

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 привода шлеппера

Обучающийся	<u>Е.И. Кочетов</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.В. Сергеев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Сярдова О.М.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
	<u>Кривова М.А.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2025

Аннотация

Автор: Кочетов Егор Игоревич.

Группа: ТМбп-2001бс.

Тема: Технологический процесс изготовления вала привода шлеппера.

В работе спроектирован современный технологический процесс изготовления вала привода шлеппера.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь – вал привода шлеппера, выполнен анализ его поверхностей и выполнена их классификация. Согласно заданной годовой программы выпуска, выбран среднесерийный тип машиностроительного производства и обозначены его характеристики. Для производства заготовки проведено сравнение двух наиболее подходящих типов заготовок и выбрана штамповка. Далее проведены выбор методов обработки каждой поверхности, расчет припусков и расчет режимов резания.

Для базирования и закрепления заготовки на 020 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление –токарный патрон. Конструкцией этого приспособления предусмотрено, что оператор станка лишь подносит заготовку к патрону, а зажим и разжим ее осуществляется при помощи пневмосистемы.

Для обработки одного из шпоночных пазов нами спроектирована концевая фреза. Особенностью данного инструмента является то, что он изготовлен из твердого сплава Т15К6, вместо быстрорежущей стали, которая была инструментальным материалом в базовом варианте техпроцесса. За счет смены инструментального материала повысилась стойкость инструмента и снизилось время, связанное с заменой инструмента.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	8
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	10
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	17
2.5 Расчет припусков.....	19
2.6 Расчет режимов обработки.....	22
3 Проектирование приспособления.....	27
3.1 Исходные данные	28
3.2 Силовой расчет	29
4 Проектирование режущего инструмента.....	33
4.1 Исходные данные.....	35
4.2 Проектирование фрезы.....	35
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	42
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	38
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
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.....	45
Заключение.....	49
Список используемой литературы.....	50
Приложение А. Технологическая документация.....	53

Введение

Машиностроение является одним из ведущих направлений развития современной промышленности.

Важным звеном в технологическом обеспечении машиностроительных производств является технологический транспорт и инфраструктура цехов. От развития этих совокупностей объектов в машиностроительном производстве зависит производительность машиностроительного предприятия. А увеличение производительности труда является одной из самых актуальных задач, поставленных руководством страны перед производителями.

Технологический транспорт выполняет функции перемещения продуктов производства, средств технологического оснащения, отходов материалов из одной точки цеха в другую. От качества и удобства размещения этих объектов на производстве зависит производительность всего предприятия.

Шлеппер является составляющей прокатного стана. Этот механизм предназначен для перемещения продуктов проката в поперечном направлении.

Вал привода шлеппера предназначен для восприятия вращательного движения при помощи боковых поверхностей шпоночного паза и передачи вращения боковыми поверхностями шлицев. Эта деталь является ответственным звеном в приводе шлеппера. От качества ее изготовления зависит работоспособность всего прокатного стана и его производительность, а это связано с производительностью машиностроительного предприятия.

Целью данной работы является проектирование техпроцесса изготовления вала привода шлеппера с требуемым качеством и минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

«Прокатка – процесс пластической деформации слитка или заготовки между вращающимися валками с целью получения заданных форм, размеров и физико-механических свойств. Инструментом для прокатки могут служить плиты с возвратно-поступательным движением и сочетания плит с валками». [13]

«Прокатке подвергают более 80% всей выплавляемой стали и большую часть производимых цветных металлов и сплавов. Это наиболее массовый и производительный способ обработки давлением». [13]

«Применяют прокатку продольную и специальные виды прокатки (поперечно-винтовую, поперечную и поперечно-клиновую)». [13]

«При продольной прокатке (рисунок 1а) валки 1 вращаются в разные стороны, заготовка 2, получая поступательное движение, обжимается ими с уменьшением площади поперечного сечения и увеличением длины. Этим способом изготавливают около 90% всей катаной продукции – заготовки, сортовой прокат, листы, полосы и ленты». [13]

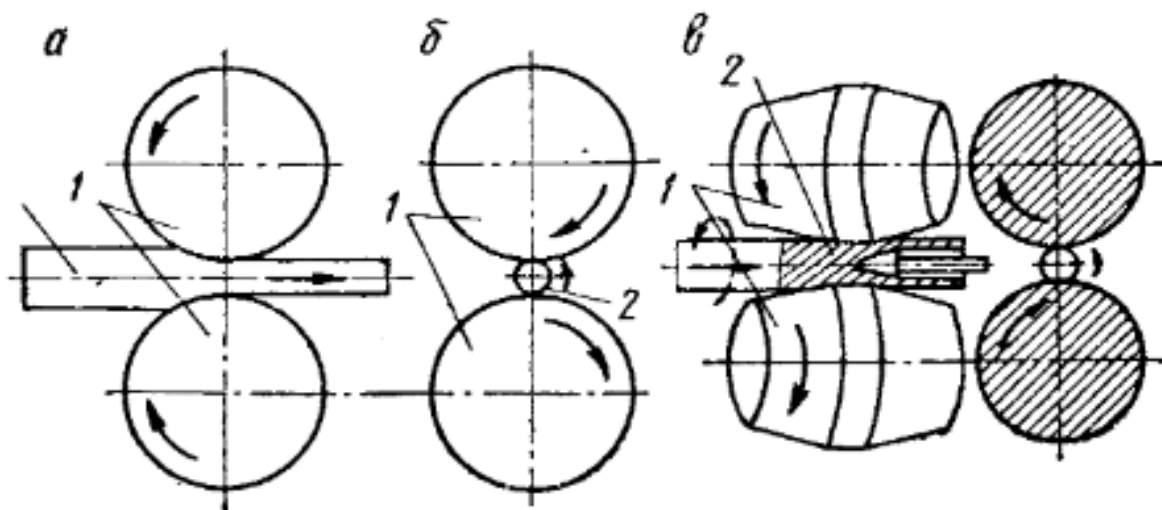


Рисунок 1 – Схемы прокатки

«При поперечной прокатке (рисунок 1б) валки 1 вращаются в одну сторону. Прокатываемая между ними заготовка 2, получая вращательное движение, деформируется в поперечном направлении. Этим способом получают, например, цилиндрические шестерни с накатанными зубьями, фасонные профили и другие изделия». [13]

«При поперечно-винтовой прокатке (рисунок 1в) валки 1 расположены под углом друг к другу и вращаются в одну сторону. Прокатываемая между ними заготовка 2, получая одновременно вращательное и поступательное движения, втягивается в зазор между валками и деформируется ими. Этот способ применяют при производстве бесшовных труб (когда заготовка прошивается прошивнем 3 на неподвижной оправке) и периодических профилей, то есть профилей с меняющимся по длине сечением». [13]

«На рисунке 2 показан прокатный стан для получения листового материала». [13]



Рисунок 2 – Прокатный стан

«Продукцию, получаемую прокаткой, называют прокатом». [13]

«Перечень выпускаемого проката с указанием профиля, размеров и допусков на них называют сортаментом. Сортамент проката принято делить на четыре группы: сортовой прокат, плоский (листовой) прокат, трубы и специальные виды проката». [13]

«Инструмент для прокатки – это, как правило, валки. Прокатный валок состоит из рабочей части (бочки), на которой осуществляют прокатку шеек, опирающихся на подшипник, и соединительной части, через которую передается крутящий момент». [13]

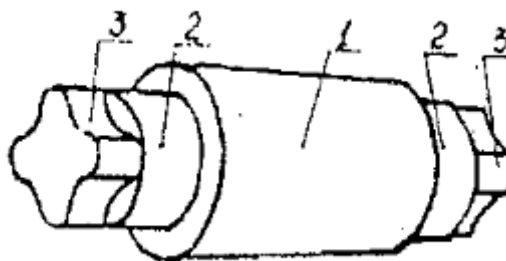


Рисунок 3 – Прокатный валок

«Валки изготавливают из чугуна, литой и ковanej углеродистой и легированной стали и твердых сплавов». [13]

«Оборудование для прокатки – прокатный стан. Прокатным станом называют комплекс машин и механизмов для деформации металла». [13]

1.1 Назначение и условия работы детали

Вал привода шлеппера воспринимает вращательное движение боковыми поверхностями шпоночного паза и передает вращение боковыми поверхностями шлицев. От качества ее изготовления зависит работоспособность всего прокатного стана.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для выявления назначения каждой поверхности детали пронумеруем каждую поверхность и представим это на рисунке 3.

