

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 червяка привода горизонтально-фрезерного станка

Обучающийся	<u>В.П. Масловский</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 Е.А. Боргардт</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>М.А. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2025

Аннотация

Автор: Масловский Владимир Павлович.

Тема: Технологический процесс изготовления червяка привода горизонтально-фрезерного станка.

В работе спроектирован современный технологический процесс изготовления червяка горизонтально-фрезерного станка.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь-червяк горизонтально-фрезерного станка, 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 шпоночно-фрезерной операции 030 нами разработано специальное приспособление с призмами. На этой операции заготовка своими цилиндрическими поверхностями устанавливается в призмы, фиксируется по одному из торцов и зажимается механическим зажимом при помощи пневматического привода. Применение пневмопривода снизило затрачиваемое время операции.

Для фрезерования шпоночного паза нами спроектирована концевая фреза. В отличие от базового варианта техпроцесса данный инструмент изготовлен из твердого сплава T15K6. В базовом варианте техпроцесса инструмент был изготовлен из быстрорежущей стали. За счет изменения инструментального материала повысилась стойкость 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.....	14
2.1 Определение типа производства.....	14
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	15
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	15
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	17
2.5 Расчет припусков.....	21
2.6 Расчет режимов резания.....	24
3 Проектирование приспособления.....	28
3.1 Описание операции.....	29
3.2 Описание устройства приспособления.....	30
3.3 Расчёт приспособления на точность.....	33
4 Проектирование режущего инструмента.....	36
4.1 Исходные данные.....	38
4.2 Проектирование фрезы.....	39
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	42
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно- техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	43
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	44
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков...	46
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	47
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического	

объекта.....	48
6 Экономическая эффективность.....	49
Заключение.....	53
Список используемой литературы.....	54
Приложение А. Технологическая документация.....	57

Введение

Развитие станкостроения на сегодняшний день является наиболее актуальной задачей правительства России, так как от развития станкостроения зависит развитие других отраслей промышленности, производства которых связаны со станками. Такие производства, как химические, предприятия легкой промышленности, горнодобывающие, нефтеперерабатывающие и многие другие используют на своих предприятиях различного рода станки, поэтому их производительность, а иногда даже работоспособность непосредственно связаны с производством станков.

Начиная с шестидесятых и до девяностых годов двадцатого века наша станочная промышленность была одним из мировых лидеров по производству. В нашей стране зарубежные производства закупали станки. Однако в девяностых годах станкостроению со стороны правительства страны уделялось мало внимания, в связи с этим производства станков снижалось, увеличивался импорт металлообрабатывающего оборудования и, таким образом, эта отрасль пришла в упадок.

Сейчас же, правительством России, эта отрасль поддерживается многомиллиардными грантами и субсидиями, чтоб не зависеть от импорта, который в связи с санкциями значительно снизился, и возобновить лидирующие позиции отечественного станкостроения.

Металлообрабатывающие станки очень различны по своим конструкциям. Их различают по назначению, степени автоматизации, габаритами и многим другим факторам.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка техпроцесса изготовления червяка привода горизонтально-фрезерного станка заданного качества с заданным уровнем качества и наименьшей себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

«В России принята Единая система классификации и условных обозначений станков отечественного производства, основанная на присвоении каждому из них особого шифра (номера). Первая цифра номера обозначает группу станка (токарная, сверлильная, фрезерная и так далее), вторая – его тип, третья (и иногда четвертая) характеризует размер станка. В обозначениях фрезерных станков последняя цифра обычно отражает размер стола». [1]

«В ряде случаев между первой и второй цифрами вводится прописная буква русского алфавита, указывающая на то, что станок улучшен или модернизирован. Прописная буква в конце шифра указывает на ту или иную область применения данной модификации (например: П – повышенной точности; ПБ – повышенной точности, быстроходный; Ш – широкоуниверсальный; Ф – с числовым программным управлением и так далее)». [1]

«В зависимости от вида выполняемых работ, уровня специализации, конструктивных особенностей названия основных типов станков могут быть детализированы: горизонтально-фрезерные консольные; горизонтально-фрезерные консольные универсальные; вертикально-фрезерные консольные (с поворотным столом); вертикально-фрезерные консольные; фрезерные широкоуниверсальные высокой и повышенной точности и другие». [1]

«Несмотря на разнообразие типов и размеров, станки фрезерной группы имеют общие узлы, к которым можно отнести: основание станка, станину, салазки, шпиндель, коробки скоростей и подач, консоль (для консольных станков)». [1]

«Станина предназначена для крепления всех узлов и механизмов станка. В зависимости от типа станка станины могут иметь горизонтальное и вертикальное исполнение». [1]

«Шпиндель фрезерного станка служит для передачи крутящего момента режущему инструменту от коробки скоростей. От точности вращения шпинделя, его жесткости и виброустойчивости в значительной мере зависит точность обработки. Примерно 50% всех проверок на точность, выполняемых в процессе изготовления, сборки и ремонта станка, приходится на шпиндельный узел». [1]

«Стол станка монтируется на направляющих и перемещается по ним в продольном направлении. У консольных станков направляющие стола смонтированы на салазках, которые являются промежуточным элементом между столом и консолью. Нижней частью салазки установлены на поперечных направляющих консоли и могут вместе со столом перемещаться в поперечном направлении». [1]

«Консольный горизонтально-фрезерный станок показан на рисунке 1». [1]

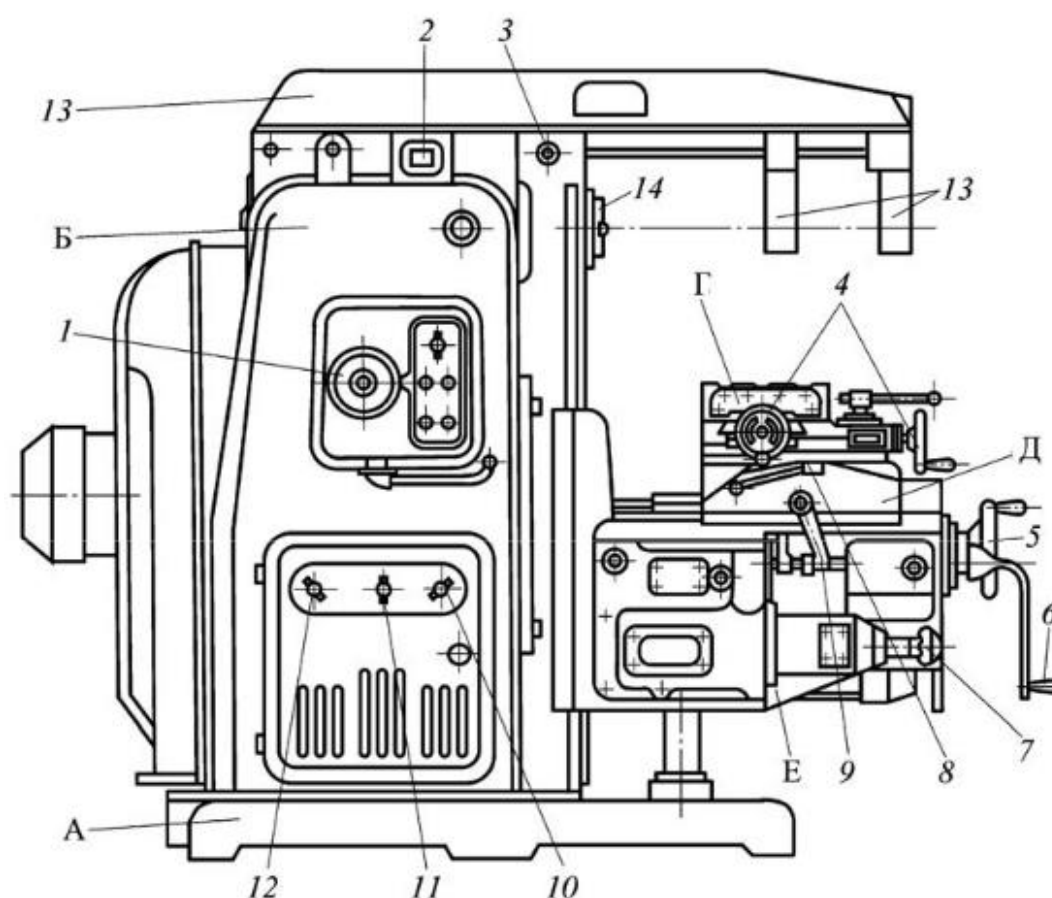


Рисунок 1 – Консольный горизонтально-фрезерный станок

«Основание станка А – чугунная отливка большой жесткости. В основании размещен резервуар для охлаждающей жидкости, а также установлен электродвигатель с насосом для подачи СОТС. Основание крепят к фундаменту специальными болтами либо устанавливают на виброгасящих опорах». [1]

«Внутри станины Б расположены следующие узлы: коробка скоростей, электродвигатель главного движения с ременной передачей, шпиндельный узел. На верхних горизонтальных направляющих станины размещен хобот В. В требуемом положении хобот крепится гайкой 3. На хоботе могут быть установлены опоры (серьги) 13, в которых находятся подшипники для базирования конца оправки с фрезой. Крепление оправки осуществляется в конусном гнезде шпинделя 14». [1]

