, сварки;

- конструктивная форма поверхностей и размеры детали, ее масса;

- наличие технологического оборудования, технические возможности заготовительных цехов предприятия или возможность получения «прогрессивных» заготовок от специализированных предприятий;

- суммарная себестоимость получения заготовки, изготовления из нее детали, сборки, транспортировки и эксплуатации изделия». [21]

«При выборе заготовки необходимо решить следующие задачи:

- установить способ получения заготовки;

- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;

- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;

- разработать чертеж заготовки». [21]

«Выбор заготовки можно достаточно достоверно оценить по коэффициенту использования материала, который представляет собой отношение массы детали к массе заготовки. При этом учитываются следующие рекомендации: в массовом производстве $K_{ИМ} \geq 0,85$; в серийном производстве $K_{ИМ} \geq 0,5..0,6$ ». [21]

В нашем случае рациональнее всего заготовку для изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки можно получить двумя способами, а именно штамповкой или прокатом. При этом достигается

необходимая форма. При штамповке [9] масса заготовки будет $m = 2,81$ кг, а при прокате [7] $m = 5,83$ кг. Далее выполним технико-экономический расчет этих двух вариантов.

«Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке (руб./кг)

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$ ». [16]

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

«Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой (руб.)

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

где $C_{\text{ум}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [16]

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

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой (руб.)

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

где $Q_{\text{ум}} = 2,81; q = 1,9; C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [16]

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 2,81 + 0,6578(2,81 - 1,9) - (2,81 - 1,9)0,0144 = 1,9918$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом (руб.)

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

где $Q_{\text{пр}} = 5,83; q = 1,9; C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [16]

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 5,83 + 0,6578(5,83 - 1,9) - 0,0144(5,83 - 1,9) = 3,2392 \text{ руб.}$$

В результате технико-экономического обоснования дешевле себестоимость оказалась у заготовки-штамповки, поэтому далее будем рассматривать этот вариант получения заготовки.

«Определим коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3} \text{». [16] \tag{5}}$$

$$K_{им} = \frac{1,9}{2,81} = 0,68.$$

Значение $K_{им}$ соответствует среднесерийному типу производства.

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«При выборе метода обработки поверхности исходят из его технологических возможностей: обеспечения точности и качества поверхности; величины снимаемого припуска; времени обработки в соответствии с заданной производительностью». [17]

«Обработка каждой поверхности детали представляет собой совокупность методов обработки, выполняемых в определенной последовательности. Последовательность устанавливается на основе требований рабочего чертежа детали и исходной заготовки:

- заданные точность и качество поверхностей позволяют выбрать методы (один или несколько) их окончательной обработки;
- вид исходной заготовки определяет методы начальной обработки;

- методы окончательной и начальной обработки позволяют выбрать промежуточные методы. Каждый метод окончательной обработки требует определенного набора методов предшествующих;

- вид заданной термической обработки определяет ее место в последовательности обработки поверхности». [17]

Поверхность 1 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих параметров необходима следующая последовательность механической обработки: центровально-подрезная обработка.

Поверхность 2 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,8; точность поверхности IT 6. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение; черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 3 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 4 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 5 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 6 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 9. Форма поверхности цилиндрическая

наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 7 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности коническая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 8 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 9 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 10 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 11 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,8; точность поверхности IT 6. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение; черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 12 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем

следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 13 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 14 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 1,6; точность поверхности IT 6. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение; черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 15 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: центrovально-подрезная обработка.

Поверхность 16 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 2,5; точность поверхности IT 9. Форма поверхности плоская внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: шпоночно-фрезерная.

Поверхность 17 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: шпоночно-фрезерная.

Поверхность 18 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 2,5; точность поверхности IT 9. Форма поверхности плоская внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: шпоночно-фрезерная.

Поверхность 19 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 5,0; точность поверхности IT 11. Форма поверхности цилиндрическая

внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: зубофрезерная.

Поверхность 20 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 1,6; точность поверхности IT 8. Форма поверхности эвольвентная наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: зубофрезерная, зубошлифовальная.

Поверхность 21 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 1,6; точность поверхности IT 8. Форма поверхности эвольвентная наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: зубофрезерная, зубошлифовальная.

Поверхность 22 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,8; точность поверхности IT 8. Форма поверхности коническая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: центровально-подрезная, центрошлифовальная обработка.

2.5 Определение припусков

«Припуски на механическую обработку определяются нормативно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам следует производить после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода изготовления заготовки». [17]

«Для определения заготовки припуск определяется для наиболее точных поверхностей заготовки, расположенных по двум-трем координатам. При этом эта расчетная поверхность должна выполняться при изготовлении заготовки». [17]

«Для вычисления операционных припусков необходимо знать весь состав переходов, параметры качества поверхностного слоя по переходам: среднеарифметическая высота профиля микронеровностей, толщина дефектного слоя, погрешности формы и расположения заготовки в переходах и погрешности установки заготовки в переходах». [17]

«Перед началом расчета припусков необходимо выполнить эскиз заготовки с назначенными номинальными размерами, предельными отклонениями, припусками и допусками». [17]

«Припуск на механическую обработку – слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых по чертежу формы и размеров детали. Припуски назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки». [17]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 11 с параметрами качества $\varnothing 30m6^{(+0,021}_{+0,008)}$ мм, $L = 22$ мм, $Ra = 0,8$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \text{ ». [22] } \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,8 = 0,200.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,210 = 0,053.$$

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

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,021 = 0,005.$$

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

«Максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \rangle. [22] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,200^2 + 0,025^2} = 0,602.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,0053^2 + 0} = 0,253.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,005^2 + 0} = 0,055.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,602 + 0,5(0,80 + 0,21) = 1,107.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,210 + 0,052) = 0,384.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,021) = 0,122.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,055 + 0,5(0,021 + 0,013) = 0,072.$$