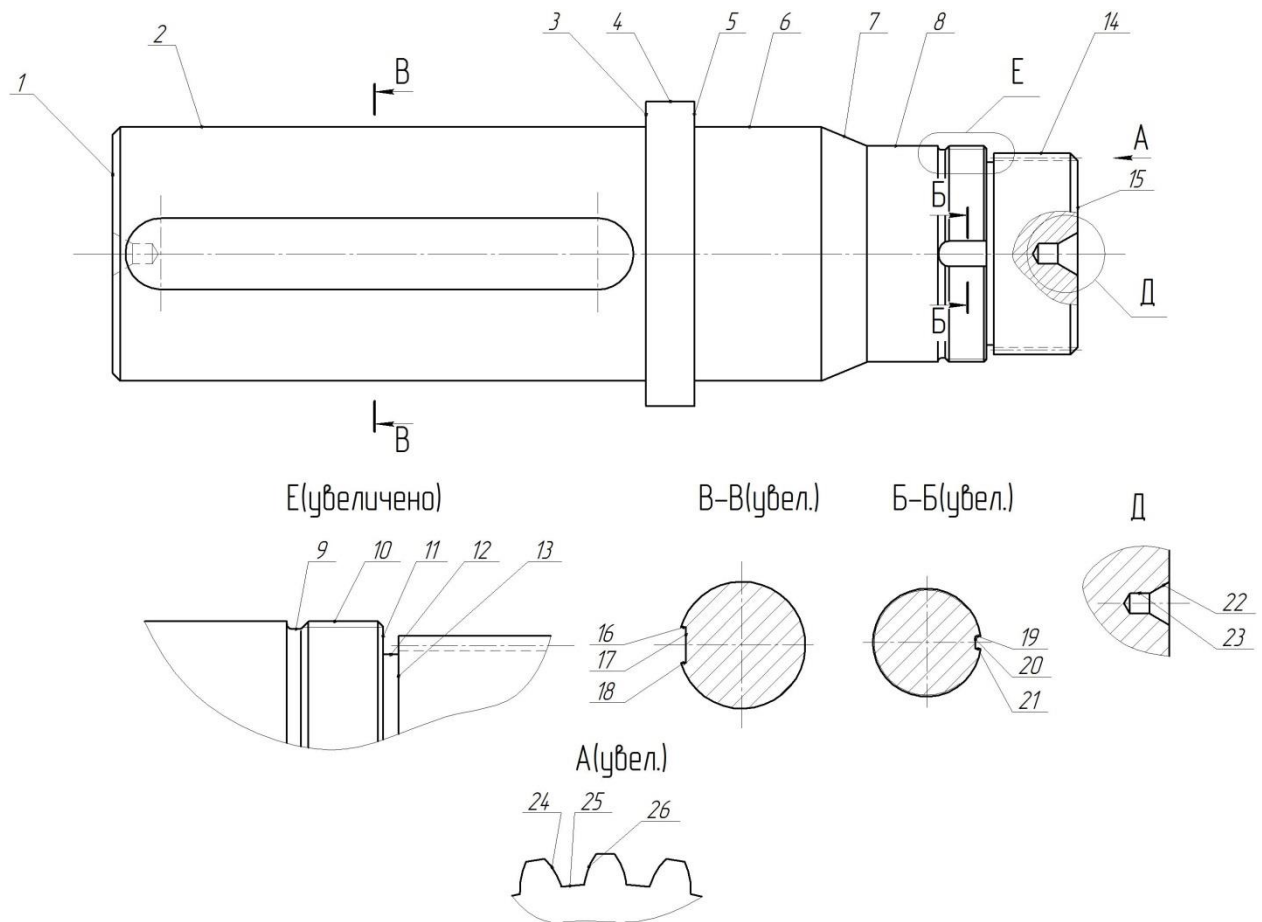


Рисунок 3 – Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями являются поверхности 16, 18, 19, 21, 24, 26.

Основными конструкторскими базами являются поверхности 5, 6.

Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 2, 8, 10.

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом вала привода шлеппера является сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [3].

«Согласно общепринятому определению, сталь – это сплав железа с углеродом (до 2,14%). Сталь является многокомпонентной системой, содержит постоянные примеси (Si, Mn, S, P, O₂ и другие) и различные легирующие элементы, добавляемые при производстве для достижения заданной структуры и свойств. Углерод рассматривают как основной легирующий элемент стали, оказывающий влияние на формирование структуры и свойств, поэтому на практике анализ структуры углеродистых сталей проводят по диаграмме состояния Fe – Fe₃C. В основу классификации сталей положено множество различных признаков, характеризующих технологии производства стали и изготовление деталей, учитывающих химический состав, свойства и область применения сталей». [20]

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

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_B , МПа	HB	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
980	197...217	780	45	10

«Качественные стали (углеродистые и легированные) выплавляются в электрических печах с применением прогрессивных технологий выплавки, раскисления, очистки и рафинирования расплава. Отличаются низким содержанием вредных примесей и газов, повышенной чистотой металла по неметаллическим включениям, что гарантирует им повышенные механические и эксплуатационные свойства. Данные стали имеют более высокую себестоимость по сравнению со сталями обыкновенного качества, применяются для более ответственных изделий, работающих в сложных эксплуатационных условиях». [20]

«В каждой стране приняты свои национальные маркировки стали, что иногда приводит к проблеме сопоставления стандартных марок стали разных государств. В России принята буквенно-цифровая маркировка сталей в зависимости от их качества и назначения». [20]

«Для обозначения марок легированных качественных сталей принята буквенно-цифровая система. Буквы обозначают присутствие в стали определенного элемента. Цифры, стоящие за буквами, показывают содержание углерода в конструкционных сталях в сотых долях процента, в инструментальных – в десятых долях процента. Буквами обозначены следующие элементы: А – азот, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь, Е – селен, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, П – фосфор, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ц – цирконий, Ю – алюминий». [20]

«Если содержание элементов не превышает 1,5%, то цифры не ставят. Примеры маркировки марок сталей: 14Г2 – низколегированная качественная сталь, спокойная, содержит приблизительно 0,14% углерода и до 2% марганца; 15ХСНД – низколегированная качественная сталь, спокойная, содержит 0,15% углерода и от 0,8 до 1,5% хрома, кремния, никеля и меди (каждого); 110Г13Л – высоколегированная марганцовистая износостойкая сталь для отливок аустенитного класса, содержит 1,1% углерода, 13% марганца, буква Л означает, что сталь литейная». [20]

Конструкция вала привода шлеппера довольно простая, имеет технологические центровые отверстия, различные фаски и канавки для выхода инструментов. Контроль параметров всех поверхностей довольно прост, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности детали.

2 Технологическая часть

«Машиностроительные предприятия состоят из отдельных производственных единиц, цехов и различных служб. Структурной основой машиностроительного предприятия является цех, представляющий собой совокупность производственных участков. Производственный участок объединяет группу рабочих мест, организованных по предметному, технологическому и предметно-технологическому принципам». [1]

«Состав цехов, устройств и сооружений завода определяется назначением выпускаемой продукции, характером технологических процессов, требованиями к качеству изделий и другими производственными факторами, а также в значительной мере степенью специализации производства и кооперирования предприятия с другими предприятиями и смежными производствами». [1]

2.1 Определение типа производства

«Машиностроительное предприятие характеризуется установленной программой выпуска продукции. Программа выпуска продукции – это установленный для данного предприятия перечень изготавливаемых или ремонтируемых изделий с указанием объема выпуска по каждому наименованию на планируемый период времени. Объем выпуска продукции – это количество изделий определенных наименований, типоразмеров и исполнений, изготавливаемых или ремонтируемых предприятием или его подразделением в течение планируемого периода времени». [1]

«В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции различают следующие типы производства: единичное, серийное и массовое». [1]

«Отнесение предприятия или цеха к тому или иному типу производства является условным, так как на одном и том же предприятии или в одном цехе могут существовать различные типы производства». [1]

«Под единичным производством понимают изготовление одинаковых изделий по неизменным чертежам малым объемом выпуска, в дальнейшем их повторное изготовление и ремонт, как правило, не повторяется. Так, выпуск экспериментальных образцов машин, прессов, нестандартного оборудования и так далее относят к единичному производству». [1]

«Под серийным производством понимают изготовление изделий по неизменным чертежам периодически повторяющимися партиями в течение определенного периода времени. В свою очередь серийное производство в зависимости от количества изделий подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное». [1]

«Массовое производство – это изготовление или ремонт одного и того же вида изделия в течение длительного периода времени». [1]

Тип машиностроительного производства примем исходя из массы детали $m = 21$ кг и годового объема выпуска $N = 3000$ штук. Принимаем среднесерийное производство.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«По своей структуре техпроцесс обычно делится на законченные части, выполняемые на одном рабочем месте и называемые технологическими операциями. В организационном смысле технологическая операция является основным элементом производственного планирования и учета: на выполнение операций устанавливают нормы времени и расценки, по операциям определяют трудоемкость и себестоимость процесса, необходимое количество рабочих и средств технологического оснащения». [1]

«Необходимость деления техпроцесса на операции порождается физическими и экономическими причинами. К физическим причинам относятся, в частности, невозможность обработки заготовки, например, с шести сторон на одном рабочем месте или необходимость разделения обработки заготовки резанием на предварительную и окончательную обработку, чтобы между ними произвести термическую обработку и так далее. Экономическими причинами деления техпроцесса на операции могут быть, например, нецелесообразность создания специального и дорогостоящего станка, позволяющего совмещать на одном рабочем месте проведение многих способов механической обработки. При сборке большого числа одинаковых машин узкая специализация рабочих в выполнении операций обеспечивает высокую производительность труда и позволяет использовать труд рабочих низкой квалификации». [1]

Техпроцесс изготовления вала привода шлеппера будет состоять из двух частей: предварительной обработки и окончательной обработки.