«На верхней части консоли Е расположены салазки Д, которые могут перемещаться в поперечном направлении. На салазках размещен стол Г, который имеет возможность перемещения в продольном направлении (продольная подача). Внутри консоли смонтирована коробка механизма подач и ускоренного перемещения с электродвигателем и механизмом управления. На передней части консоли и стола расположены органы управления станком». [1]

1.1 Назначение и условия работы детали

«Червячную передачу применяют для передачи вращательного движения между скрещающимися валами. Угол скрещивания может быть произвольным, чаще всего его принимают равным 90° , такую передачу называют ортогональной. Червячная передача состоит из червяка 1 (как правило, ведущий) и червячного колеса 2». [26]

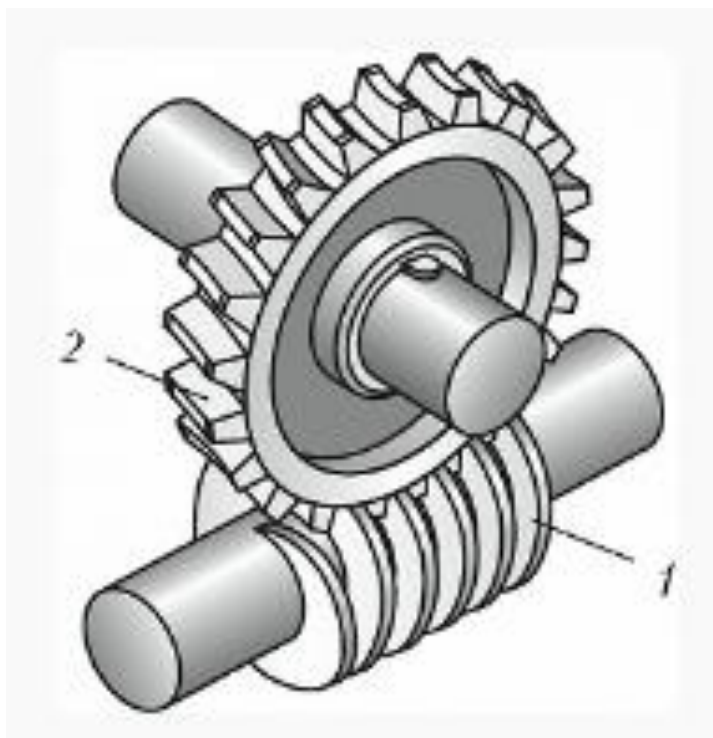


Рисунок 2 – Червячная передача

В металлорежущих станках неизменно ведущим звеном является червяк, червячное колесо же является ведомым звеном.

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Исполнительными поверхностями являются поверхности 7, 9, 21, 19.

Основными конструкторскими базами являются поверхности 13, 2, 3.

Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 17, 20.

Остальные поверхности – свободные.

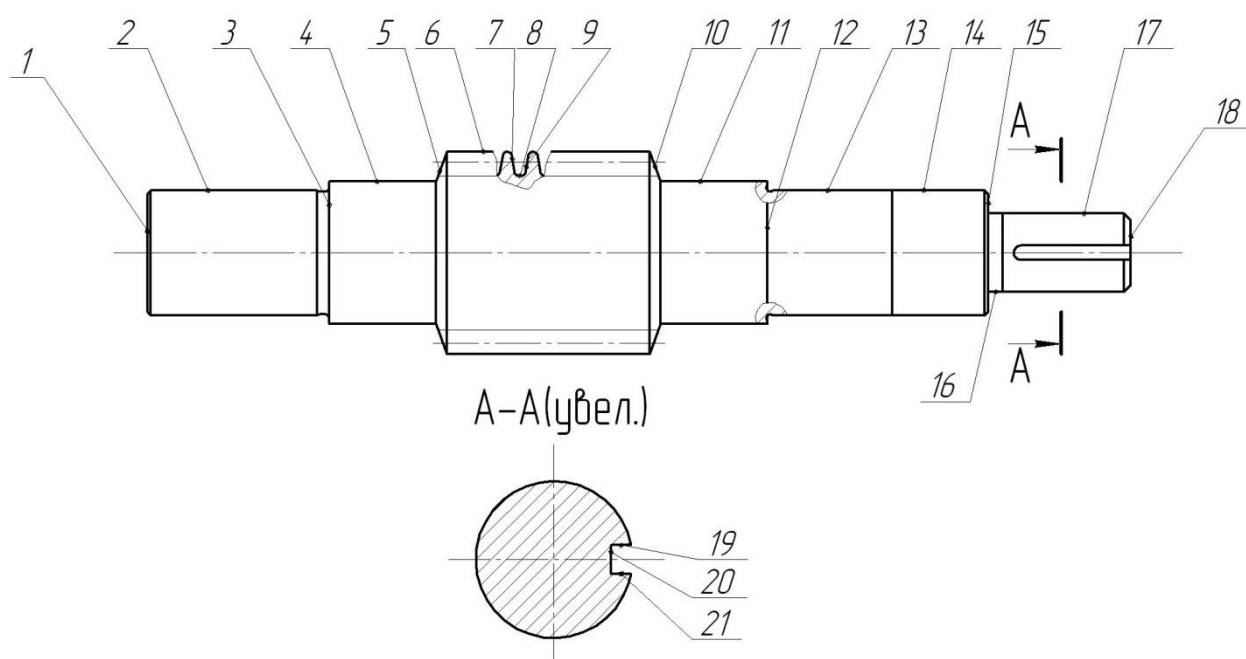


Рисунок 3 – Классификация поверхностей

«Различают цилиндрическую передачу и глобоидную. Цилиндрическая червячная передача – это такая, у червяка и колеса которой делительные и начальные поверхности цилиндрические. Червяк по существу представляет собой однозаходный или многозаходный винт, а червячное колесо – цилиндрическое косозубое колесо, нарезанное инструментом, который является практически копией червяка». [26]

В нашем случае червячная передача цилиндрическая.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом червяка привода горизонтально-фрезерного станка является сталь 20Х ГОСТ 4543-2016 [6].

Физико-механические свойства стали 20Х представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 20Х

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
640	230...250	390	49	13

«Современное машиностроение требует повышения служебных свойств и надежности работы изделий, что неразрывно связано с применением и совершенствованием конструкционных сталей и сплавов, а также с разработкой новых материалов с особыми структурой и свойствами для специальных условий эксплуатации. При этом остро стоят вопросы разработки и оптимизации технологий производства и упрочняющей обработки материалов. Для решения данных вопросов современному техническому специалисту необходимо совместно рассматривать особенности кристаллического строения, структуры, химического состава, деформации и разрушения, а также условий применения конструкционных сталей и сплавов. При этом важны теоретические закономерности физико-химических явлений, лежащих в основе традиционных и новых технологий их производства». [21]

«Конструкционные стали являются основным материалом для изготовления широкого спектра деталей, работающих в различных условиях, от надежности которых зависит безопасность эксплуатации конструкций, оборудования, механизмов и машин. Из всех материалов, применяемых в настоящее время и прогнозируемых в будущем, только сталь позволяет получить оптимальное сочетание высоких значений механических и эксплуатационных характеристик при хорошей технологичности и сравнительно низкой стоимости». [21]

«Изучение структурообразующих процессов в металле является научной основой для повышения свойств существующих и разработки новых конструкционных сталей с заданными структурой и свойствами с учетом растущих потребностей развития современного машиностроения». [21]

«Одно из основных условий развития современного машиностроения – это повышение служебных свойств конструкционных сталей и сплавов. С повышением рабочих нагрузок и ужесточением условий эксплуатации растут требования к деталям и конструкциям, поэтому развитие промышленности требует создания новых марок сталей». [21]

«Решение этих задач связано с разработкой новых составов с особыми структурой и свойствами, с созданием и совершенствованием технологий производства, обработки и упрочнения. Современные технологии производства конструкционных сталей и сплавов основаны на научных методиках реализации физико-химических процессов и явлений». [21]

«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». [21]

«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». [21]

«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». [21]

«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». [21]

«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». [21]

«Технологичной называется такая конструкция, которая изготавливается при минимальных затратах труда, времени, средств и обеспечивает заданные эксплуатационные показатели». [25]

Конструкция червяка горизонтально-фрезерного станка довольно простая, имеет технологические центровые отверстия, различные фаски. Поэтому делаем вывод о достаточной технологичности детали.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«В зависимости от потребностей различные изделия машиностроительного производства изготавливают в различных количествах. Одни изделия на предприятии изготавливают в одном экземпляре, другие – сотнями тысяч штук». [20]

«В зависимости от номенклатуры и объема выпуска изделий различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. Серийное производство делят на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное». [20]

«Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается». [20]

«Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. Продукцией серийного производства являются машины установившегося типа, выпускаемые в значительных количествах. Этот тип производства является наиболее распространенным». [20]

«Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна операция. Продукцией массового производства являются изделия, рассчитанные на широкий круг потребителей». [20]

«Деление производства на типы в известной мере является условным и производится по преобладающему производству. Например, на подшипниковом заводе производство подшипников является массовым. В ремонте же цехе завода имеет место единичное производство». [20]

Тип машиностроительного производства, исходя из массы детали $m = 2,5$ кг и годового объема выпуска $N = 7000$ штук, примем среднесерийный.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Характерным признаком серийного производства является выполнение на рабочих местах относительно небольшого числа периодически повторяющихся операций. В серийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса или по его типам (мелкосерийное производство). Технологические процессы в серийном производстве разрабатываются подробно. Квалификация основных рабочих в целом ниже, чем в единичном производстве, но остается высокой, например при работе на станках с ЧПУ».