«Значения размеров на каждом переходе (мм)». [22]

$$d_{4\min} = 30,008.$$

$$d_{4\max} = 30,021.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 30,021 + 2 \cdot 0,055 = 30,131.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 30,131 + 0,013 = 30,144.$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 30,144 + 2 \cdot 0,121 = 30,426.$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 30,426 + 0,084 = 30,510.$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} \cdot 0,999 = 30,510 \cdot 0,999 = 30,479.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 30,479 + 0,052 = 30,531.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 30,531 + 2 \cdot 0,253 = 31,037.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 31,037 + 0,210 = 31,247.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 31,247 + 2 \cdot 0,602 = 32,451.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 32,451 + 0,800 = 33,251.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{imax} + d_{imin}) \rangle\rangle. [22] \quad (9)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(33,251 + 32,451) = 32,851.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1max} + d_{1min}) = 0,5(31,247 + 31,037) = 31,142.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2max} + d_{2min}) = 0,5(30,531 + 30,479) = 30,505.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TOmax} + d_{TOmin}) = 0,5(30,510 + 30,426) = 30,468.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(30,144 + 30,131) = 30,138.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(30,021 + 30,008) = 30,015.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{min} = d_{4min} - d_{0max} \rangle\rangle. [22] \quad (10)$$

$$2Z_{min} = 32,451 - 30,021 = 2,430.$$

$$\langle\langle 2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4 \rangle\rangle. [22] \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 2,430 + 0,800 + 0,013 = 3,243.$$

$$\langle\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{min} + 2Z_{max}) \rangle\rangle. [22] \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,243 + 2,430) = 2,837.$$

В результате расчета припусков мы определили припуски при обработке поверхности 11, что будем использовать при проектировании

операций и расчете режимов обработки этой поверхности. Остальные припуски определим табличным способом.

2.6 Определение режимов резания

«Повышение эффективности металлообработки является одним из основных направлений развития современного машиностроения. По мере прогресса техники, с одной стороны, непрерывно улучшаются эксплуатационные характеристики материалов и, с другой, - повышается производительность и экономичность их обработки. Последнее, как правило, обеспечивается назначением наивыгоднейших режимов резания». [14]

«Под наивыгоднейшими режимами резания понимают такое сочетание глубины резания t , подачи S и скорости резания V , при которых в данных условиях производства обеспечивается максимальная производительность обработки». [14]

«В настоящее время широкое промышленное применение в механообработке нашли инструменты с многогранными неперетачиваемыми пластинами МНП (резцы, торцевые фрезы, сверла и другие), с нанесенными на них различными износостойкими покрытиями, которые позволяют значительно повысить стойкость и надежность режущих инструментов, увеличить производительность обработки деталей резанием и улучшить качество поверхностного слоя обработанных деталей. Кроме того, при механической обработке инструментами, особенно из быстрорежущих сталей, а их изготавливают около 70%, рекомендуется применять смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), так как рациональное применение СОТС позволяет примерно от 1,5 до 4 раз повысить стойкость инструмента и примерно на 20-60% форсировать режимы резания и уменьшить энергозатраты при механообработке. Применение современных эффективных СОТС позволяет резко увеличить качество обработки, а также в полной мере использовать широкие возможности современного

высокопроизводительного оборудования при обработке труднообрабатываемых материалов». [14]

2.6.1 Определение режимов резания на операцию.

Глубина резания $t = 2,5$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 180$ ». [20]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [20] \quad (14)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 66,3} = 864,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [20] \quad (15)}$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 66,3 \cdot 500}{1000} = 104,1 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [20] \quad (16)}$$

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

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{». [20] \quad (17)}$$

$$T_0 = \frac{151}{240} = 0,63 \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов резания на операцию 020.

Переход 1.

Глубина резания $t = 1,0$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 29} = 1976,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29 \cdot 1600}{1000} = 145,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{480} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,5$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 25,5} = 2248,0 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25,5 \cdot 2000}{1000} = 160,1 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 2000 = 600 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{600} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,5$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 61,85} = 924,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61,85 \cdot 800}{1000} = 155,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{151}{160} = 0,94 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{oi} = 0,01 + 0,01 + 0,94 = 0,96 \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов резания на операцию 030.

«Обрабатываемость материалов – одно из важнейших их технологических свойств. Понятие обрабатываемость охватывает несколько технологических свойств материала, характеризующих его влияние на различные стороны процесса резания». [14]

Глубина резания $t = 4,0$ мм. Число проходов $z = 1$. [20]

Подача $S_z = 0,025$ мм/зуб. [20]

«Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (18)$$

где z – количество зубьев фрезы». [20]

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10, \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания

$$V = \frac{C_v D^q K_v}{T^m t^x S_0^y}, \quad (19)$$

где D – диаметр фрезы;

C_v – постоянный коэффициент;

q, m, x, y – показатели степени». [20]

«Коэффициент

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV} \quad (20)$$

$$K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 1,0; K_{LV} = 1,0. \quad [20]$$

$$K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$D = 8; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30. \quad [20]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 40,8 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40,8}{3,14 \cdot 8} = 1624, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1600}{1000} = 40,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1600 = 160, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S} \gg. \quad [20] \quad (21)$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 25}{160} = 0,16 \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы резания на токарную и шпоночно-фрезерную операции технологического процесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки используем для проектирования технологических наладок, представленных в графической части работы, а также для заполнения технологической документации, представленной в приложении.

3 Проектирование приспособления

«Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. Приспособления в машиностроении – это вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, контроля и сборки». [2]

«Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить точность обработки, снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать станочное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции». [2]

«Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпа технологического процесса в эпоху технологической революции, требует создания конструкций и систем приспособлений, методов их расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства». [2]

«В серийном производстве необходимо использовать специализированные, быстроналаживаемые и обратимые системы приспособлений. В мелкосерийном и единичном производствах все более широко применяют систему универсально-сборных приспособлений». [2]

«Ряд принципиально новых требований, предъявляемых к приспособлениям, определен расширением парка станков с ЧПУ, переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки. Изучение закономерностей влияния приспособления на точность и производительность выполняемых операций позволяет проектировать приспособления, интенсифицирующие производство». [2]

«Проводимая работа по унификации и стандартизации элементов приспособления создает основу для автоматизированного проектирования приспособления с использованием компьютеров, графопостроителей и цветных графических плоттеров». [2]

3.1 Исходные данные

На токарной чистовой операции 020 техпроцесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки проводят обработку наружных цилиндрических и торцовых поверхностей, а также обрабатывают канавки и фаски. Эскиз операции представлен на рисунке 4.