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Точность обработки поверхности детали определяется возможностями примененного метода воздействия на материал. Как правило, деталь изготавливают в два этапа. Сначала получают заготовку, которая в какой-то степени по форме и размерам приближается к готовой детали. Степень этого приближения может быть разной и определяется особенностями используемого технологического процесса заготовительного производства (ковка, штамповка, литье и так далее). Выбор того или иного метода получения заготовки и соответствующего технологического процесса определяется целым рядом условий технического и экономического характера». [15]

«Не вдаваясь в подробности и особенности этого выбора, обратим внимание лишь на то, что при сравнении заданных на чертеже показателей

точности поверхностей с достигнутыми на заготовке может оказаться, что для некоторых из них уже выполняется условие (1), которое может быть записано в следующем виде:

$$TA_{заг} = \omega A_{заг} \leq TA_{дем} \rangle. [15] \quad (1)$$

«Это означает, что такие поверхности не требуют дальнейшей обработки, могут остаться на детали необработанными (их называют иногда «черными»). Таким образом, можно считать, что первой технологической возможностью достижения заданных показателей точности поверхности является выбор соответствующего метода получения заготовки». [15]

«Чем точнее метод получения заготовки, тем для большего количества поверхностей детали может быть достигнуто выполнения условия (1). Конечно же, желательно получать в заготовке как можно больше (если не все) поверхностей с требуемой точностью и тем самым уменьшить объем и стоимость последующей обработки детали. Однако известно, что достижение более высокой точности заготовки приводит к значительному ее удорожанию». [15]

Такую форму можно получить двумя способами: прокатом или штамповкой. В случае проката ее масса будет равна $m=36,3$ кг, а при штамповке - $m=25,2$ кг. Выполним подробный расчет.

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

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2)$$

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085 \rangle. [9]$

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

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

$$C_{\text{зaz}} = C_{\text{um}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_{\text{с}} \cdot k_m \cdot k_n, \quad (3)$$

где $C_{\text{um}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_{\text{с}} = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [9]

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

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

$$C_{\text{mu}} = C_{\text{зaz}} \cdot Q_{\text{um}} + C_{\text{мex}}(Q_{\text{um}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{um}} - q), \quad (4)$$

где $Q_{\text{um}} = 25,2; q = 21; C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [9]

$$C_{\text{mu}} = 0,2715 \cdot 25,2 + 0,6578(25,2 - 21) - (25,2 - 21)0,0144 = 9,5441$$

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

$$C_{\text{mn}} = C_{\text{зaz}} \cdot Q_{\text{np}} + C_{\text{мex}}(Q_{\text{np}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{np}} - q), \quad (5)$$

где $Q_{\text{np}} = 36,3; q = 21; C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [9]

$$C_{\text{mn}} = 0,1219 \cdot 36,3 + 0,6578(36,3 - 21) - 0,0144(36,3 - 21) = 14,2690 \text{ руб.}$$

Наиболее выгодным вариантом является штамповка.

«Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} \text{ ». [9]} \quad (6)$$

$$K_{\text{им}} = \frac{2,6}{3,9} = 0,67.$$

$K_{\text{им}}$ соответствует среднесерийному производству.

2.4 Выбор методов обработки

«Как правило, для обработки любой поверхности возможно применение нескольких альтернативных методов. Выбор того или иного варианта обработки определяется следующими факторами:

- видом поверхности;
- требуемой точностью обработки;
- типом производства;
- степенью доступности поверхности;
- размерами поверхности;
- соотношением размеров поверхности». [22]

«Наиболее существенным фактором является вид поверхности». [22]

«Для обработки наружных цилиндрических поверхностей используются: точение, круглое наружное шлифование и другие методы». [22]

«Для обработки отверстий применяются: сверление, зенкерование, развертывание, растачивание и другие методы». [22]

«Обработка плоских поверхностей производится фрезерованием, строганием, плоским шлифованием и другими методами». [22]

«Специфические методы используются для обработки зубчатых, шлицевых и других фасонных поверхностей». [22]

«Чем точнее поверхность, тем более точный метод следует применять для ее обработки. Например, для обработки отверстия по 12 качеству точности достаточно применить сверление или черновое растачивание, для обработки отверстия по 7 качеству точности следует применять развертывание или тонкое растачивание». [22]

Поверхности 1 и 15 имеют точность IT14 и шероховатость Ra 6,3. Маршрут обработки этих поверхностей следующий: центровально-подрезная обработка.

Поверхность 2 имеет точность IT8; шероховатость Ra 1,6. Маршрут обработки этой поверхности следующий: черновое и чистовое точение, шлифование.

Поверхности 3-5, 7, 9-14 имеют точность IT12-14; шероховатость Ra 3,2-6,3. Маршрут обработки этих поверхностей следующий: черновое и чистовое точение.

Поверхность 6 имеет точность IT6; шероховатость Ra 1,6. Маршрут обработки этой поверхности следующий: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 8 имеет точность IT8; шероховатость Ra 1,6. Маршрут обработки этой поверхности следующий: черновое и чистовое точение, шлифование.

Поверхности 16, 18, 19, 21 имеют точность IT9; шероховатость Ra 3,2. Маршрут обработки этих поверхностей следующий: шпоночно-фрезерная обработка.

Поверхности 17, 20 имеют точность IT11; шероховатость Ra 6,3. Маршрут обработки этих поверхностей следующий: шпоночно-фрезерная обработка.

Поверхность 22 имеет точность IT7; шероховатость Ra 1,6. Маршрут обработки этой поверхности следующий: центrovально-подрезная и центрошлифовальная обработка.

Поверхность 23 имеет точность IT12; шероховатость Ra 3,2. Маршрут обработки этой поверхности следующий: центrovально-подрезная обработка.

Поверхности 24, 26 имеют точность IT7; шероховатость Ra 1,6. Маршрут обработки этих поверхностей следующий: зубофрезерная и зубошлифовальная обработка.

Поверхность 25 имеет точность IT14; шероховатость Ra 6,3. Маршрут обработки этой поверхности следующий: зубофрезерная обработка.

2.5 Расчет припусков

«В настоящее время в машиностроении применяются два метода установления припусков на обработку – опытно-статистический и расчетно-аналитический». [23]

«При использовании опытно-статистического метода припуски устанавливают по таблицам, которые составлены на основе обобщения практических данных передовых производств. Его недостатком является то, что припуски назначают без учета конкретных условий построения технологических процессов». [23]

«Расчетно-аналитический метод определения припусков базируется на основе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого перехода технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяют методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск. Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки». [21]

Определим припуски на обработку поверхности б с параметрами $\varnothing 85H8_{(-0,054)}$ мм, $L = 28$ мм, $Ra = 1,6$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \gg. \quad [21] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 3,6 = 0,900.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,350 = 0,088.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014.$$

«Максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}; \quad (8)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \rangle. [21] \quad (9)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,900^2 + 0,025^2} = 1,300.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,022^2 + 0} = 0,072.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,300 + 0,5(3,600 + 0,350) = 1,975.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,135 + 0,5(0,087 + 0,087) = 0,222.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,072 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,143.$$

«Значения размеров на каждом переходе (мм)». [21]

$$d_{4\min} = 84,946.$$

$$d_{4\max} = 85,000.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 85,000 + 2 \cdot 0,072 = 85,144.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 85,144 + 0,087 = 85,231.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 85,231 + 2 \cdot 0,135 = 85,501.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 85,501 + 0,140 = 85,641.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 85,641 \cdot 0,999 = 85,555.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 85,555 + 0,087 = 85,642.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 85,642 + 2 \cdot 0,288 = 86,218.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 86,218 + 0,350 = 86,568.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 86,568 + 2 \cdot 1,300 = 89,168.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 89,168 + 3,600 = 92,768.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \rangle. [21]$$

(10)

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(92,768 + 89,168) = 90,968.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(86,568 + 86,218) = 86,393.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(85,642 + 85,555) = 85,599.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(85,641 + 85,501) = 85,571.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(85,231 + 85,144) = 85,188.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(85,000 + 84,946) = 84,973.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \rangle. [21] \quad (11)$$

$$2Z_{\min} = 89,168 - 85,000 = 4,168.$$

$$\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \rangle. [21] \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 4,168 + 3,600 + 0,054 = 7,822.$$

$$\ll 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \gg. [21] \quad (13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(4,168 + 7,822) = 5,995.$$

Полученные значения припусков используем для проектирования заготовки, а также для определения режимов обработки этой поверхности.

2.6 Расчет режимов обработки

«Глубину резания t следует брать равной припуску на обработку на данной операции. Если припуск нельзя снять за один рабочий ход, то число проходов должно быть возможно меньшим (два рабочих хода: черновой и чистовой)». [19]

«При чистовой обработке глубина резания зависит от требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности». [19]

«В свою очередь, величина припуска зависит от ряда факторов, а именно от размера изготавливаемой детали, метода получения заготовки, масштабов производства (числа изготавливаемых деталей) и так далее». [19]

«При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из прочности и жесткости системы «станок–приспособление–инструмент–деталь», мощности привода станка и других ограничивающих факторов». [19]

«При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности». [19]

«После выбора подачи по справочным таблицам ее уточняют по паспорту станка и выбирают фактическую – ближайшую (меньшую)». [19]

2.6.1 Расчет режимов обработки на операцию 010.

Глубина резания $t = 0,3$. [17]

Подача $S = 0,3$. [17]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,35$; $K_2 = 0,88$; $K_3 = 0,65$; $V_0 = 135$ ». [17]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [17]} \quad (15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 124} = 267,1 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [17]} \quad (16)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 124 \cdot 250}{1000} = 97,3 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [17]} \quad (17)$$

$$S = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \gg [17] \quad (18)$$

$$T_0 = \frac{85}{75} = 1,13 \text{ мин.}$$

2.6.3 Расчет режимов обработки на операцию 030.