[20]

Согласно этим характерным показателям машиностроительного производства будем проектировать технологический процесс изготовления червяка горизонтально-фрезерного станка.

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Изготовление деталей начинается с производства заготовок. Заготовкой называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь».

[24]

«Заготовки характеризуются конфигурацией и размерами, точностью получаемых размеров, структурой металла, состоянием поверхности и так далее. Форма и размеры заготовки определяют технологию ее изготовления и последующую механическую обработку. Точность размеров является

важнейшим фактором, влияющим на стоимость изготовления детали. Необходимо обеспечить стабильность размеров заготовки в пределах изготавливаемой партии». [24]

«Состояние поверхности (отбел чугуновых отливок, слой окислы на поковках и так далее) может существенно затруднять последующую механическую обработку резанием». [24]

Форма детали такова, что ее примерную форму можно получить двумя следующими способами: прокатом или штамповкой. В случае получения заготовки прокатом [8] ее масса будет равна $m = 6,52$ кг, а при штамповке [5] масса заготовки будет $m = 3,65$ кг. Выполним подробный расчет для выбора наиболее выгодного варианта.

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

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$ ». [12]

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

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

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

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

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

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

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

где $Q_{\text{шт}} = 3,65$; $q = 2,5$; $C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [12]

$$C_{mii} = 0,2715 \cdot 3,65 + 0,6723(3,65 - 2,5) - (3,65 - 2,5)0,0144 = 1,7476.$$

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

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

где $Q_{np} = 6,52$; $q = 2,5$; $C_{отх} = 0,0144$ ». [12]

$$C_{mn} = 0,2219 \cdot 6,52 + 0,6723(6,52 - 2,5) - 0,0144(6,52 - 2,5) = 4,0915 \text{ руб.}$$

Наиболее выгодным вариантом является штамповка.

«Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3} \text{ »}. [12] \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{2,5}{3,65} = 0,68.$$

$K_{им}$ соответствует среднесерийному производству.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«Разработка технологического процесса имеет целью дать подробное описание всех этапов изготовления детали с технико-экономическими расчетами и обоснованием принятых решений. В результате составления технологической документации инженерно-технические работники и рабочие получают всю необходимую информацию для реализации разработанного технологического процесса на предприятии. При разработке технологического процесса определяют средства технологического оснащения (оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструменты), трудоемкость и себестоимость изготовления деталей». [20]

«Этo служит основой для организации снабжения основными и вспомогательными материалами, календарного планирования производства, технического контроля, инструментального и транспортного обеспечения, а также для проведения производственных площадей, необходимых энергетических ресурсов и рабочей силы». [20]

«Следует различать разработку технологических процессов для действующих предприятий и для вновь проектируемых (реконструируемых). В первом случае необходимость разработки технологических процессов изготовления деталей возникает при освоении в производстве нового или усовершенствованного изделия, а также при производстве уже освоенных изделий для повышения технико-экономических показателей изготовления деталей на базе внедрения современных достижений науки и техники. В втором случае разработанные на основе этих достижений технологические процессы изготовления деталей являются основой всего проекта нового (реконструируемого) предприятия». [20]

«При разработке технологического процесса для действующих заводов в дополнение к этим базовым исходным данным необходимо располагать сведениями об имеющемся оборудовании, приспособлениях, инструментах, производственных площадках и других производственных условиях. При этом технолог в своих решениях зачастую вынужден ориентироваться преимущественно на применение имеющихся на предприятии средств технологического оснащения». [20]

«Справочная информация представляет собой каталоги и паспорта технологического оборудования, альбомы приспособлений, стандарты и нормы на режущий и измерительный инструменты, нормативы по точности обработки и качеству поверхностных слоев заготовок, расчету припусков, режимов резания, норм времени, тарифно-квалификационные справочники и другие. К руководящей информации относят данные о перспективных технологических процессах в отрасли, стандарты на технологические

процессы и технологическую документацию, основные требования по состоянию и перспективам развития производства на предприятии». [20]

«Детали с наружными поверхностями вращения подразделяют на несколько классов в зависимости от конструкторско-технологического подобия, которое определяется совокупностью признаков. За основу обычно принимаются следующие основные признаки: геометрическая форма, параметрический (учитывает отношение длины детали к диаметру), конструктивный, функциональный». [5]

«Учитывая один из основных признаков классификации – геометрическую форму деталей, рассмотрена обработка трех классов деталей, имеющих разнообразную форму и наружные поверхности тел вращения:

- тела вращения типа валов, дисков, штоков и другие;
- тела вращения с профилем типа лопаток компрессора с цапфами;
- тела вращения и невращения типа тройников, угольников, крестовин (детали арматуры), имеющие элементы с наружными поверхностями вращения». [5]

Анализ поверхности 1 показал, что форма поверхности - плоская наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: центровально-подрезная обработка.

Анализ поверхности 2 показал, что форма поверхности - цилиндрическая наружная; качество точности IT6; шероховатость Ra 0,8. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхностей 3, 4, 5, 6, 10, 11, 14-16 показал, что при их показателях качества и форме необходим следующий технологический маршрут: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 7 показал, что форма поверхности - вольвентная; квалитет точности IT8; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: резьбофрезерование и резьбошлифование.

Анализ поверхности 8 показал, что форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: резьбофрезерование.

Анализ поверхности 9 показал, что форма поверхности - эвольвентная; квалитет точности IT8; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: резьбофрезерование и резьбошлифование.

Анализ поверхности 12: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

Анализ поверхности 13: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT6; шероховатость Ra 0,8. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 17: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT7; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

Анализ поверхности 18: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: центrovально-подрезная обработка.

Анализ поверхности 19: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: шпоночно-фрезерная обработка.

Анализ поверхности 20: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT11; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: шпоночно-фрезерная обработка.

Анализ поверхности 21: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: шпоночно-фрезерная 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». [22]

Расчетно-аналитическим методом определим припуски на обработку поверхности 2 с параметрами $\varnothing 35k6^{+0,018}_{+0,002}$ мм, $L = 47$ мм, $Ra = 0,8$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \gg. [22] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,200 = 0,550.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004.$$

«Максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,550^2 + 0,025^2} = 0,951.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{TO})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,060.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,951 + 0,5(2,200 + 0,250) = 2,176.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,125 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,016) = 0,088.$$

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

$$d_{4\min} = 35,002.$$

$$d_{4\max} = 35,018.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 35,018 + 2 \cdot 0,060 = 35,138.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 35,138 + 0,016 = 35,154.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 35,154 + 2 \cdot 0,125 = 35,404.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 35,404 + 0,100 = 35,504.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 35,504 \cdot 0,999 = 35,468.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,468 + 0,062 = 35,530.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 35,530 + 2 \cdot 0,263 = 36,056.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,056 + 0,250 = 36,556.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 36,556 + 2 \cdot 0,951 = 38,458.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 38,458 + 2,200 = 40,658.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(40,658 + 38,458) = 39,558.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(36,556 + 36,056) = 36,306.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(35,530 + 35,468) = 35,499.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(35,504 + 35,404) = 35,454.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(35,154 + 35,138) = 35,146.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(35,018 + 35,002) = 35,010.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

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

$$2Z_{\min} = 38,458 - 35,018 = 3,440.$$

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

$$2Z_{\max} = 3,440 + 2,200 + 0,016 = 5,656.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(3,440 + 5,656) = 4,548.$$

Мы определили припуски при обработке поверхности 2, что будем использовать при проектировании операций и расчете режимов обработки этой поверхности.

2.6 Расчет режимов резания

«Определение режимов обработки производится по операциям и переходам после выбора оборудования и режущего инструмента в такой последовательности:

- назначается глубина резания t (мм);
- выбирается подача S ;
- определяется скорость резания V (м/мин);

– рассчитывается и уточняется по паспорту станка частота вращения шпинделя n (мин^{-1})». [2]

«При определении режимов резания по общемашиностроительным нормативам, нормативы базируются на исходных данных экспериментально-исследовательских работ. Служат для назначения рационального режима резания и выборе наиболее выгодного сочетания скорости резания и подачи, обеспечивающих наибольшую производительность труда с учетом режущих свойств инструмента и возможностей оборудования». [2]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 015.

Глубина резания $t = 2,5$. [19]

Подача $S = 0,3$. [19]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 180$ ». [19]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [19] } \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 57,3} = 1000,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [19] } \quad (15)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 57,3 \cdot 1000}{1000} = 179,9 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{. [19]} \quad (16)$$

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

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{. [19]} \quad (17)$$

$$T_0 = \frac{151}{300} = 0,50 \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 030.