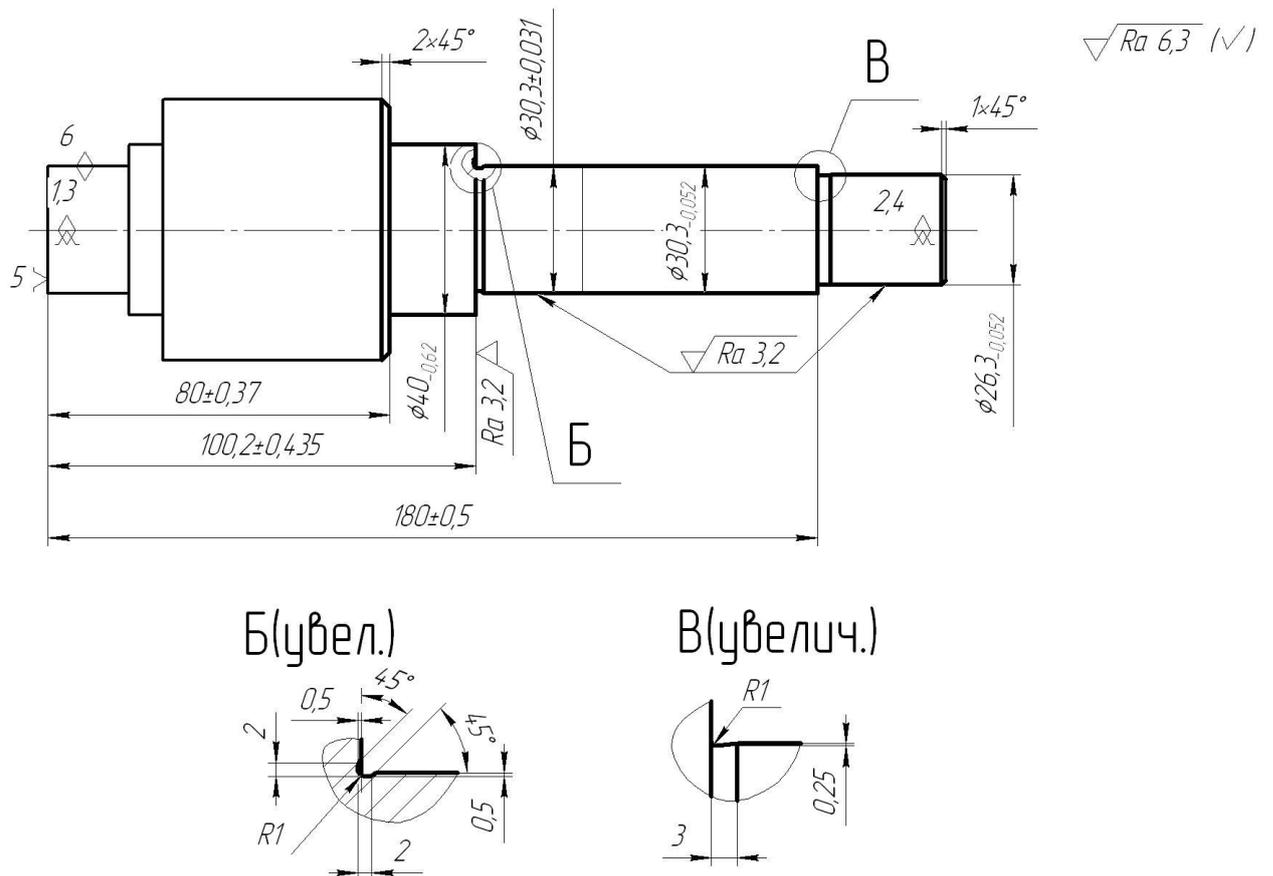


Рисунок 4 – Эскиз операции 020

Это раздел работы направлен на разработку такого станочного приспособления, которое бы позволяло снизить трудозатраты оператора станка при закреплении и снятии заготовки на операции.

3.2 Силовой расчет

Рассчитаем составляющие силы резания

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

где $C_{p,n,x,y}$ – коэффициенты и показатели степеней, учитывающие конкретные условия обработки;

V – скорость резания;

t – глубина резания;

S – подача;

K_p – коэффициент учитывающий условия обработки». [24]

$$K_{pz} = K_{mp} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,612 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,622.$$

$$K_{py} = K_{mp} \cdot K_{ypy} \cdot K_{py} \cdot K_{npy} = 0,612 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 0,845.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 155,7^{-0,15} \cdot 0,622 = 78,52, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 155,7^{-0,3} \cdot 0,845 = 58,18, \text{ Н.}$$

«Центробежная сила равна

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

С другой стороны она определяется как

$$\langle P_{ц} = \frac{m \cdot v^2}{R}, \quad (24)$$

где m – масса груза;

ω – угловая скорость вращаемого груза относительно оси шпинделя;

R – расстояние от центра тяжести груза до оси вращения патрона;

v – линейная скорость вращения центра тяжести груза». [24]

«Угловая скорость

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (25)$$

где n – частота вращения шпинделя». [24]

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 800}{30} = 83,7 \text{ рад/с.}$$

$$P_{\text{ц}} = 1,9 \cdot 83,7^2 \cdot 0,055 = 7321 \text{ Н.}$$

«Сила зажима определяется, как

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

Z – число кулачков патрона». [24]

$$W = 7321 \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ = 1268 \text{ Н.}$$

«Крутящий момент

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} \text{ ». [24] \quad (27)}$$

$$M_p = \frac{78,52 \cdot 61,85}{2} = 2428,2$$

«Момент силы зажима

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}, \quad (28)$$

где f – коэффициент трения на рабочие поверхности сменного кулачка». [24]

$$f = 0,3. \text{ [24]}$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 78,52 \cdot 61,85}{0,3 \cdot 30,7} = 949,1 \text{ Н.}$$

Сила, прикладываемая к кулачкам, немного увеличивается

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)}. \quad (29)$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{949,1}{1 - \left(\frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 124,5 \text{ Н.}$$

«Осевая сила зажима

$$Q = \frac{M}{n \cdot r_{\max} \cdot \sin \left(\theta + \frac{4r_0 \cdot \mu}{\pi \cdot r_{\min}} \right)}, \quad (30)$$

где r_{\max} – максимальный радиус зажатой кулачками детали;

θ – угол подъема профиля кулачка;

μ – коэффициент трения на тыльной упорной поверхности кулачка;

r_0 – радиус тыльной упорной поверхности кулачка». [24]

$$r_{\max} = 0,031; \theta = 18^\circ; \mu = 0,15; r_0 = 0,025. \text{ [24]}$$

$$Q = \frac{2428,2}{800 \cdot 0,031 \cdot \sin \left(18 + \frac{4 \cdot 0,025 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,04} \right)} = 314,8 \text{ Н.}$$

Угол поворота кулачка при зажиме

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

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,031}{0,040} = 17,6^\circ.$$

Чертеж приспособления представлен в графической части.