«Фрезерование является одним из высокопроизводительных и распространенных методов предварительной и чистовой обработки плоских, фасонных, зубчатых и винтовых поверхностей. Главное движение резания создается вращением многолезвийной фрезы, установленной в шпинделе станка, а необходимое движение подачи создается путем относительного перемещения заготовки, закрепленной в приспособлении или непосредственно на столе станка». [23]

Переход 1.

Диаметр фрезы $D = B = 28 \text{ мм.}$

$T = 120 \text{ мин. [17]}$

$S_z = 0,07. [17]$

Подача

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3}, \quad (19)$$

где $K_{S1} = 0,85; K_{S2} = 0,57; K_{S3} = 0,25. [17]$

$$S_z = 0,07 \cdot 0,85 \cdot 0,57 \cdot 0,25 = 0,008.$$

Скорость резания

$$V_p = V_T \cdot K_{V1} \cdot K_{V2} \cdot K_{V3} \cdot K_{V4} \cdot K_{V5} \cdot K_{V6}, \quad (20)$$

где $V_T = 48; K_{V1} = 0,8; K_{V2} = 3,4; K_{V3} = 1,0; K_{V4} = 0,57; K_{V5} = 1,2; K_{V6} = 1,12. [17]$

$$V_p = 48 \cdot 0,8 \cdot 3,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 1,2 \cdot 1,12 = 100 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 28} = 1137, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{факт}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 1000}{1000} = 87,9, \text{ м/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = T_{1.PX} + T_{1.П} + T_{2.PX} + T_{2.П}. \quad (21)$$

$$L_{1.PX} = 6 \text{ мм}; L_{2.PX} = 172 \text{ мм}$$

$$L_{1.П} = L_{2.П} = 1 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{L_{1.PX} + L_{1.П} + L_{2.PX} + L_{2.П}}{S_{\text{МИН}}}$$

$$T_0 = \frac{6+1+172+1}{32} = 5,63 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Диаметр фрезы $D = B = 10$, мм.

$$T = 120 \text{ мин. [17]}$$

$$S_Z = 0,07 \text{ [17]}$$

Подача

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3},$$

$$K_{S1} = 0,85; K_{S2} = 0,57; K_{S3} = 0,25. \text{ [17]}$$

$$S_Z = 0,07 \cdot 0,85 \cdot 0,57 \cdot 0,25 = 0,008.$$

Скорость резания

$$V_P = V_T \cdot K_{V1} \cdot K_{V2} \cdot K_{V3} \cdot K_{V4} \cdot K_{V5} \cdot K_{V6}, \text{ [17]}$$

$$V_T = 48; K_{V1} = 0,8; K_{V2} = 3,4; K_{V3} = 1,0; K_{V4} = 0,57; K_{V5} = 1,2; K_{V6} = 1,12. \text{ [17]}$$

$$V_P = 48 \cdot 0,8 \cdot 3,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 1,2 \cdot 1,12 = 100 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 10} = 3184 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{наст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 2000}{1000} = 62,8 \text{ м/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = T_{1.PX} + T_{1.П} + T_{2.PX} + T_{2.П}. [17]$$

$$L_{1.PX} = 4,3 \text{ мм}; L_{2.PX} = 14,7 \text{ мм}$$

$$L_{1.П} = L_{2.П} = 1 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{L_{1.PX} + L_{1.П} + L_{2.PX} + L_{2.П}}{S_{\text{МИН}}}$$

Минутная подача

$$S_{\text{МИН}} = S_Z \cdot Z \cdot n. \quad (22)$$

$$S_{\text{МИН}} = 0,008 \cdot 4 \cdot 2000 = 64 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{4,3 + 1 + 14,7 + 1}{64} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 5,63 + 0,33 = 5,99 \text{ мин.}$$

Показатели режимов резания применим при проектировании технологических наладок, а также при формировании технологической документации, представленной в приложении А.

3 Проектирование приспособления

«В современном машиностроении техническое переоснащение, подготовка к выпуску новых видов изделий, модернизация средств производства и механическая обработка деталей невозможны без применения приспособлений». [12]

«Приспособления составляют около 50% общего объема средств технологического оснащения производственных процессов. Наиболее многочисленной группой представлены станочные приспособления, к которым относятся устройства для закрепления и установки режущего инструмента». [12]

«Приспособления – наиболее сложная и трудоемкая в изготовлении часть технологической оснастки. Сложность построения технологических процессов в машиностроении обуславливает большое разнообразие конструкций приспособлений и высокий уровень предъявляемых к ним требований». [12]

«В условиях единичного и мелкосерийного производства широко применяют универсально-сборные приспособления. В серийном производстве используют специализированные быстропереналаживаемые приспособления. В крупносерийном и массовом производстве в большинстве случаев применяют специальные приспособления, имеющие одноцелевое назначение и предназначенные для выполнения определенной операции механической обработки». [12]

«Применяется множество приспособлений, различающихся по степени специализации и целевому назначению. Например, универсальные станки, снабженные специальными приспособлениями, могут заменить специализированные станки, позволяют применить групповые методы обработки деталей, могут встраиваться в гибкие производственные системы». [12]

«Применение быстродействующих и автоматизированных приспособлений совместно с транспортирующими устройствами является одним из эффективных направлений современного машиностроения в поточном, поточно-автоматизированном и автоматизированном производстве. Их использование особенно эффективно при разработке автоматических линий механической обработки и сборки, а также при создании гибких производственных модулей, участков и цехов». [12]

3.1 Исходные данные

На операции 020 ведется токарная обработка заготовки на четырех переходах. На первом переходе обрабатывается контур проходным резцом, на втором и третьем переходах канавочными резцами выполняются две различные канавки, на четвертом переходе обрабатывается резьба М85×2 (рисунок 4).

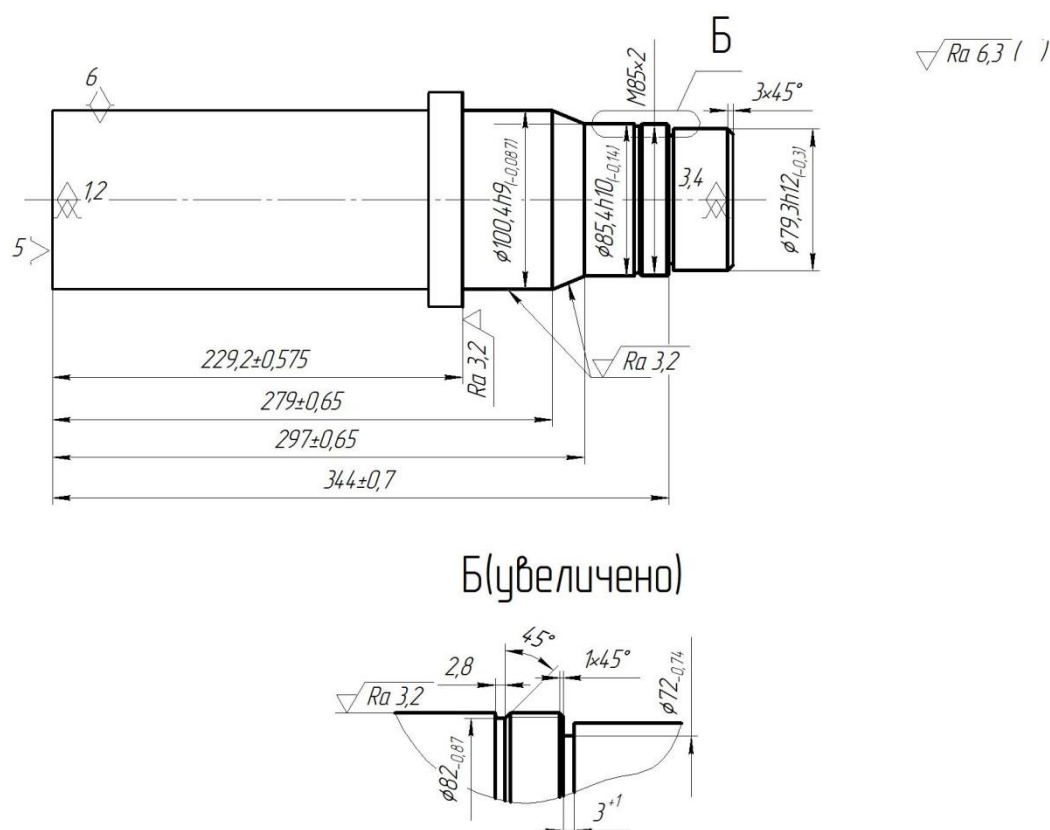


Рисунок 4 – Схема операции 020

«Правила конструирования приспособлений для различных видов механической обработки одинаковы. Однако у каждого вида приспособлений существуют дополнительные требования, учитывающие особенность работы». [12]

«При проектировании токарных приспособлений для точной установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям рекомендуется применять патроны различных конструкций. Для обработки деталей с установочной поверхностью в виде плоскости используют планшайбы и фланцы переходные». [12]

Спроектируем станочное приспособление для этой операции.

3.2 Силовой расчет

Силы резания при токарной обработке

$$P_{zy} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (23)$$

Для $P_y : C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15$. [7]

Для $P_z : C_p = 2430; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3$. [7]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np} \quad (24)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{0,75}, \quad (25)$$

где $\sigma_6 = 980$ МПа по условию.