Глубина резания $t = 4$. [19]

Подача $S_z = 0,025$. [19]

«Подача на оборот шпинделя

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

где $z = 4$ ». [19]

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

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

где $D = 4; C_V = 7; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30$. [19]

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где $K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 0,5; K_{LV} = 1,0$. [19]

$$V = \frac{7,0 \cdot 4^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,5 = 15,5 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 15,5}{3,14 \cdot 4} = 12341, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1000}{1000} = 12,6, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1000 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S} \quad (20)$$

$$n_{отв} = 1; L_{px} = 35.$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 35}{100} = 0,35 \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы обработки указаны в технологической части работы (приложение А) и на технологических наладках, представленных в графической части.

3 Проектирование приспособления

«Горизонтальные плоскости фрезеруют на горизонтально-фрезерных станках цилиндрическими фрезами и на вертикально-фрезерных станках торцевыми фрезами. Цилиндрическими фрезами целесообразно обрабатывать горизонтальные плоскости шириной до 120 мм. В большинстве случаев плоскости удобнее обрабатывать торцевыми фрезами вследствие большей жесткости их крепления в шпинделе и более плавной работы, так как число одновременно работающих зубьев торцевой фрезы больше числа зубьев цилиндрической фрезы». [3]

«Шпоночные пазы фрезеруют концевыми или шпоночными фрезами (рисунок 4) на вертикально-фрезерных станках. Точность получения шпоночного паза – важное условие при фрезеровании, так как от нее зависит характер посадки на шпонку сопрягаемых с валом деталей. Фрезерование шпоночной фрезой обеспечивает получение более точного паза: при переточке по торцевым зубьям диаметр шпоночной фрезы практически не меняется». [3]

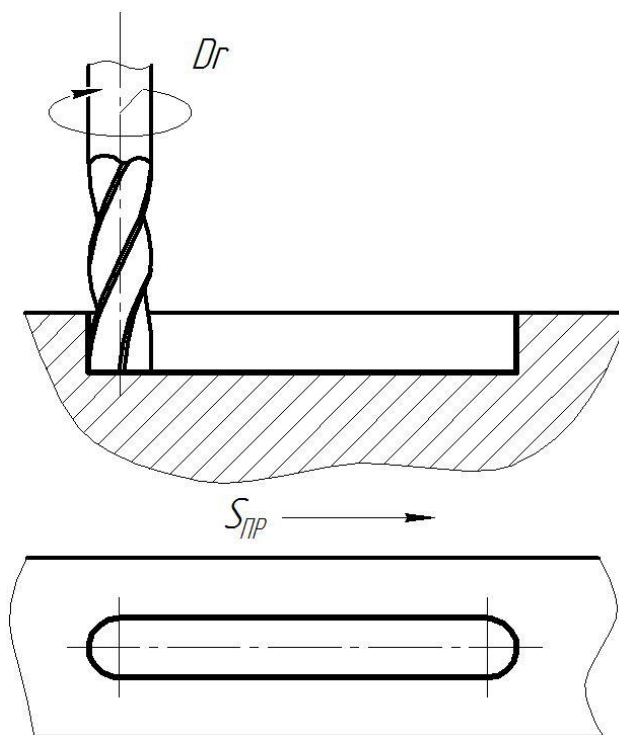


Рисунок 4 – Фрезерование шпоночного паза

«Фрезы для обработки пазов отличаются специальной геометрией и более жесткими допусками по диаметру, необходимыми для обеспечения точности». [3]

«Обработку прямоугольных пазов выполняют за один или несколько проходов (рисунок 5). Черновая обработка широких пазов на оборудовании с ЧПУ может выполняться с разбивкой». [3]

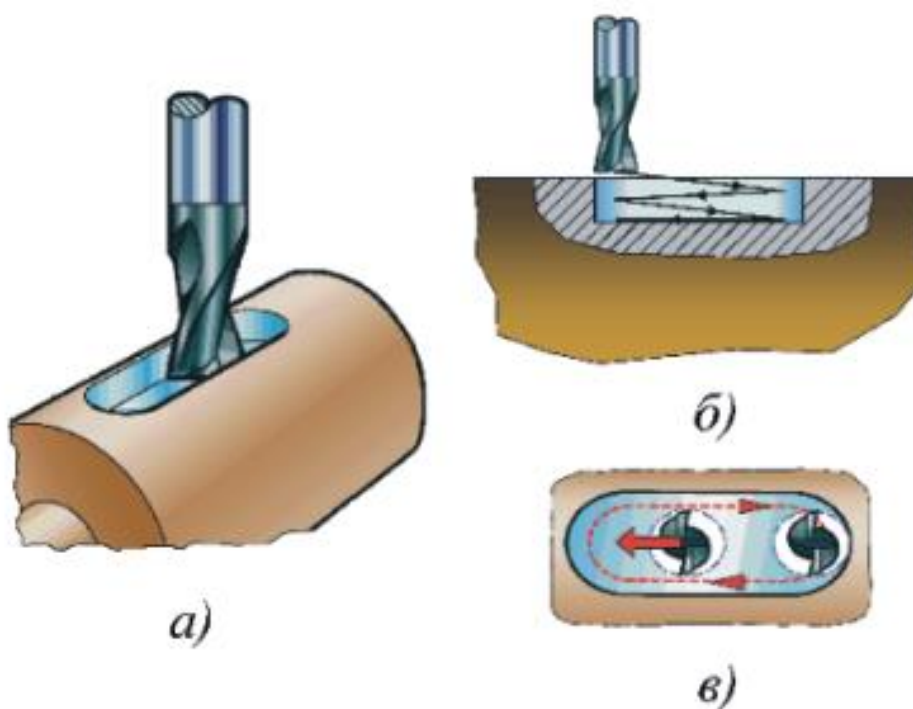


Рисунок 5 – Схема фрезерования шпоночного паза

«Шпоночные пазы под призматические шпонки обрабатывают концевыми (шпоночными) фрезами начерно на полную глубину, а затем выполняют чистовое фрезерование по контуру». [3]

3.1 Описание операции

На шпоночно-фрезерной операции 030 выполняется фрезерование шпоночного паза червяка привода горизонтально-фрезерного станка

(поверхности 19, 20, 21) шириной $4P9(-0,012/+0,042)$ мм и длиной 33 мм. Эскиз операции представлен на рисунке 6.

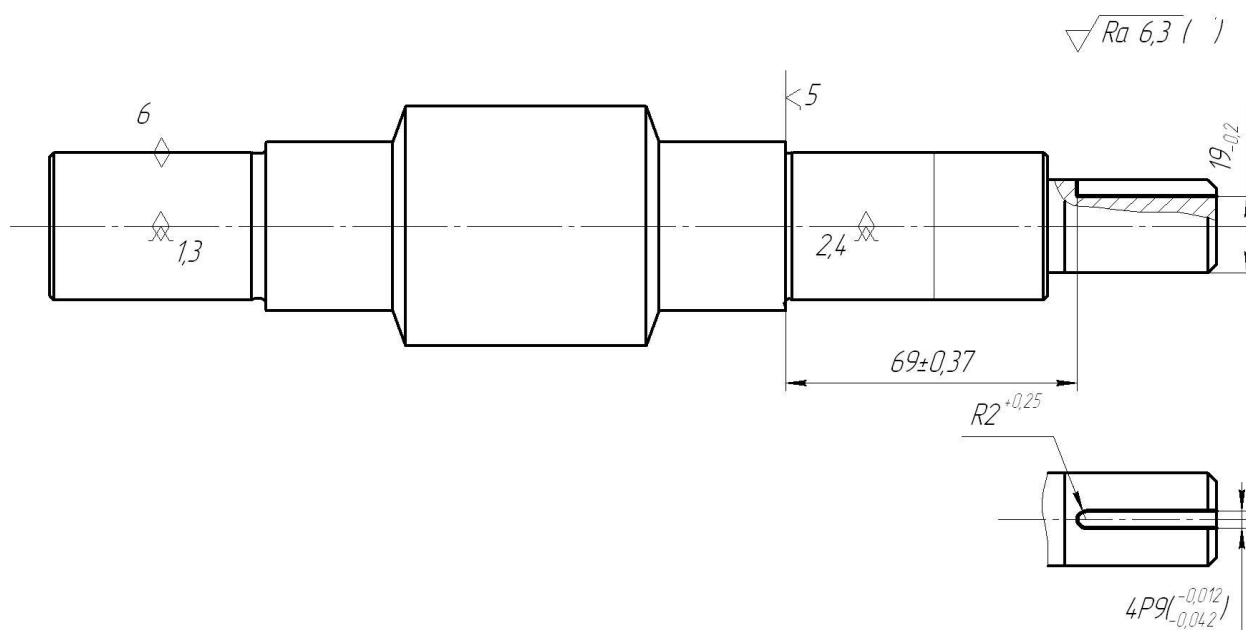


Рисунок 6 – Эскиз операции

В этом разделе нам необходимо разработать металлорежущий инструмент для этой операции.