4 Проектирование режущего инструмента

«Модернизация производства на ряде отечественных машиностроительных предприятий сопровождается внедрением современных высокопроизводительных обрабатывающих центров, которые позволяют не только обрабатывать сложные детали, но и совершенствовать машиностроительное производство, многократно увеличивать выпуск продукции и скорость обработки». [15]

«Обрабатывающие центры оснащают современным режущим и вспомогательным инструментом, что позволяет значительно повысить производительность. Однако использование одного и того же инструмента при обработке разных материалов может привести к снижению его работоспособности и стойкости». [15]

«Эффективное использование современного высокопроизводительного режущего инструмента можно только при условии учета особенностей станка, обрабатываемого материала, состояния технологической системы, конструктивных и геометрических параметров режущих инструментов. В противном случае инвестиции, направленные на модернизацию производства, не приводят к запланированному результату». [15]

«При выборе инструмента особое внимание следует уделять наличию каналов для подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания, износостойкому покрытию, материалу инструмента, геометрии. Правильно выбранный режущий и вспомогательный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование». [15]

«Затраты на модернизацию имеют смысл лишь тогда, когда приведут к такому совершенствованию производства, что в последующие годы не только окупятся, но и начнут приносить прибыль». [15]

«Для станков с автоматической заменой инструмента на первом плане стоит жесткость и надежность, точность позиционирования, гибкость, простота обслуживания и хранения». [15]

4.1 Исходные данные

На 030 шпоночно-фрезерной операции техпроцесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки проводят обработку шпоночного паза, как показано на рисунке 5.

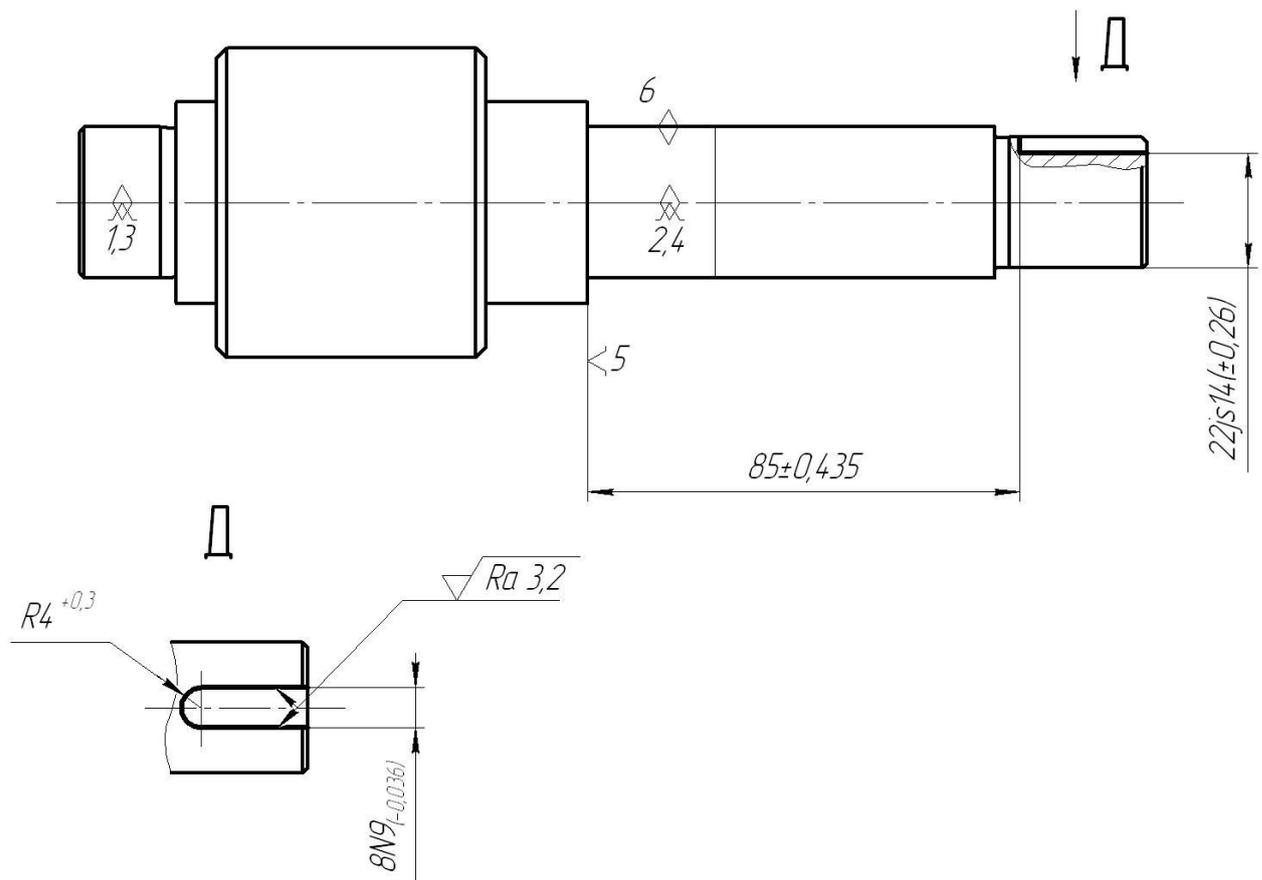


Рисунок 5 - Эскиз операции 030

В этому разделе спроектируем режущий инструмент для выполнения шпоночного паза вала-шестерни универсальной делительной головки.

4.1 Расчёт фрезы

Ширина шпоночного паза вала-шестерни универсальной делительной головки имеет размер $8N9_{(-0,036)}$, поэтому диаметр концевой фрезы для изготовления шпоночного паза примем $d = 8$ мм.