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

Для $\varphi = 60^\circ; K_{yp_z} = 0,94; K_{yp_y} = 0,8; \gamma = -3^\circ; K_{p_z} = 1,05;$

$K_{p_z} = 1,5; \lambda = +0,5^\circ; K_{np_z} = 1,03; K_{np_y} = 1,15$.

$$K_{P_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{np_z} \cdot K_{np_z} = 1,22 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,2403$$

$$K_{P_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{np_y} \cdot K_{np_y} = 1,22 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,6836$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 94,4^{-0,15} \cdot 1,2403 = 168,77, H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 94,4^{-0,3} \cdot 1,6836 = 134,70, H$$

Крутящий момент, стремящийся повернуть

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} \quad (26)$$

$$M_p = \frac{168,77 \cdot 120}{2} = 101262, H$$

Препятствующий момент зажима

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2} \quad (27)$$

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f d_2} \quad (28)$$

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (29)$$

$$K_{P_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8. [7]$$

$$K_{P_y} = 2,52; f = 0,3. [7]$$

$$W_z^1 = \frac{1,8 \cdot 168,77 \cdot 120}{0,3 \cdot 100,4} = 12103, H.$$

Крутящий момент от силы P_y

$$M_p^{11} = P_y \ell \quad (30)$$

Препятствующий момент

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

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

$$W_1 = \frac{1210,3}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 423,9$$

Осевая сила зажима

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

где $r_{\max} = 0,031$; $r_0 = 0,025$; $\mu = 0,15$; $\theta = 18^\circ$. [7]

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

Угол поворота кулачка при зажиме

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

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

Прецизионный токарный станок или, чаще всего, токарный обрабатывающий центр используется для многоповерхностной обработки деталей за один установ, при этом элементы детали находятся в правильном соотношении друг с другом. [15]

При исследовании модификации отделки поверхности, получаемой при твердом точении с использованием операций суперфинишной обработки и

доводки, сообщили, что при твердом точении и интегрированных технологиях точения-абразивной обработки и токарной доводки-полировки получаются разнообразные поверхности с различными геометрическими и эксплуатационными свойствами. В результате операции суперфиниширования и полировки могут улучшить чистоту поверхности и несущие свойства поверхностей закаленных деталей, изготовленных обычным способом. При токарной обработке с использованием геометрических вставок и полученной в результате целостности поверхности сообщили, что увеличение подачи оказывает большое влияние на шероховатость поверхности. Однако это увеличение шероховатости больше при использовании обычной вставки. Увеличение радиуса режущей пластины приводит к улучшению качества поверхности. И в этом случае ими разработанная вставка более устойчива к различным радиусам режущей пластины. Кроме того, они сообщили, что с увеличением износа инструмента значение шероховатости поверхности, получаемое при использовании разработанных режущих пластин, увеличивается, в то время как при использовании обычных пластин оно уменьшается. Обе пластины, как правило, достигают стабильного значения после определенного времени резания. Что касается шероховатости, то поверхность, полученная с использованием разработанной вставки, превосходит поверхность, полученную с использованием вставки с обычной геометрией непрерывно. [15]

Спроектированный токарный патрон находится в графической части. Это приспособление механизировано пневмоприводом, что упрощает работу оператора станка и сокращает вспомогательное время на операции.

4 Проектирование режущего инструмента

«Фрезерование является одним из наиболее распространенных методов обработки. По уровню производительности фрезерование превосходит строгание и в условиях крупносерийного производства уступает лишь протягиванию». [8]

«Кинематика процесса фрезерования характеризуется быстрым вращением инструмента вокруг его оси и медленным движением подачи, которое может быть:

- прямолинейно-поступательным;
- вращательным;
- винтовым». [8]

«При прямолинейном движении подачи фрезами производится обработка плоскостей, всевозможных пазов и канавок, фасонных цилиндрических поверхностей». [8]

«При вращательном движении подачи фрезерованием обрабатываются поверхности вращения, а при винтовом – различные винтовые поверхности, например, стружечные канавки инструментов, впадины косозубых колес и так далее». [8]

«Фреза представляет собой исходной тело вращения, которое в процессе обработки касается поверхности детали, и на поверхности которого образованы режущие зубья. Форма исходного тела вращения зависит от формы обработанной поверхности и положения оси фрезы относительно поверхности детали». [8]

«При работе цилиндрических фрез с винтовыми зубьями возникают осевые усилия, которые достигают значительной величины. Поэтому применяют цилиндрические сдвоенные фрезы, у которых винтовые режущие зубья имеют разное направление наклона». [8]

«Концевые фрезы применяются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей». [8]



Рисунок 5 – Концевые фрезы

«Концевые фрезы крепятся в шпинделе станка с цилиндрическим или коническим хвостовиком. У этих фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности. Вспомогательные торцевые режущие кромки только зачищают дно канавки». [8]

«Такие фрезы обычно изготавливают с винтовым зубом. Угол наклона зубьев доходит до $\omega = 30..45^\circ$. Диаметр концевых фрез выбирают меньше (до 0,1 мм) ширины канавки, что объясняется разбиванием канавки при фрезеровании». [8]

«Разновидностью концевых фрез являются двузубые шпоночные фрезы. Такие фрезы, подобно сверлу, могут углубляться в материал заготовки при осевом движении подачи и высверливать отверстие, а затем двигаться вдоль канавки». [8]

«В момент осевой подачи основную работу резания выполняют торцевые кромки. Одна из них должна доходить до оси фрезы, чтобы обеспечить сверление отверстия». [8]

4.1 Исходные данные

На операции 030 обрабатываются два шпоночных паза на двух переходах, как показано на рисунке 6.

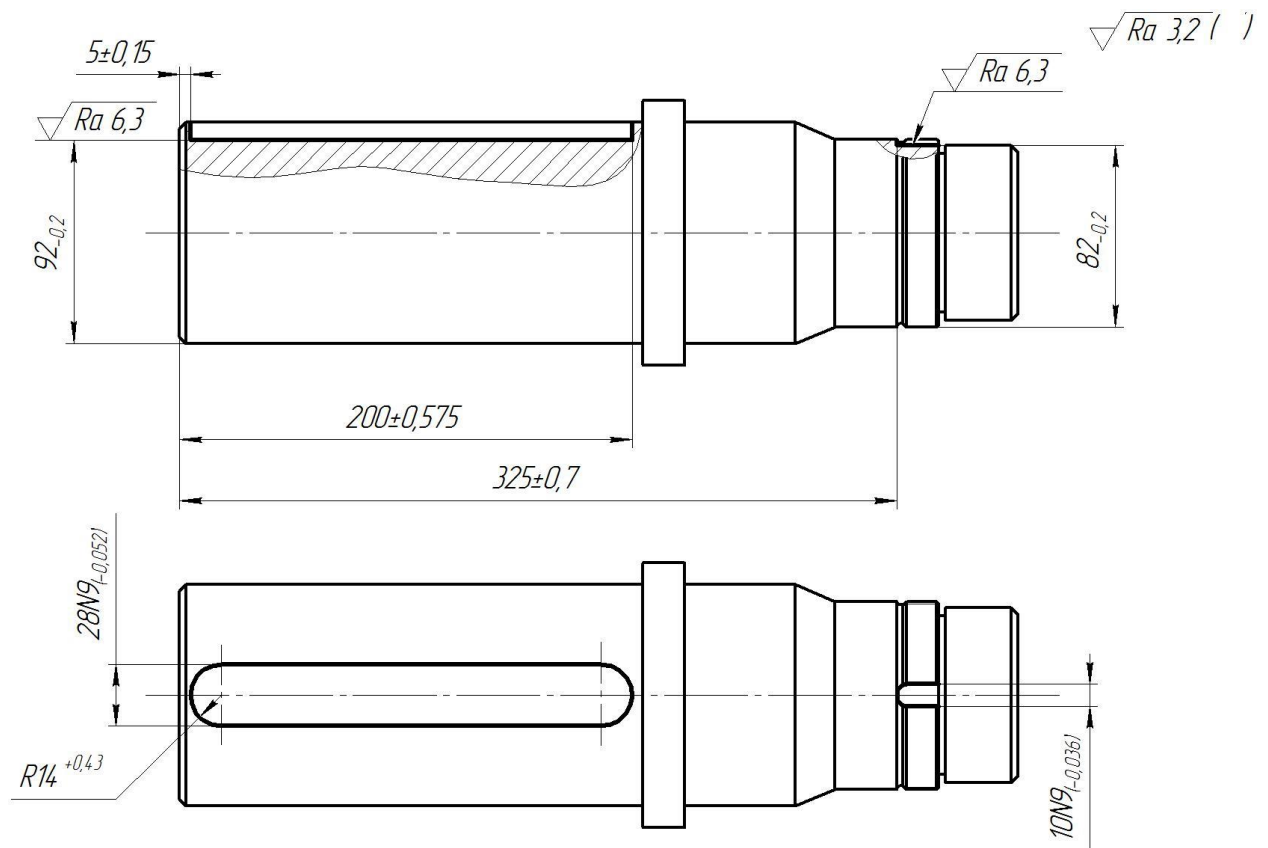


Рисунок 6 – Эскиз операции 030

В данном разделе спроектируем режущий инструмент для обработки паза шириной $10N9(-0,036)$

4.2 Проектирование фрезы

«У торцевых и концевых фрез (рисунок 7) ось вращения расположена перпендикулярно к обрабатываемой поверхности». [18]