3.2 Описание устройства приспособления

«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». [16]

«В условиях единичного и мелкосерийного производства широко применяют универсально-сборные приспособления. В серийном производстве используют специализированные быстроперенастраиваемые приспособления. В крупносерийном и массовой производстве в большинстве случаев применяют специальные приспособления, имеющие одноцелевое назначение и предназначенные для выполнения одной операции». [16]

«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 (ГПС)». [16]

«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». [16]

«Правила конструирования приспособлений для различных видов механической обработки одинаковы. Однако у каждого вида приспособлений существуют дополнительные требования, учитывающие особенность работы». [16]

«Для фрезерных приспособлений – это правильная установка на стол станка, обеспечиваемая применением направляющих шпонок, закрепленных на нижней поверхности корпуса, и настройка режущего инструмента по установу, помещенному на корпусе». [16]

«Некоторые типовые приспособления изготавливают на специализированных предприятиях. Большинство специальных приспособлений машиностроительные предприятия делают своими силами». [16]

«Знание методики расчета точности обработки деталей в станочных приспособлениях, знание существующих зажимных механизмов и методики их расчета, правильный выбор приводов позволяют обоснованно разрабатывать конструкции оснастки с обеспечением их эффективности». [16]

«Приспособлениями называются вспомогательные устройства к технологическому оборудованию для выполнения операций механической обработки, сборки, испытания и контроля изделий». [16]

«Применяя приспособления автоматического типа, высвобождают рабочую силу в результате более широкого внедрения многостаночного обслуживания. Использование этих приспособлений во многих случаях позволяет автоматизировать производство на базе дешевых универсальных станков, что дает соответствующий экономический эффект». [16]

В нашем случае приспособление (рисунок 7) устанавливается на стол шпоночно-фрезерного станка модели 692Д.

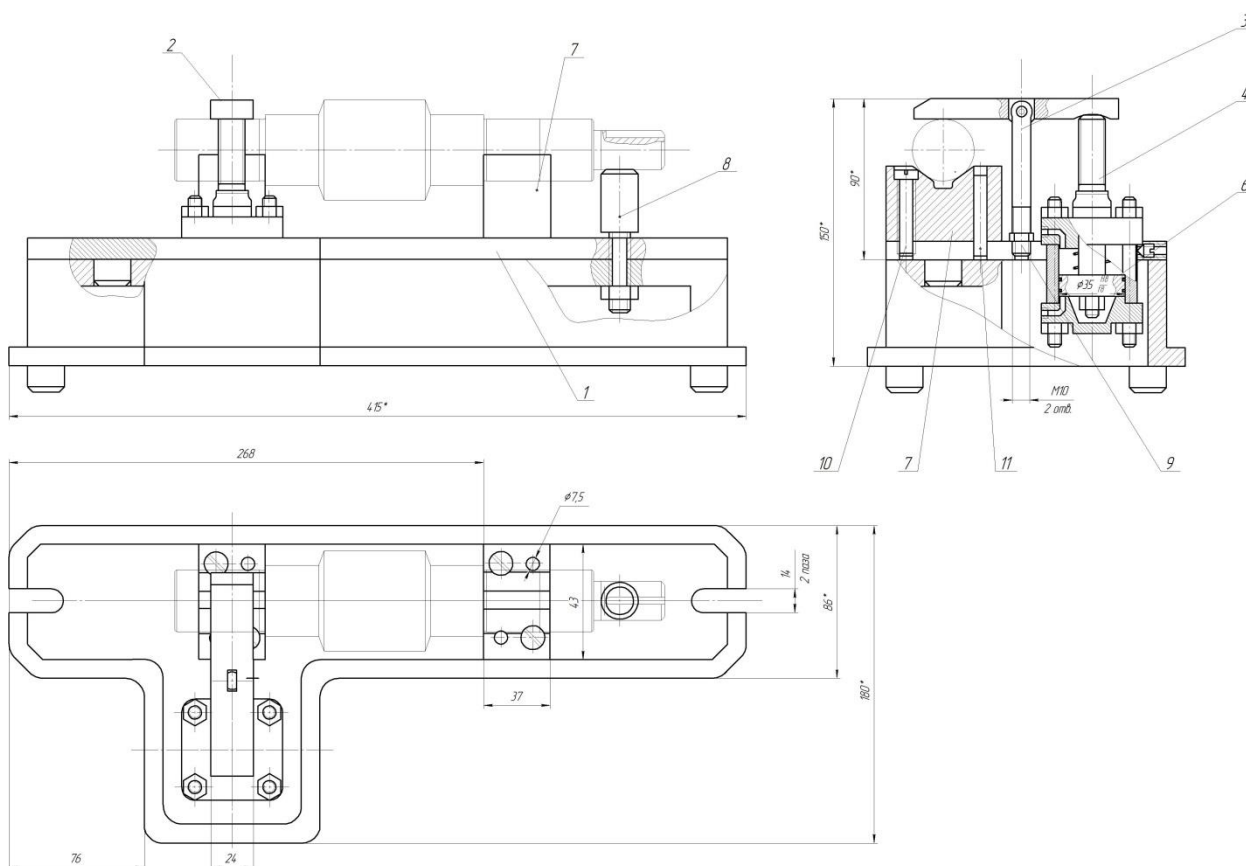


Рисунок 7 – Приспособление для шпоночно-фрезерной операции

Так как в приспособление устанавливается деталь, являющаяся телом вращения, то необходимо применять опорные призмы (позиция 7), на которые устанавливаются цилиндрические поверхности. Для того, чтобы при

обработке паза не произошло упругих деформаций заготовки предусмотрен упор (позиция 8). Заготовка при позиционировании в приспособлении при помощи гидроцилиндра удерживается прижимом.

3.3 Расчёт приспособления на точность

На рисунке 8 представлена схема закрепления деталей в призмах.

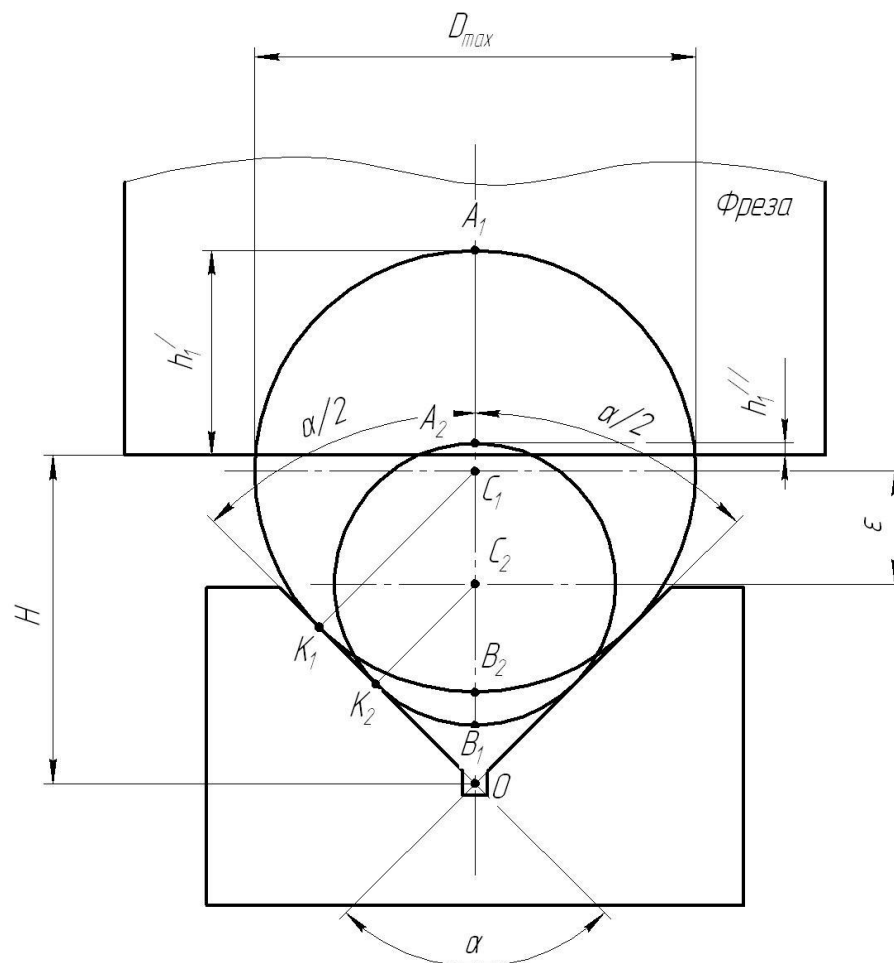


Рисунок 8 – Схема закрепления

«При обработке вала-шестерни в призме могут быть следующие измерительные базы для размера h ». [16]

«При контроле размера h_1 измерительной базой является точка А; контроле размера h_2 измерительной базой является точка В; при контроле размера h_3 измерительной базой является точка С». [16]

Погрешность установки заготовки в приспособление

$$\varepsilon = (D_{\min} + h_1') - (D_{\min} + h_1'') = h_1' - h_1'' = OA_1 - OA_2.$$

$$OA_1 = OC_1 + C_1A_1 = \frac{C_1K_1}{\sin \alpha/2} + C_1A_1.$$

$$C_1K_1 = C_1A_1 = \frac{D_{\max}}{2},$$

$$OA_1 = \frac{D_{\max}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

$$OA_2 = \frac{D_{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

$$\varepsilon = \frac{D_{\max}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \left(\frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \right) \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{\delta}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) \quad (21)$$

$$\varepsilon = \frac{0,016}{2} \left(\frac{1}{\sin^{108} \alpha/2} + 1 \right) = 0,018, \text{ мм.}$$

Рабочие поверхности тары технологического транспорта при перемещении или перевозке предметов труда, как внутри производства, так и между производствами (цехами) машиностроительного предприятия подвергаются воздействию высоких температур. Ввиду этого такие характеристики, как пределы прочности и текучести материала, из которого изготовлена технологическая оснастка, снижаются, а следствием этого происходит деформация и разрушение материала (появляются трещины и дефекты), что приводит оснастку в негодность.