«Длина концевой фрезы

$$L = l_1 + l + l_2, \quad (32)$$

где l_1 – длина режущей части;

l – длина шейки;

l_2 – длина хвостовой части». [15]

Так как диаметр нашей концевой фрезы вкладывается в промежуток $d = 10..30$ мм, то длину режущей части будем рассчитывать по формуле

$$l_1 = 4 \cdot d. \quad (33)$$

$$l_1 = 4 \cdot 8 = 32 \text{ мм.}$$

«Длина шейки

$$l_2 = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right). \quad (34)$$

$$l_2 = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{8} + \frac{12}{8} \right) = 12,7 \text{ мм.}$$

$$l_2 = 12 \text{ мм.}$$

Для диаметра шейки существует следующий принцип: ее длина принимается равной диаметру концевой фрезы, поэтому $l = d = 8$ мм.

«Число зубьев концевых фрез

$$z = (0,1..1,3) \cdot d. \quad (35)$$

$$z = (0,1..1,3) \cdot 8 = 0,8..10,4$$

$$z = 4.$$

«Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют стружечную канавку с углом наклона $\omega = 30 \dots 45^\circ$ ». [15]

$$\text{Принимаем } \omega = 30^\circ.$$

«Для всех профилей на задней поверхности зубьев назначается ленточка f , наклон которой определяет величину заднего угла, $f = 0,2 \dots 2$ мм для зубьев с двухголовым профилем». [15]

$$\text{Принимаем } f = 1,5 \text{ мм.}$$

«Для фрез с крупным зубом рекомендуется двухголовая форма. Такая форма зуба получается путем двойного фрезерования. Сначала впадина фрезеруется угловой фрезой, а затем зуб срезается по спинке. В результате этого зуб по вершине оформляется под двумя углами: α – задний угол, α_1 – угол среза спинки. Угол среза спинки α_1 для концевых фрез выполняется в пределах $20^\circ - 30^\circ$ ». [15]

$$\text{Принимаем } \alpha_1 = 20^\circ.$$

«При обработке сталей передний угол γ назначается в пределах $15 - 30^\circ$ ». [15]

$$\text{Принимаем } \gamma = 15^\circ.$$

Чертеж режущего инструмента – концевой фрезы для обработки шпоночного паза вала-шестерни универсальной делительной головки представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии валов-шестерен универсальной делительной головки.

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технического оборудования, вызывающего в различной степени появление возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека (работника), а также возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, снижение производительности труда и нарушение здоровья. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, возникающих в том числе и из-за неправильной эксплуатации оборудования, промышленных зданий и сооружений, а также о возникновениях пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций. К экологическим рискам следует отнести образующиеся негативные факторы воздействия технического объекта на окружающую среду, включающие выбросы углекислого газа, токсические и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, выделения опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых веществ и материалов в виде отходов и брака производства, вынужденную выемку загрязненных грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покровов и так далее». [4]

В этом разделе проанализируем техпроцесс изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки на предмет безопасности, а также экологичности по сравнению с базовым техпроцессом, который имеется на предприятии.

5.1 Конструкторско-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В технологическом процессе изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки мы модернизируем две технологические операции: 020 токарную чистовую и 030 шпоночно-фрезерную. Материалом заготовки является сталь 35.

Токарная чистовая операция 020 проводится на токарном станке с ЧПУ модели СА500СФ3К. Заготовка устанавливается в приспособление, которым является токарный самозажимной поводковый патрон. Зажим заготовки происходит от вращения заготовки с помощью центробежных сил без участия оператора станка. За счет этого оператору токарного станка с ЧПУ облегчается работа. Инструментами являются три резца с режущими пластинами из твердого сплава Т15К6. Операция выполняется оператором станка с ЧПУ. На операции используется эмульсионная СОЖ (эмульсол) марки Делинол Е-120.

На токарной операции 020 первым в обработку вступает канавочный резец Т1, которым на валу-шестерне универсальной делительной головки выполняется плоская канавка, имеющая ширину 2 мм. Далее другим канавочным резцом Т2 выполняется другая канавка, имеющая ширину 3 мм. Завершает работу контурный резец Т3, который обрабатывает наибольшее количество поверхностей вала-шестерни универсальной делительной головки.

Шпоночно-фрезерная операция 030 проводится на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д. Заготовка в горизонтальном положении устанавливается в тиски гидрозажимные, имеющие призмы для возможности зажима по цилиндрическим поверхностям. Инструментом является концевая фреза из твердого сплава Т5К10. На операции используется эмульсионная СОЖ (эмульсол) марки Вексанол-3.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

На токарной операции техпроцесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели СА500СФ3К образуется стружка, которая собирается в специально отведенном накопителе. Опасным производственным фактором может быть порез кожного покрова оператора станка от острых кромок стружки при ее удалении из накопителя.

Другим опасным фактором на токарной операции может быть попадание образующейся стружки в глаза оператора станка.

Обе операции происходят на электроустановках – металлорежущих станках. В соответствии с правилами безопасности необходимо проведение электрозащиты, чтоб не произошло поражение станочников-операторов электрическим током.

Оператором может быть получена электротравма при следующих ситуациях:

- при прикосании одновременно к двум противоположно направленным источникам тока;
- при сближении на небезопасное расстояние с установкам, проводящим электрический ток;
- при касании с оборудованием или его частью, которое находится под напряжением.

Металлорежущие станки (токарный станок с ЧПУ модели СА500СФ3К и шпоночно-фрезерный станок модели 692Д) относятся к электроустановкам, работающим под напряжением до 1000 В.

«При работе с электроустановками возможно прикосновение операторов к токоведущим частям оборудования. Наиболее часто встречаются две схемы включения человека в электрическую сеть: двухфазная – присоединение человека к двум проводам, и однофазная – включение человека между проводом и землей». [19]

«Чаще на практике встречается однофазное включение человека в электрическую сеть. В этом случае ток поражения зависит от того, заземлена ли нейтраль источника тока или нет». [19]

На производстве могут возникнуть ситуации с обрывом электрических проводов или повреждении кабеля, находящегося на полу (земле). В этом случае происходит, так называемое, растекание электрического тока по горизонтальной поверхности (полу).

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для исключения поражения кожного покрова операторов станков от образующейся металлической стружки необходимо при выполнении работ по ее уборке, согласно ГОСТ 12840-2011 [6] использовать специальный инструмент – крючок. Это позволит безопасно удалять стружку с рабочего места и перемещать ее в специальный контейнер-сборник стружки для дальнейшей утилизации.