«При этом, кроме главных режущих кромок, находящихся на цилиндрической поверхности, на торце фрезы имеются вспомогательные режущие кромки, расположенные под углом φ_1 ». [18]

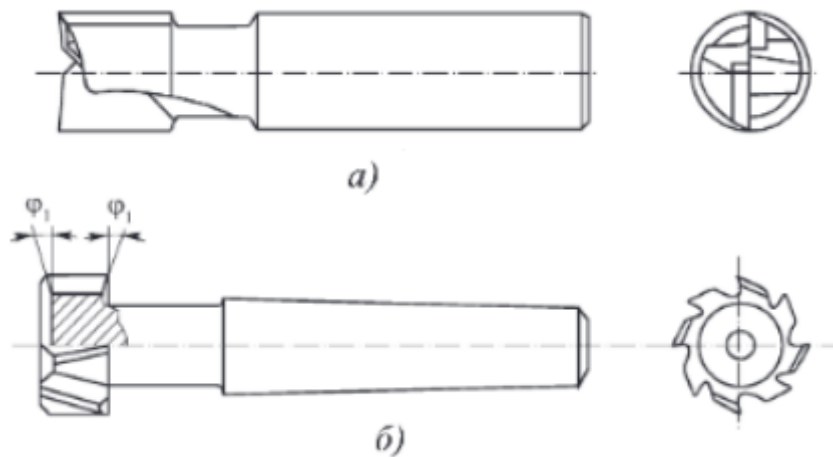


Рисунок 7 – Торцовая и концевая фрезы

Диаметр вычислим по формуле

$$d = D + \frac{IT}{2} \quad (35)$$

$$d = 10 + \frac{-0,036}{2} = 9,982 \text{ мм.}$$

Длина фрезы

$$L = l_1 + l + l_2 \quad (36)$$

Длина режущей части

$$l_1 = 4 \cdot d \quad (37)$$

$$l_1 = 4 \cdot 10 = 40 \text{ мм.}$$

Длина шейки

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right) \quad (38)$$

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{10} + \frac{12}{10} \right) = 11,9 \text{ мм.}$$

$$l = 12 \text{ мм.}$$

$$L = 40 + 12 + 60 = 112 \text{ мм.}$$

«Концевые фрезы из твердого сплава диаметром до 10 мм включительно выпускаются с цилиндрическим хвостовиком того же диаметра». [18]

Число зубьев

$$z = (0,1...1,3)d \quad (39)$$

$$z = (0,1...1,3)10 = 1...13 \text{ мм.}$$

$$z = 4.$$

«Главные режущие кромки, выполняющие основную работу по удалению припуска, расположены на цилиндрической поверхности, а вспомогательные (зачищающие) – на торце. Зубья изготавливают обычно винтовыми, с углом наклона к оси, достигающим до $\omega = 30...45^\circ$. Такое большое значение угла ω при наличии больших по объему стружечных канавок обеспечивает надежный отвод стружки из зоны резания». [18]

Принимаем $\omega = 30^\circ$.

Спроектированная концевая фреза представлена в графической части.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии валов привода шлеппера.

«Для предприятий машиностроительного комплекса характерными являются опасные производственные объекты (ОПО) с признаками трех групп: использование опасных веществ, оборудования под давлением, грузоподъемных механизмов. В составе отдельных машиностроительных гигантов, в частности предприятий тяжелого машиностроения, могут встречаться и собственные металлургические производства, предназначенные для получения сталей и сплавов со специальными свойствами». [14]

«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». [2]

В данной части работы проанализируем техпроцесс изготовления вала привода шлеппера на предмет безопасности и экологичности.

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

На токарной операции 020 заготовка закрепляется в токарный поводковый самозажимной патрон с эксцентриковыми кулачками. Конструкция патрона такова, что когда оператор станка устанавливает заготовку в приспособление она за счет сил пружины слабо зажимает в патроне. При включении вращения шпинделя начинает вращаться и патрон с заготовкой, на эту систему начинают воздействовать центробежные силы и заготовка начинает все сильнее зажиматься в приспособлении. За счет применения данного приспособления уменьшается время, которое затрачивалось на фиксацию заготовки в предыдущем приспособлении с винтовым зажимом. Первым инструментом на этой операции является резец контурный правый со сменной пластиной из твердого сплава T15K6, который выполняет обработку контура заготовки. После него в работу вступает канавочный резец со сменной пластиной из твердого сплава T15K6. Им выполняется канавка. Далее в работу вступает еще один канавочный резец со сменной пластиной из твердого сплава T15K6. Им выполняется другая канавка. Завершает процесс обработки резьбовой резец со сменной пластиной из твердого сплава T15K6, выполняющий резьбу M85×2.

На шпоночно-фрезерной операции 030 заготовка устанавливается в специальное приспособление с опорными призмами и фиксируется прижимом. Инструментами являются фреза концевая с режущей пластиной из твердого сплава T15K6 и цельная концевая фреза из твердого сплава T15K6.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

«При механической обработке металлов, пластмасс и других материалов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, заточных и других) возникает ряд физических, химических, психофизиологических и биологически опасных и вредных производственных факторов». [11]

«Двигающиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента, повышенное напряжение в электроцепи или статического электричества, при котором может произойти замыкание через тело человека, относятся к категории физически опасных факторов». [11]

При токарной обработке инструментами, которым являются проходной и канавочный резцы, с заготовки снимается стружка. Эта стружка первое время имеет высокую температуру, поэтому необходимо исключить попадание стружки на кожу человека.

Также образующаяся стружка может попасть в глаз наблюдающему за операцией станочнику. Это тоже является опасным производственным фактором.

Движущиеся части и токарного и шпоночно-фрезерного станка являются опасными для работников механообрабатывающего цеха, поэтому для исключения резкого движения в работников необходимо оградить станки специальными защитными ограждениями. Этот предотвратит возможность резкого движения рабочих частей станков в работников цеха.

«Физическими вредными производственными факторами, характерными для процесса резания, являются повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной

блеклости, повышенная пульсация светового потолка. При отсутствии средств защиты запыленность воздушной среды в зоне дыхания станочников при точении, фрезеровании и сверлении хрупких материалов может превышать предельно допустимые концентрации». [16]

«Основные причины поражения электрическим током:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей, а также приближение на опасное расстояние к высоковольтным частям, из-за чего может произойти пробой;

- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции токоведущих частей; попадание провода (находящегося под напряжением) на конструктивные части электрооборудования;

- появление напряжения на отключенных токоведущих частях в результате ошибочного включения установки, замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями;

- возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате замыкания фазы на землю, выноса потенциала напряженным токопроводящим предметом, неисправностей в устройстве защитного заземления». [6]

Сегодняшнее машиностроительное производство невозможно без использования смазочно-охлаждающих технических средств (СОТС). Их применяют для снижения температур в зоне резания, облегчения стружкоотделения, вывода стружки из зоны резания и так далее. СОТС чаще всего являются жидкостями, но применяются и твердые средства. Эти средства имеют свойство испаряться и, соответственно, находиться в виде взвесей в воздушном пространстве механообрабатывающего цеха. СОТС состоят из множества компонентов, некоторые из которых являются

вредными для человеческого организма. Это является еще одним вредным производственным фактором.

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для исключения попадания стружки в станочника на токарном станке с ЧПУ САМАТ-400ХС предусмотрен экран из металла и оргстекла (рисунок 8), который необходимо выдвигать при обработке. При закрытом экране отлетающая стружка будет попадать в него и не попадет в оператора.



Рисунок 8 – Защитный экран токарного станка

Тем не менее, приходя на работу, оператор, управляющий токарным станком, должен переодеться в рабочую одежду и уже в ней осуществлять рабочие действия.

Важным фактором на производстве является освещенность. Она должна быть достаточной при любом времени суток, если производственное помещение используется. Поэтому необходимо следить за достаточной освещенностью в цехе.

Для увеличения освещенности на рабочем месте станочника на шпоночно-фрезерном станке предусмотрена точка освещения. Это увеличивает уровень освещенности на рабочем месте.

Для снижения уровня запыленности в механообрабатывающем цехе, а также для снижения концентрации взвесей СОТС в воздухе необходима вентиляция. Это осуществляется системами искусственного кондиционирования воздуха. [11] Необходимо обеспечить цех средствами вентиляции воздуха.

Внутри цеха необходимо осуществить электробезопасность. И токарному станку и шпоночно-фрезерному станку необходимо выполнить заземление. Это соединение корпуса станка с землей для удаления статического электричества. Также станочник, выполняя работы на станке должен стоять на резиновом коврике. Это обезопасит рабочего-станочника от возможности поражения растекшегося электрического тока.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В результате неверных действий сотрудников предприятия на участке может возникнуть пожар класса Е, связанный с воспламенением электроустановок.

Для предостережения возгорания работники до начала выполнения работ на предприятии обязательно проходят инструктаж по технике безопасности. Там работнику объясняют от чего могут произойти пожары на производстве и какие действия ему необходимо выполнять при возникновении пожара.

Участок механической обработки должен быть оборудован пожарными гидрантами [5] и огнетушителями [4]. Это позволит потушить пожар на ранней стадии при его возникновении.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Важным требованием к производственным помещениям является наличие вентиляционной системы, удовлетворяющей общим санитарно-гигиеническим требованиям к воздуху рабочей зоны, обеспечивающей необходимый воздухообмен, качественное удаление загрязненного воздуха и отвечающей требованиям безопасности». [16]

В сочетании с действиями по уменьшению вредных выделений на производстве (проветривание помещений, аэрация) системы кондиционирования, вентиляции и отопления создают производственные условия и микроклимат соответствующим необходимым по нормативным актам стандартов охраны труда.