При термической обработке предметов производства после нагрева их помещают в охлаждающие среды, которые обыкновенно могут иметь сложные химические составы, включая соли, щелочи, что приводит к окислению и коррозии поверхностей технологической оснастки.

Однослойное покрытие имеет ряд недостатков, связанных с повышенной хрупкостью, связанной с большой толщиной. Многослойное же

покрытие тоже имеет недостатки, связанные с малой толщиной слоев и с этим связана мягкость их фазы. Таким образом, имеется необходимость получения многослойного покрытия с большой плотностью, которые по фазовому составу похожи на однослойное покрытие.

Варьированием параметров нанесения многослойного покрытия из нитрида титана плазмохимическим методом было получено покрытие, состоящее из сотен тонких слоев, которые чередуются. Нанесение такого покрытия на штамповые направляющие позволило повысить их износостойкость в 2,1...2,4 раза.

Штамповочное производство имеет одну большую проблему, которая заключается в низкой стойкости, то есть быстрому износу, а также высокой стоимости штамповой оснастки. При применении горячей объемной штамповки имеет место еще и температурный фактор, который заключается в применении рабочих температур штамповки, которые значительно превышают теплостойкость материала штамповой оснастки, и, в связи с этим, износ штамповой оснастки увеличивается. Поэтому в условиях массового или крупносерийного производств в штамповой оснастке применяют твердосплавные вставки, которые значительно повышают ее износостойкость.

Приспособление для обработки шпоночного паза, в отличие от приспособления базового варианта, имеет механический привод. За счет механизации приспособления снижается время, затрачиваемое на установку и снятие заготовки в приспособлении, что сказалось на экономических расчетах.

4 Проектирование режущего инструмента

«Обычно фрезерные станки оснащены вращающимся инструментом в главном шпинделе. Режущий инструмент, используемый при фрезеровании, называется фреза. Равноотстоящие периферийные зубья периодически зацепляются и обрабатывают заготовку. Это называется прерывистое резание. Заготовки при этом, как правило, удерживаются в зажимных приспособлениях». [18]

«Фрезы для металлообработки классифицируются в зависимости от формы, которая зависит от направления приложения усилия к режущей кромке. По этому параметру фрезы делятся на цилиндрические, торцовые, дисковые, концевые, угловые, шпоночные, червячные и другие (рисунок 9)». [18]



Рисунок 9 – Типы фрез

«Также фрезы классифицируют по нескольким другим параметрам. Такие классификации нужны для того, чтобы оптимально подобрать инструмент под требуемые условия обработки». [18]

«По способу закрепления режущих инструментов – фрезы цельные или сборные с напаянными пластинами, с рифлеными вставными ножами, с механическим креплением режущих пластин». [18]

«По способу закрепления на станке – фрезы концевые и насадные (рисунок 10)». [18]



Рисунок 10 – Концевые (а) и насадные (б) фрезы

«По расположению зуба на фрезе – фрезы прямозубые и с винтовым зубом». [18]

«По виду задней поверхности лезвия – фрезы плоско заточенные и затылованные, у которых передняя поверхность лезвия плоская, а задняя выполнена по спирали Архимеда». [18]

«По материалу, из которого изготовлена режущая часть фрезы – из быстрорежущей стали, из твердого сплава, из керамики, из эльбора». [18]

«По виду хвостовика для закрепления фрезы в шпинделе – фрезы с цилиндрическим и коническим хвостовиками». [18]

«По размеру зубьев – фрезы с мелкими и крупными зубьями». [18]

«Сегодня большая часть фрезерных работ выполняется торцовыми и концевыми фрезами. В торцовых фрезах используются сменные твердосплавные пластины, а в концевых фрезах используются твердосплавные или пластинчатые фрезы. По сути, инструменты для фрезерования представляют собой фрезы с хвостовиком, имеющие зубья на окружной поверхности и на одном конце. Таким образом, их можно использовать для обработки торцов, профилирования и концевого фрезерования. Зубья могут быть как прямыми, так и винтовыми, но последние встречаются чаще. Малые концевые фрезы имеют прямые хвостовики, тогда как конические хвостовики используются для фрез больших диаметров». [18]

4.1 Исходные данные

На шпоночно-фрезерной операции 030 обрабатывается шпоночный паз, как представлено на рисунке 11.

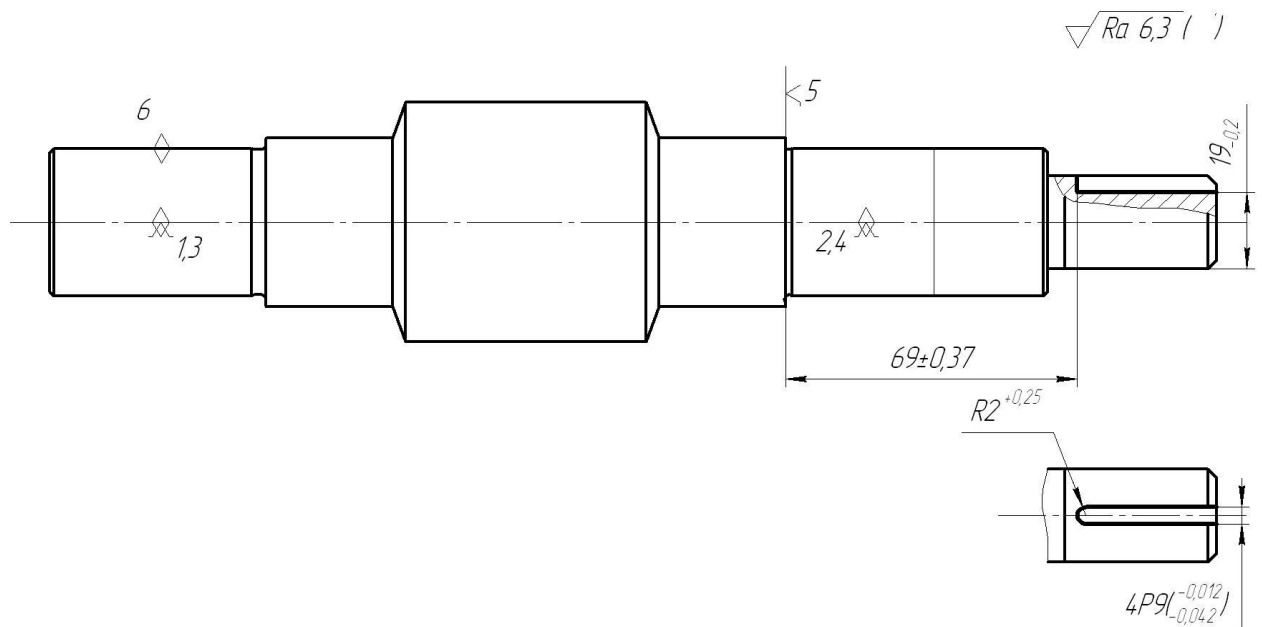


Рисунок 11 – Эскиз операции

Этот раздел направлен на разработку режущего инструмента для этой технологической операции.

4.2 Проектирование фрезы

Так как ширина шпоночного паза $b = 4$ мм, то принимаем диаметр концевой фрезы $d = 4$ мм.

«Длина фрезы

$$L = l_1 + l + l_2, \quad (22)$$

где l_1 – длина режущей части;

l – длина шейки;

l_2 – длина хвостовика». [11]

Длина режущей части

$$l_1 = 4 \cdot d. \quad (23)$$

$$l_1 = 4 \cdot 4 = 16 \text{ мм.}$$

Длина шейки

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right), \quad (24)$$

$$l = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{4} + \frac{12}{4} \right) = 17,7 \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 18$ мм.