Для предотвращения попадания металлической стружки в глаза оператора станка необходимо, чтобы при работе оператор надевал защитные очки ГОСТ Р 12.4.013-97 [10]. При случайном вылете стружки из зоны обработки она в этом случае попадет не в глаз оператору станка, а в защитные очки.

Также для исключения попадания стружки в глаза оператора станка необходимо, чтобы при проведении обработки на станке было закрыто защитное ограждение, предусмотренное заводом-изготовителем станка.

«Для предупреждения об опасности поражения электрическим током используют различные звуковые, световые и цветовые сигнализаторы, устанавливаемые в зонах видимости и слышимости персонала. Кроме того, в конструкциях электроустановок предусмотрены блокировки – автоматические устройства, с помощью которых преграждается путь в опасную зону или предотвращаются неправильные, опасные для человека

действия. Блокировки могут быть механические (стопоры, защелки, фигурные вырезы), электрические или электромагнитные. Для информации персонала об опасности служат предупредительные плакаты». [19]

Для предотвращения поражения операторов станков статическим электричеством необходимо, чтобы от корпуса металлорежущего станка было выполнено защитное заземление. В этом случае статическое электричество не будет накапливаться, а будет уходить.

«Защитное заземление – это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые в обычном состоянии не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при случайном соединении их с токоведущими частями». [19]

Также оператор станка с ЧПУ при выполнении работ должен находиться на специальном резиновом коврике, которыми снабжаются все металлорежущие станки на предприятии.

Важным аспектом является рабочая форма операторов станков. Для исключения поражения случайно растекшимся по полу электрическим током операторы станков должны быть снабжены рабочей обувью, имеющей резиновую подошву.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

На участке по осуществлению техпроцесса изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки могут возникнуть пожары класса Е. Это пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением.

«К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

– пламя и искры;

- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)». [1]

«Для тушения пожара используют: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждения очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механическое сбивание пламени струей жидкости или газа; снижением скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы». [19]

Для локализации и избавления от образовавшегося пожара участок механической обработки вала-шестерни горизонтально-фрезерного станка необходимо оборудовать пожарными гидрантами ГОСТ Р 53961-2010 [11]. В пожарные гидранты подается под давлением вода, которой тушат пожар при его возникновении. Также участок должен быть оборудован огнетушителями ГОСТ 51057-2001 [8]. Эти средства также используются при возникновении возгорания.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

На техническом объекте, которым является у нас участок механической изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки, используются станки с ЧПУ. В станках широко используются смазочно-охлаждающие жидкости. Экологически вредным фактором на техническом объекте является попадание взвесей СОЖ в окружающую воздушную среду

цеха. Этот фактор возможно уменьшить при настройке вентиляции на каждом рабочем месте, которая регламентируется ГОСТ Р 59972-2021 [12].

«Для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ используют различные системы вентиляции». [19]

Также в процессе механической обработки металлических деталей, которой является вала-шестерни горизонтально-фрезерного станка, снимается металлическая стружка, которую необходимо в дальнейшем утилизировать.

«Экономический эффект использования металлоотходов в качестве вторсырья металлургической промышленности очевиден. 1 т чугуна или стального лома может сберечь народному хозяйству 3,5 т минерального сырья (2 т железной руды, 1 т кокса, 0,5 т известняка), при снижении удельного расхода энергии на 75-80% и воды на 40%. В итоге 1 т стали, выплавленной из отходов, примерно в 20 раз дешевле стали, полученной из руды. В то же время, помимо защиты литосферы, сокращается количество загрязняющих веществ в атмосферу и гидросферу на 75-80%». [3]

От переработки стружки, ее переплавки и дальнейшего использования в металлургии для изготовления заготовок получается довольно высокий экономический эффект.

В данном разделе мы предложили меры по обеспечению безопасности и экологичности участка механической обработки вала-шестерни универсальной делительной головки. В нем дали рекомендации по снижению производственного травматизма, а также по пожарной безопасности на участке и сделали рекомендации по снижению воздействия имеющегося промышленного производства в целом на экологию региона.

6 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касаются только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «вал-шестерня универсальной делительной головки». Результат принципиальной модернизации технологии и ее итог представлены на рисунке 6.

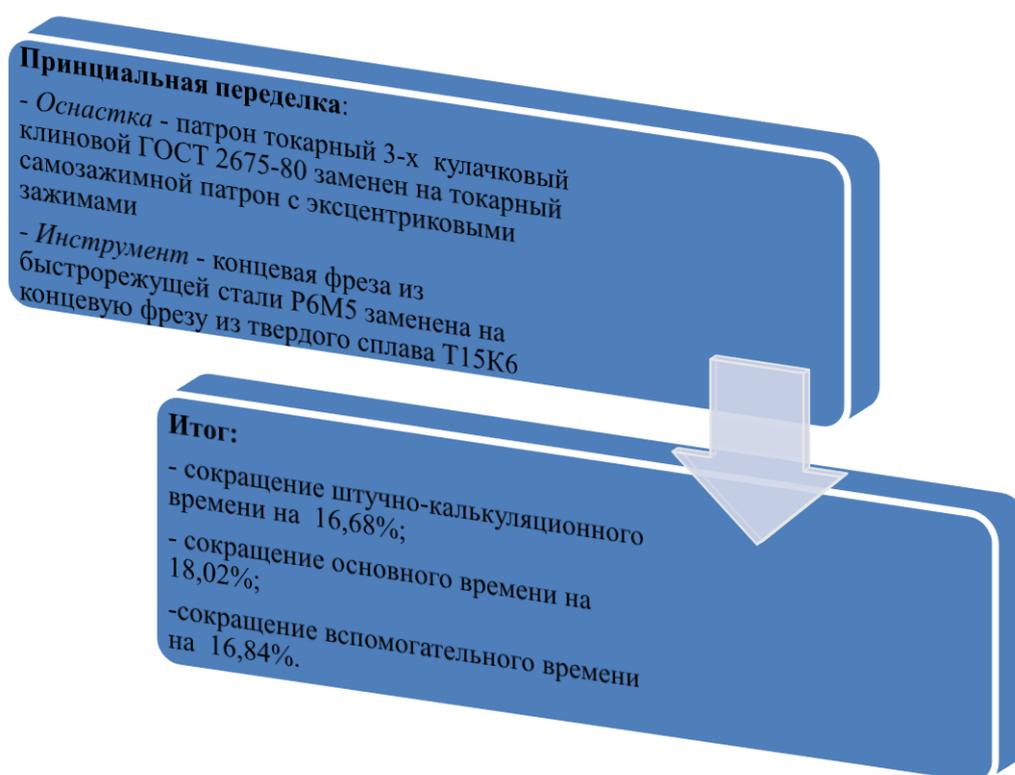


Рисунок 6 – Результат принципиальной модернизации технологии и ее итог

Сверху, на рисунке 6, представлены измененные оснастка и инструмент, которые предложено использовать вместо патрона токарного 3-х