В цехе обязательно устанавливаются системы механической вентиляции. Эти системы искусственно осуществляют увеличение воздухообмена с внешней средой при помощи вентиляторов.

В результате проведения анализа безопасности и экологичности технического объекта нами предложены мероприятия по увеличению экологичности и снижению опасности производства партии валов привода шлеппера.

6 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема производственного процесса представлена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Обобщенная схема процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [10]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 10.

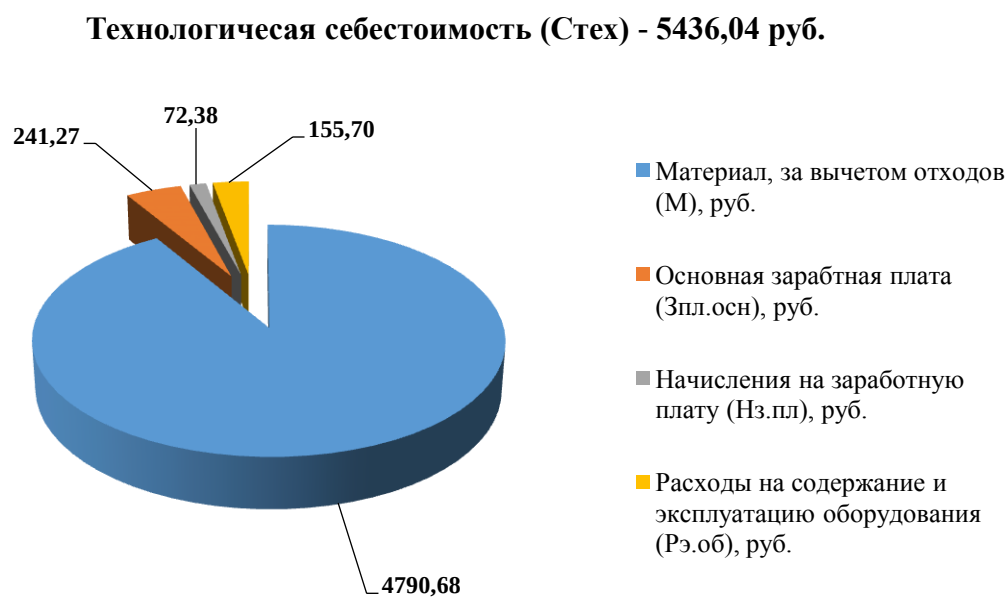


Рисунок 10 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется

Из рисунка 10 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от расходов на материалы, которые составляют 91,5 % от общего объема. При этом, технологическая себестоимость практически не зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет всего 1,4 %.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического

процесса» [10]. По причине того, что технологический процесс является новым, масштаб инвестиций будет основываться на полном перечне затрат. Это будут: «затраты на оборудование, доставку и транспорт ($K_{ОБ}$), затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), площадь ($K_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$)» [10]. На рисунке 11 представлены данные экономических показателей и общий объем инвестиций.

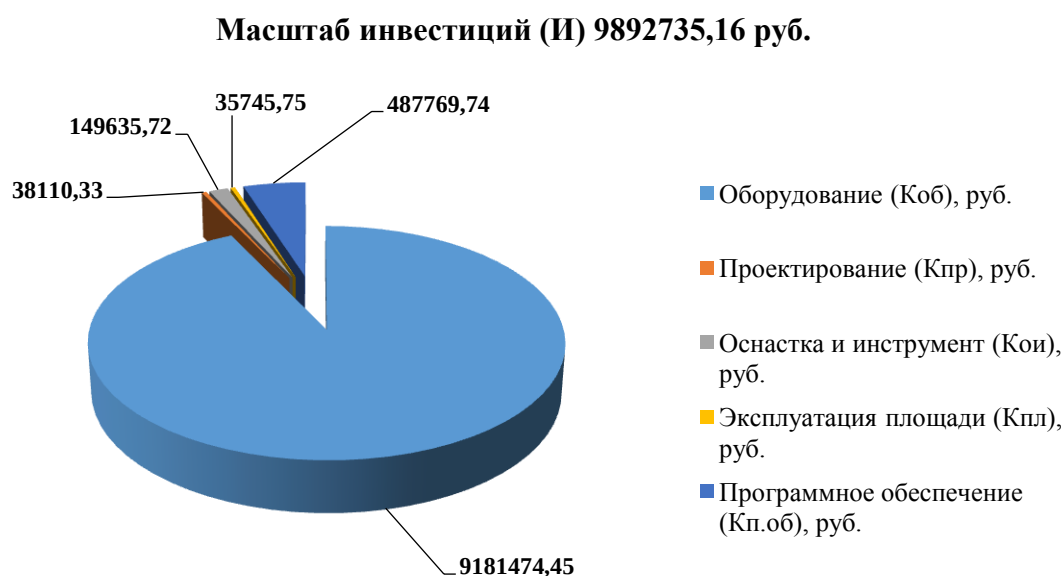


Рисунок 11 – Цифровые данные экономических показателей и общий масштаб инвестиций

Анализ данных рисунка 11 показывает, что подавляющая часть инвестиций (92,5%) приходится на технологическое оснащение. В то же время, затраты на производственные площади составляют лишь 0,5%, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта [10]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической

эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [10].
Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 12.

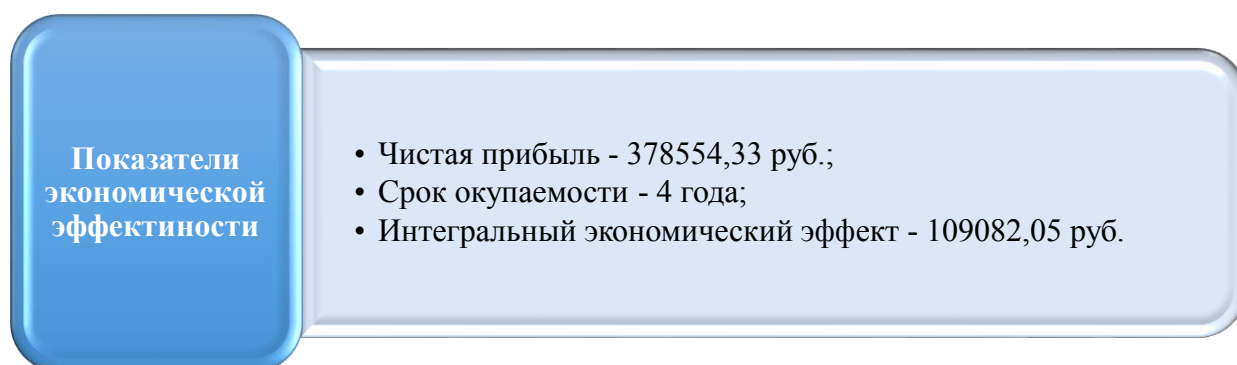


Рисунок 12 – Параметры экономических показателей

Основываясь на проделанных расчетах, можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 109082,05 рублей.

В результате выполнения данного раздела выполнены экономические расчёты, которые подтвердили рентабельность предложенного процесса: сокращение времени обработки на 16% и уменьшение затрат на материалы за счёт рациональной обработки заготовок обеспечили снижение себестоимости производства. Внедрение данной технологии на машиностроительных предприятиях позволит повысить производительность труда, сократить процент брака и расширить номенклатуру выпускаемых изделий.

Заключение

В результате проведения выпускной квалификационной работы нами спроектирован современный техпроцесс изготовления вала привода шлеппера, оснащенный актуальными технологическими средствами.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь – вал привода шлеппера, выполнен анализ его поверхностей и выполнена их классификация. Согласно заданной годовой программы выпуска, выбран среднесерийный тип машиностроительного производства и обозначены его характеристики. Для производства заготовки проведено сравнение двух наиболее подходящих типов заготовок и выбрана штамповка. Далее проведены выбор методов обработки каждой поверхности, расчет припусков и расчет режимов резания.

Для базирования и закрепления заготовки на 020 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление –токарный патрон. Конструкцией этого приспособления предусмотрено, что оператор станка лишь подносит заготовку к патрону, а зажим и разжим ее осуществляется при помощи пневмосистемы. За счет механизации приспособления на данной операции получен экономический эффект.

Для обработки одного из шпоночных пазов нами спроектирована концевая фреза. Особенностью данного инструмента является то, что он изготовлен из твердого сплава Т15К6, вместо быстрорежущей стали, которая была инструментальным материалом в базовом варианте техпроцесса. За счет смены инструментального материала повысилась стойкость инструмента и снизилось время, связанное с заменой инструмента. Это тоже принесло экономическую выгоду.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. Богодухов С.И. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / С.И. Богодухов, Р.М. Сулейманов, А.Д. Проскурин; под общ. ред. С.И. Богодухова. – М. : Инновационное машиностроение, 2021. – 640 с.
2. 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.
3. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
4. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 45 с.
5. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 19 с.
6. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. – 50 с.
7. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 320 с.
8. Климова И.В. Режущий инструмент: курс лекций : учебное пособие / И.В. Климова, Н.Л. Соколик. — Ковров : КГТА имени В. А. Дегтярева, 2024. — 56 с.
9. 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.
10. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с.