Общая длина

$$L = 16 + 18 + 46 = 80 \text{ мм.}$$

«Сплавы титана имеют несколько меньшую жаропрочность, чем специальные стали. Рабочая температура их использования – не более 500–550°С. При превышении этой температуры титан и его сплавы легко окисляются и интенсивно поглощают газы. При технологических и эксплуатационных нагревах необходимо принимать меры для защиты титана от газонасыщения. Основной целью легирования титановых сплавов является повышение прочности, жаропрочности и коррозионной стойкости». [11]

«Концевые фрезы из быстрорежущей стали диаметром до 10 мм включительно выпускаются с цилиндрическим хвостовиком того же диаметра». [11]

Число зубьев фрезы

$$z = (0,1...1,3)d \geq 2...12 \quad (25)$$

$$z = (0,1...1,3) \cdot 4 = 0,4...5,2.$$

$$z = 4.$$

«Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют стружечную канавку с углом наклона $\omega=30...45^\circ$ ». [11]

$$\omega = 30^\circ.$$

Радиус спинки зуба

$$R = (0,3...0,45)d \quad (26)$$

$$R = (0,3...0,45)4 = 1,2...1,8, \text{ мм.}$$

$$R = 1,5 \text{ мм.}$$

Твердосплавная обработка - это эффективная чистовая обработка закаленных материалов с твердостью 45 HRC и более с помощью

наконечников или цельных режущих пластин, предпочтительно из кубического нитрида бора (CBN). Твердосплавная обработка выходила за рамки применения обычных карбидов. Другим препятствием для твердосплавной обработки был металлорежущий станок с требуемой жесткостью и высокой частотой вращения шпинделя. Традиционно все закаленные детали, такие как шестерни, валы, кольца подшипников с твердостью от 45 до 68 HRC шлифуются для получения требуемых жестких допусков и чистовой обработки поверхности. Производительность шлифования ограничена из-за ограничений по диаметру круга, скорости резания и длины дуги контакта. Благодаря повышенной жесткости и высокой производительности на станках с ЧПУ и режущих инструментах из кубического нитрида бора и керамики твердотельная обработка широко и успешно применяется для изготовления сложных заготовок за один этап и достижения точности по размерам и шероховатости приближаются к качеству шлифования.

Концевая фреза для обработки шпоночного паза червяка привода горизонтально-фрезерного станка представлена в графической части.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии червяков привода горизонтально-фрезерного станка.

«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 данной части работы проанализируем техпроцесс изготовления червяка привода горизонтально-фрезерного станка на предмет безопасности и экологичности. Рассматривать

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

В нашей работе в отличие от базового варианта изготовления червяка изменению подверглась шпоночно-фрезерная операция 030, которая выполняется на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д.

Заготовка закрепляется в специальное приспособление, имеющее зажим, оснащенный пневматическим приводом (рисунок 12). Станочник, выполняющий операцию, устанавливая заготовку, располагает ее на призмы и упирает в торец. После этого нажимает на кнопку, включая пневматический привод, и он окончательно фиксирует заготовку в приспособлении.

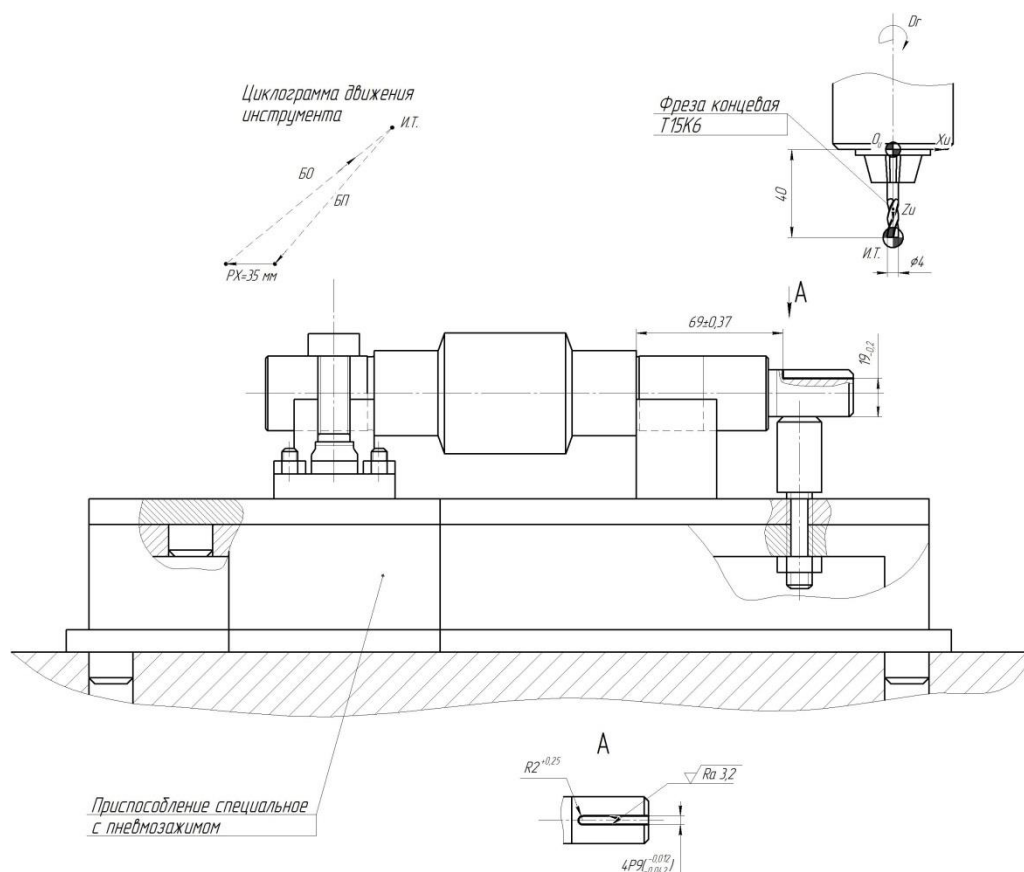


Рисунок 12 – Операция 030

Инструментом на данной операции является концевая четырехзубая фреза диаметром 4 мм, изготовленная из твердого сплава Т15К6. Фреза изначально находится в итоговой точке. После этого выполняется быстрый подвод инструмента на ускоренной подаче. Затем выполняется рабочий ход с рабочей подачей – это горизонтальное перемещение фрезы длиной 35 мм. После этого инструмент с ускоренной подачей совершает быстрый отвод в итоговую точку.

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». [16]

«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». [16]

При фрезерной обработке инструментом, которым является фреза, с заготовки снимается слой и образуется 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 шпоночно-фрезерного станка являются опасными для работников механообрабатывающего цеха, поэтому для исключения

резкого движения в работников необходимо оградить станок специальными защитными ограждениями. Этот предотвратит возможность резкого движения стола фрезерного станка в работника 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». [17]

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 шпоночно-фрезерном станке предусмотрен экран из оргстекла (рисунок 13), который необходимо опускать при обработке. При опущенном экране отлетающая стружка будет попадать в защитный экран и не попадет в станочника.



Рисунок 13 – Защитный экран шпоночно-фрезерного станка

Тем не менее, приходя на работу, станочник, управляющий шпоночно-фрезерным 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 фрезеровщика 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. [10] Необходимо обеспечить цех средствами вентиляции воздуха.

Внутри цеха необходимо осуществить электробезопасность. В связи с внедрением в производство шпоночно-фрезерного станка нам необходимо выполнить ему 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

Из-за неверных действий сотрудников предприятия на участке может возникнуть пожар класса Е, связанный с воспламенением электроустановок.

«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». [14]

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 [9] и огнетушителями [7]. Это позволит потушить пожар на ранней стадии при его возникновении.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В связи с испарением СОТС необходимо осуществлять вентиляцию помещения. Это искусственно создается системами кондиционирования [26].

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. Эти системы также улучшают микроклимат рабочих мест на производстве.

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

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 14.