кулачкового и концевой фрезы, соответственно. Снизу, итог по трудоемкости выполнения измененной операционной технологии изготовления детали «вал-шестерня универсальной делительной головки».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или, выражаясь научными терминами, необходимую сумму инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [18]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование (K_{IP}), оснастку (K_O), инструмент (K_{II}) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ИР}$)» [18]. Числовые значения перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Общая сумма инвестиций и входящих в нее затрат, руб.

Детализация рисунка 8, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является проектирование, его доля в общей сумме инвестиций составляет 72,35 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 3,45 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [13]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 8.

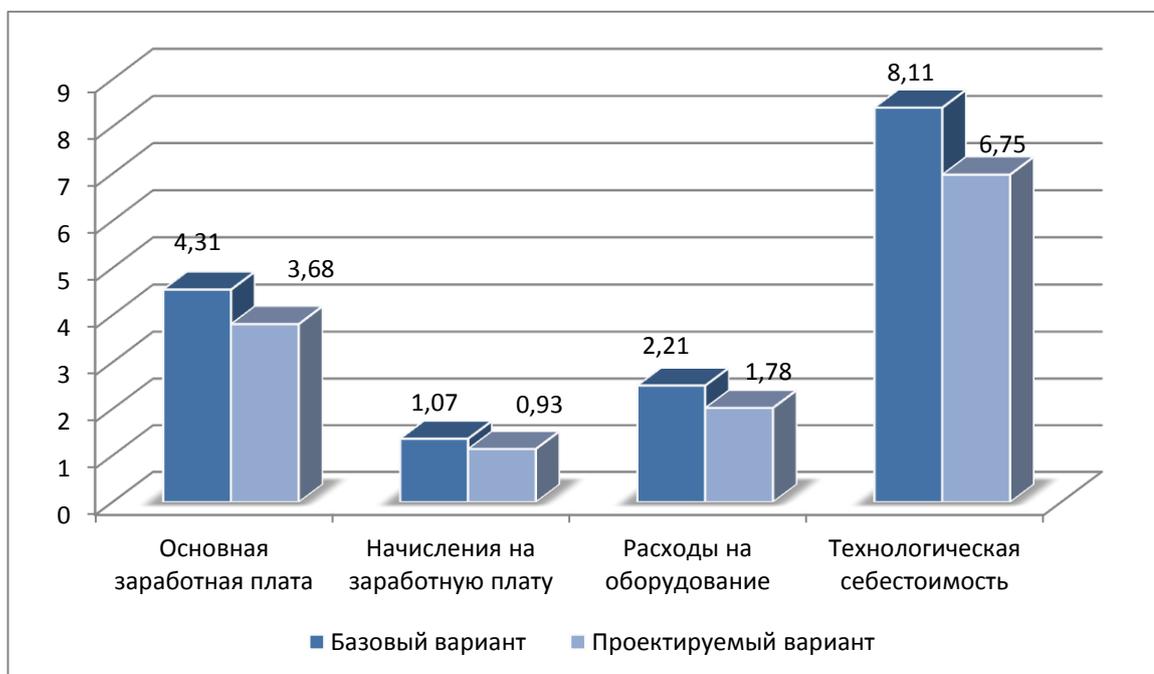


Рисунок 8 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 8), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 56% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «чистая прибыль, срок окупаемости, индекс доходности и интегральный экономический эффект» [13]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [13]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 9.

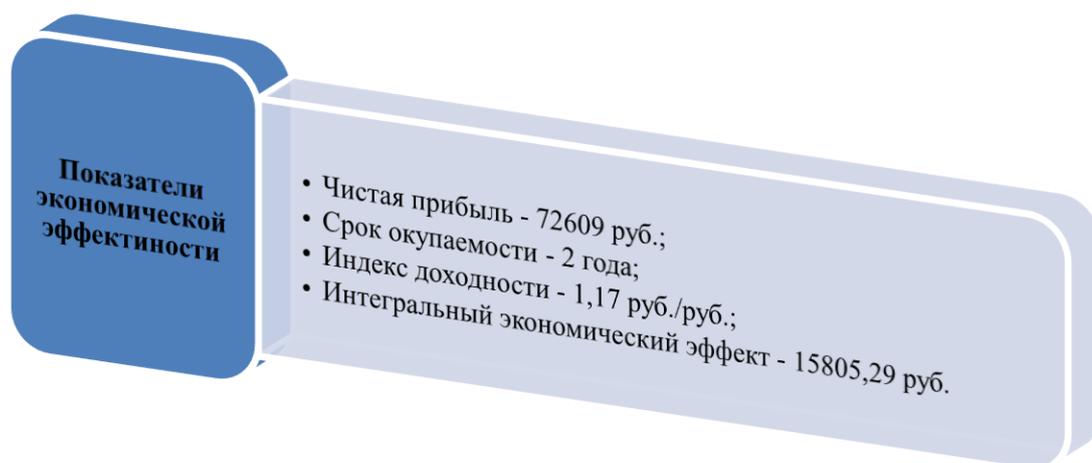


Рисунок 9 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «вал-шестерня универсальной делительной головки». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 15805,29 рублей.

Заключение

В работе спроектирован техпроцесс изготовления вала-шестерни универсальной делительной головки, согласно заданию.

В начале работы была проанализирована конструкция универсальной делительной головки, функции, выполняемые ею. Далее рассмотрена конструкция вала-шестерни, входящей в состав УДГ, выполнен анализ поверхностей детали. После проанализирована технологичность конструкции вала-шестерни универсальной делительной головки и рассмотрен материал, из которого она изготавливается.