11. 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.
12. Кудряшов Е.А. Приспособления для производства изделий машиностроения : учебник для вузов / Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов, Е.И. Яцун; под ред. Е.А. Кудряшова. – 2-е изд., испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 220 с.
13. Кузнецов В.Г. Обработка металлов давлением : учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин, Г.С. Дьяконов; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2012. – 196 с.
14. Люманов Э.М. Безопасность технологических процессов и оборудования : учебное пособие для вузов / Э.М. Люманов, Н.Г. Ниметулаева, М.Ф. Добролюбова, М.С. Джиляджи. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 224 с.
15. Мельников А.С. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие для вузов / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин, Э.Э. Тищенко, А.И. Азарова / под общ. ред. А.С. Мельникова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 420 с.
16. Охрана труда : учебное пособие / сост. С.Н. Румянцев. – Караваево : Костромская ГСХА, 2024. – 228 с.
17. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
18. Режущий инструмент : учебное пособие / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.] ; под общей редакцией С.В. Крисанова. — 5 изд., стереотип. — Москва : Машиностроение, 2022. — 520 с.
19. Самойлова Л.Н. Технологические процессы в машиностроении. Лабораторный практикум : учебное пособие / Л.Н. Самойлова, Г.Ю. Юрьева, А.В. Гирн. – 3-е изд., стер. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 156 с.
20. Солдатов В.Г. Конструкционные стали : учебное пособие для вузов / В.Г. Солдатов. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 184 с.

21. 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.

22. Технология машиностроения в курсовом проектировании и в выпускной квалификационной работе : учебное пособие / И.Д. Белоновская, Н.Ю. Глинская, А.Н. Гончаров, К.В. Марусич; Оренбургский гос. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Оренбург : ОГУ, 2024. – 208 с.

23. Тимирязев В.А. Основы технологии машиностроительного производства / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе; под ред. В.А. Тимирязева. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 448 с.

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 2															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОПД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз
Б	Код, наименование оборудования														
0.17	точить поверхность 7, выдерживая размер 22 ^{0.37} ; точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 86h12$ _{0.25} ;														
0.18	точить поверхность 11, выдерживая размер 344±0.7; точить поверхность 14, выдерживая размер $\phi 80h12$ _{0.3} ;														
Т.19	396110 XXXX Патрон самоцентра.; XXXXXX XXXX цпор откидной;														
Т.20	392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба.														
21															
А.22	XX XX XX 015 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б.23	38.18.25 XXXX Токарный САМАТ-400ХС 2 18632 422 1Р 1 1 100 1 16 170														
0.24	Точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 120.3$ _{0.87} ; точить поверхность 3, выдерживая размер 170.6±0.5;														
0.25	точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 101h12$ _{0.35} ;														
Т.26	396110 XXXX Патрон самоцентра.; XXXXXX XXXX цпор откидной;														
Т.27	392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба.														
28															
А.29	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б.30	38.18.25 XXXX Токарный САМАТ-400ХС 2 18632 422 1Р 1 1 100 1 16 447														
0.31	Точить поверхность 5, выдерживая размер 229.2±0.575; точить поверхность 6, выдерживая размер $\phi 100.4h9$ _{0.087} ;														
0.32	точить поверхность 7, выдерживая размер 22 ^{0.37} ; точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 85.4h10$ _{0.44} ;														
Б.33	точить поверхность 14, выдерживая размер $\phi 79.3h12$ _{0.3} ;														
0.34	точить поверхность 3 ⁺ , $\phi 72$ _{0.71} ; на поверхности 10 нарезать резьбу М8х2.														
Т.35	396110 XXXX Патрон самоцентра.; XXXXXX XXXX цпор откидной; 92104.XXXX Резец резьбовой Т15К6;														
Т.36	392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба.														
37															
А.38	XX XX XX 025 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б.39	38.18.25 XXXX Токарный САМАТ-400ХС 2 18632 422 1Р 1 1 100 1 16 584														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3												
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	Обозначение документа
Б	Код наименования обработки											
0 42	Точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 120_{-0,07}^{+0,1}$; точить поверхность 3 выдерживая размер $170,2 \pm 0,5$;											
0 43	точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 100_{-0,11}^{+0,1}$; выполнить фаску $3 \times 45^\circ$;											
Т 44	396110 XXXX Патрон самоцентр., XXXXXX.XXXX упор откидной; 92104.XXXX Резец резьбовой Т15К6;											
Т 45	392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX Калибр-скода.											
46												
А 47	XX XX XX 030 4121 Шпоночно-фрезерная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX											
Б 48	381631 XXXX Шпоночно-фрезерный 692Р 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 6,99											
0 49	Фрезеровать поверхность 16 и 18, выдерживая размер $28N9_{-0,052}^{+0,1}$; фрезеровать поверхность 17, выдерживая размеры $5 \pm 0,5$;											
0 50	94 _{-0,2} R14 200 $\pm 0,575$; фрезеровать поверхности 19 и 21, выдерживая размер $10N9_{-0,036}^{+0,1}$; фрезеровать поверхность 20,											
0 51	размеры $80_{-0,2}^{+0,7}$, R5, $325 \pm 0,7$.											
Т 52	396181.XXXX Приспособление специальное; 391267.XXXX Фреза концевая Т15К6 (2 шт.);											
Т 53	393111 Калибр-продка (2 шт.); 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1;											
54												
А 55	XX XX XX 035 4121 Зубофрезерная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX											
Б 56	381631 XXXX Зубофрезерный 5К32А 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 1,83											
0 57	Фрезеровать поверхность 24 и 26, выдерживая размеры $17_{-0,013}^{+0,021}$, $\phi 156_{-0,021}^{+0,031}$, $z=36$; фрезеровать поверхность 25, выдерживая											
0 58	размер $\phi 135_{-0,071}^{+0,1}$.											
Т 59	396181.XXXX Приспособление специальное; 391267.XXXX Фреза червячная Р6М5;											
Т 60	393111 Калибр-продка; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1;											
61												
А 62	XX XX XX 040 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.											
Б 63	ТВ4											
64												
МК												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 4											
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа
Б	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа
А 69	XX XX XX	045	Центрошлифовальная	ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.						
Б 70	381300 XXXX	Центрошлифовальный	3923	2	17001	422	1Р	1	1	100	1 10 198
О 71	Шлифовать центровые отверстия с двух сторон, выдерживая размер 60 ^{±15'} .										
Т 72	XXXXXX	Призмы опорные	ГОСТ 12194-86	12 шт.	397130	Круг	18°10'3"	25A	F25	K6	V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52871-2007;
Т 73	394630	Прибор	активного контроля	БВ-6060-УНВ-40	ГОСТ 8671-2009.						
Т 74											
А 75	XX XX XX	050	Торцекрыгшлифовальная	ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.						
Б 76	381623 XXXX	Торцекрыгшлифовальный	3716	ВФ2	2	17001	422	1Р	1	1	100 1 10 4,72
О 77	Шлифовать поверхность 6, выдерживая размер $\phi 100k6_{-0,003}^{+0,021}$; шлифовать поверхность 5, выдерживая размер 229 $\pm 0,575$;										
О 78	шлифовать поверхность 8, выдерживая размер $\phi 85h8_{-0,051}^{+0,021}$;										
Т 79	39611X XXXX	Патрон мембранный;	XXXXXX XXXX	9 пар	откидной;						
Т 80	398710 XXXX	Шлифовальный круг	1	14AF24k5L7	30 м/с	ГОСТ Р 52781-2007;	3934	10.XXXX	Микрометр.		
81											
А 82	XX XX XX	055	Торцекрыгшлифовальная	ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.						
Б 83	381623 XXXX	Торцекрыгшлифовальный	3716	ВФ2	2	17001	422	1Р	1	1	100 1 10 12,77
О 84	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\phi 100h8_{-0,051}^{+0,021}$; шлифовать поверхность 3, выдерживая размер 170 $\pm 0,5$;										
О 85	39611X XXXX	Патрон мембранный;	XXXXXX XXXX	9 пар	откидной;						
Т 86	398710 XXXX	Шлифовальный круг	1	14AF24k5L7	30 м/с	ГОСТ Р 52781-2007;	3934	10.XXXX	Микрометр.		
87											
А 88	XX XX XX	060	Зубошлифовальная	ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.						
Б 89	381623 XXXX	Зубошлифовальный	5M841	2	17001	422	1Р	1	1	1	100 1 10 4,72
О 90	Шлифовать поверхность 24 и 26, выдерживая размеры $\phi 756_{-0,016}^{+0,027}$; 16,8 _{0,027} ; z=36.										
О 91	39611X XXXX	Приспособление специальное;	XXXXXX XXXX	Круг	червячный	ГОСТ Р 52781-2007;					
МК											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тип	Тшт
Б	Обозначение документа															
Т 94	XXXXXX Калибр специальный; XXXXXX Профилаграф-профиллометр; 3934.10.XXXX Микрометр.															
95																
А 96	XX XX XX 065 Моечная ИОТ ИЗ7.101.XXXX															
Б 97	XXXXXX Моечная машина															
98																
А 99	XX XX XX 070 Контрольная ИОТ ИЗ7.101.XXXX															
Б 100	XXXXXX Контрольный стол															
101																
102																
103																
104																
105																
106																
107																
108																
109																
110																
111																
112																
113																
114																
115																
116																
МК																