В технологическом разделе выбран тип производства. Он выбирается в данном случае исходя из программы выпуска и массы детали. Далее рассчитан метод получения исходной заготовки. На самую точную поверхность детали выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. На модернизируемые в работе технологические операции выполнен расчет режимов обработки.

Третий раздел работы направлен на проектирование станочного приспособления токарного станка, используемого на 020 токарной операции. Это приспособление в базовом варианте техпроцесса необходимо было приводить вручную в движение для закрепления и разжима заготовки. Нами разработана конструкция самозажимного токарного патрона. Зажим заготовки происходит от вращения заготовки с помощью центробежных сил без участия оператора станка. За счет этого оператору токарного станка с ЧПУ облегчается работа и уменьшается операционное время, затрачиваемое на загрузку и выгрузку заготовки на станке, что дало экономический эффект.

Для обработки заготовки на шпоночно-фрезерной операции 030 разработана конструкция концевой фрезы.

Целесообразность модернизации базового техпроцесса подтверждает экономический расчет.

Список используемой литературы

1. Афанасенков М.А. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Металлорежущие станки : учебник для вузов / М.А. Афанасенков, Ю.М. Зубарев, Е.В. Моисеева; под редакцией Ю.М. Зубарева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 284 с.
2. Белозеров В.А. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие / В.А. Белозеров, Н.Н. Абрамова. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2008. – 112 с.
3. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие для вузов / А.Г. Ветошкин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 304 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.
5. ГОСТ 1050-2013.Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – 35 с.
6. ГОСТ 12840-2011. Токарные станки с ручным управлением, оснащенные и не оснащенные автоматизированной системой управления. – 59 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
8. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 45 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.

10. ГОСТ Р 12.4.013-97. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия. – 16 с.
11. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 19 с.
12. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. – 50 с.
13. Зубкова Н.В. Методические указания к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
14. Кишуров В.М. 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, 2022. – 216 с.
15. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – 5-е изд., стереотип. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 520 с.
16. 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.
17. Копылов Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 496 с.
18. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с.
19. Кривошеин Д.А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Горькова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 340 с.

20. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
21. Сизова Е.И. Технологические процессы производства заготовок. Ч. 1. Получение заготовок литьем и ковкой на молотах : практикум / Е.И. Сизова. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 144 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 756 с.
23. Черепяхин, А. А. Материаловедение : учебник / А.А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2025. — 336 с.
24. Шишкин В. П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 288 с.
25. Шрубченко И.В. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / И.В Шрубченко, Т.А. Дуюн, А.В. Хуртасенко, М.Н. Воронкова. – Москва : ИНФРА-М, 2023 – 271 с.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.													6		2									
			цех Уч.		РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа		КР		УТ	Р	Проф.	СМ		КП	КОИД	ЕН	ОП	Китп	Тпз.	Тшт.		
Б			Код, наименование оборудования			Код, наименование операции			Обозначение документа			КР		УТ	Р	Проф.	СМ	КП	КОИД	ЕН	ОП	Китп	Тпз.	Тшт.		
001 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.																										
A02 XX XX 015 4233 Токарная черновая с ЧПУ ИОТ.№ 63																										
B03 38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ мод СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 142 1																										
O04 Точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 30.7 \pm 0.125$; точить поверхность 3, выдерживая размер 191.5 ± 0.575 ; точить																										
O05 пов. 4, выдерж. размер $\varnothing 40.5-0.02$; точить пов. 5, выдерж. размер 335.3 ± 0.7 ; точить пов. 6, выдерживая размер $\varnothing 61.855-0.3$.																										
T06 396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571 – 71; 392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878 – 73;																										
T07 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.																										
A08 XX XX 020 4233 Токарная чистовая с ЧПУ ИОТ.№ 63																										
B09 38 1021 5 Токарный станок с ЧПУ мод СА500СФ3К 1 16045 322 1 1 142 1.																										
O10 Точить канавку, выдерживая размеры: 3; 0.25; R 1; 45°; точить канавку выдерживая размер 2; 0.5; R1; R0.5; 45°; точить																										
O11 поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 26.3-0.032$; точить поверхность 13, выдерживая размер 180 ± 0.5 ; точить поверхность 12,																										
O12 выдерживая размер $\varnothing 30.3-0.052$; точить поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 30.3 \pm 0.031$; точить поверхность 10, выдерживая																										
O13 размеры 100 ± 0.435 ; точить пов.9, выдерживая размер $\varnothing 40-0.062$; точить пов. 8, выдерж. разм. 80 ± 0.37 ; точить фаску $1 \times 45^\circ$ и $2 \times 45^\circ$.																										
T14 396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571 – 71; 392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878 – 73;																										
T15 392190 Резцы канавочные Р6М5 ГОСТ 18885 - 73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89;																										
T16 393410 Микрометр ГОСТ 5607 – 90.																										
МК																										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.													6	4
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа						Кшт	Тпз.	Тшт.		
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП				
T01	XXXXXX Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная зуборезная $m = 3\text{мм}$, ГОСТ 9324 – 80;															
T02	394300 Прибор для контроля параметров зубчатого венца ГОСТ 6507 – 81.															
A03	XX	XX	XX	040	5030	Термическая ИОТ.№ 47										
B04	313732 Установка индукционного нагрева															
O05	Закалить															
A06	XX	XX	XX	045	4143	Центрошлифовальная ИОТ.№ 76										
B07	38	1312	7	Центрошлифовальный станок 3К255В		1	19630	322	1	1	1	1	142	1		
O08	Шлифовать центровые отверстия (поверхность 22), выдерживая размер $60^{\circ} \pm 15'$.															
T09	397130 Круг 1 16' 20' 10' 24А М16 К6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Спец. шаблон; 394300 Прибор акт. контр. БВ-6060-УНВ															
A10	XX	XX	XX	050	4130	Торцевруглошлифовальная ЧПУ ИОТ.№ 76										
B11	38	1300	1	Торцевруглошлифовальн. ЧПУ ХШЧ-104Ф20		1	19630	322	1	1	1	1	142	1		
O12	Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\varnothing 30.1-0.0125$; шлифовать поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 26.1-0.021$;															
T13	шлифовать поверхность 10, выдерживая размер 100 ± 0.435 .															
T14	396110 Патрон поводковый; 397130 Шлифовальный круг 1 250' 40' 76 24А F40 К6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781-2007;															
T15	394630 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ- 40 ГОСТ 8517 – 80.															
МК																