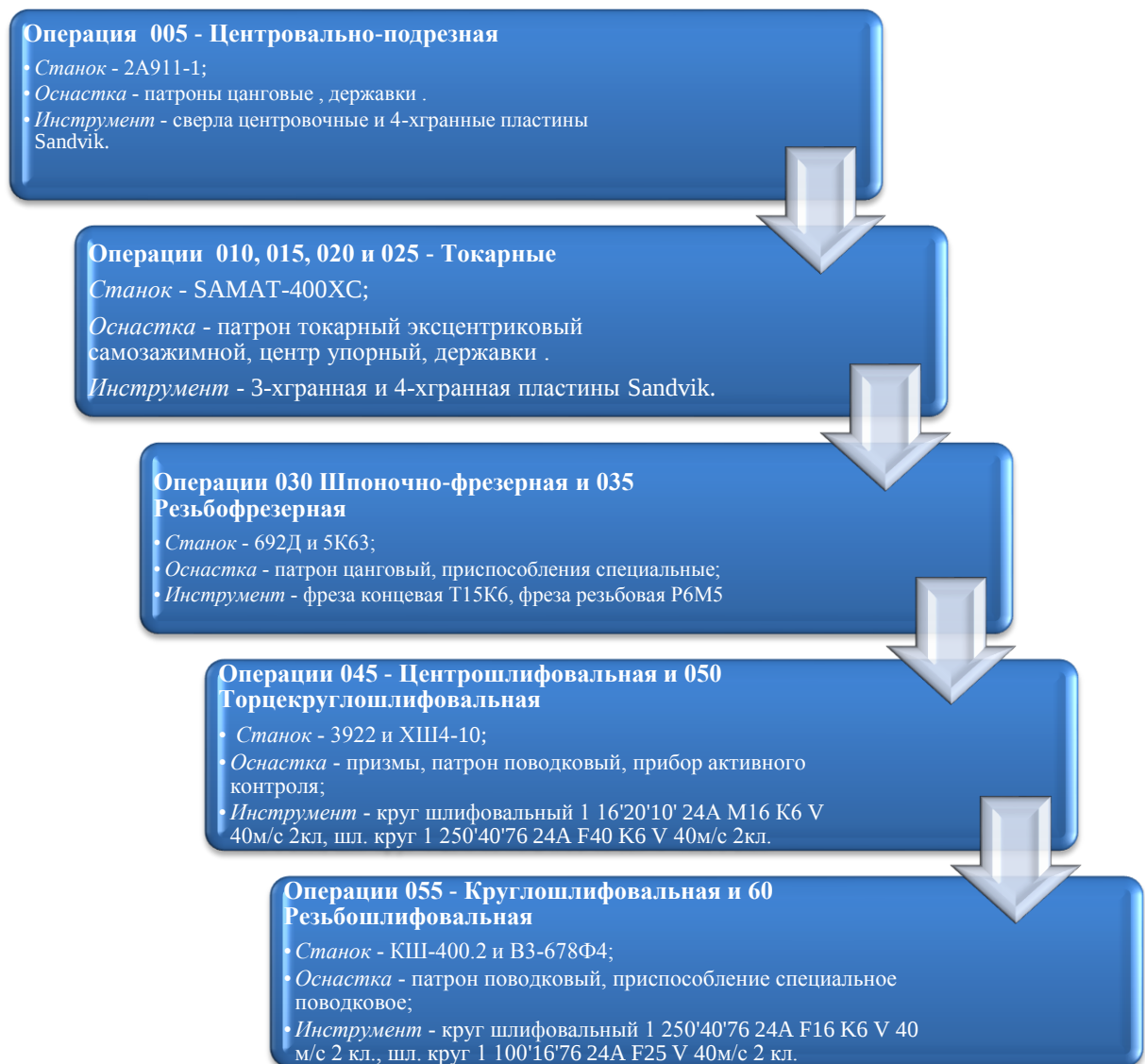


Рисунок 14 – Обобщенная схема процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [12]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 15.

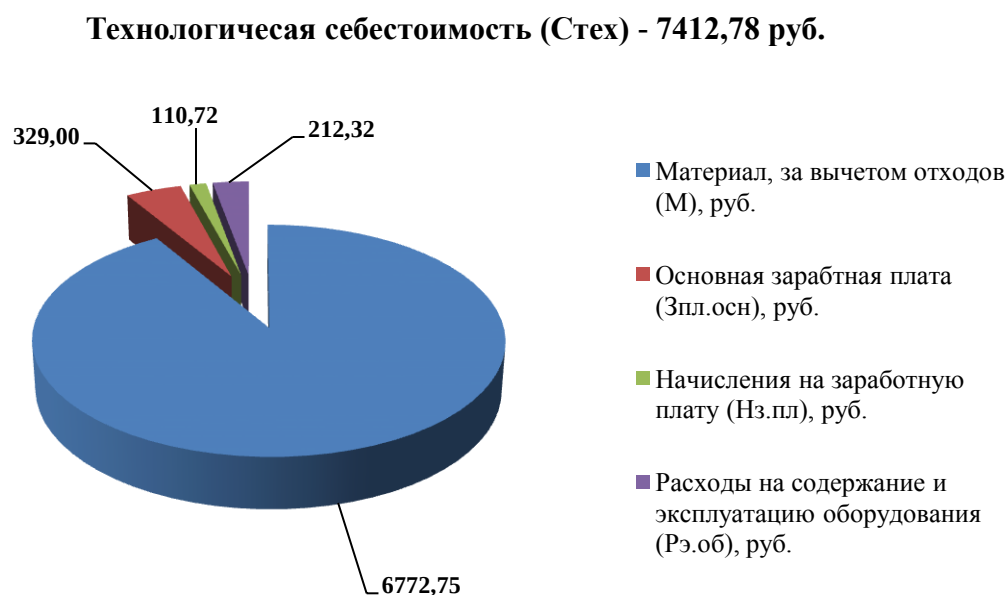


Рисунок 15 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется

Из рисунка 15 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от расходов на материалы, которые составляют 91,3 % 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» [12]. 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 ($K_{П.ОБ}$)» [12]. На рисунке 16 представлены данные экономических показателей и общий объем инвестиций.

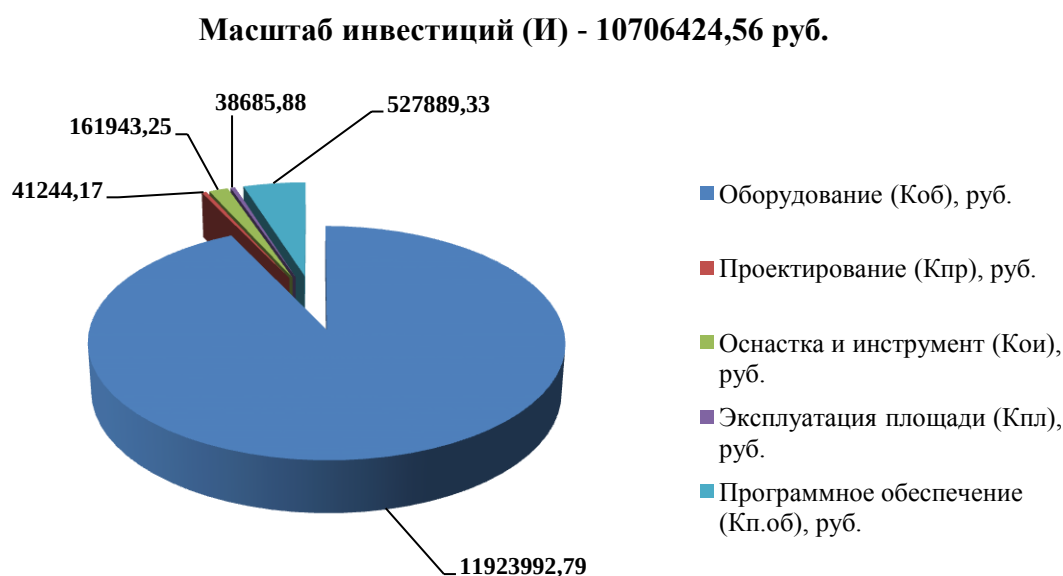


Рисунок 16 – Цифровые данные экономических показателей и общий масштаб инвестиций

Анализ данных рисунка 16 показывает, что подавляющая часть инвестиций (92,4%) приходится на технологическое оснащение. В то же время, затраты на производственные площади составляют лишь 0,4%, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта [12]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической

эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [12].
Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 17.

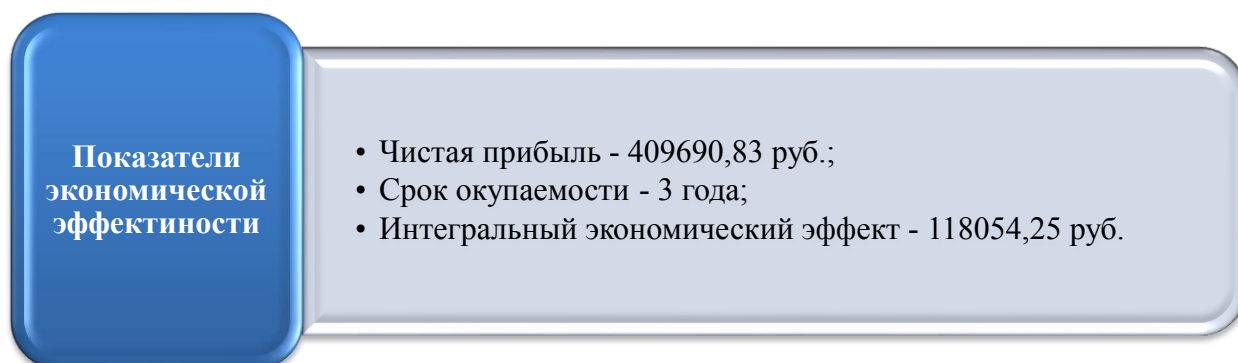


Рисунок 17 – Параметры экономических показателей

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 118054,25 рублей.

В результате выполнения данного раздела выполнены экономические расчёты, которые подтвердили рентабельность предложенного процесса: сокращение времени обработки на 15% 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 червяка привода горизонтально-фрезерного станка, оснащенный актуальными технологическими средствами.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь-червяк горизонтально-фрезерного станка, 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 шпоночно-фрезерной операции 030 нами разработано специальное приспособление с призмами. На этой операции заготовка своими цилиндрическими поверхностями устанавливается в призмы, фиксируется по одному из торцов и зажимается механическим зажимом при помощи пневматического привода. Применение пневмопривода снизило затрачиваемое время операции и принесло экономическую выгоду.

Для фрезерования шпоночного паза нами спроектирована концевая фреза. В отличие от базового варианта техпроцесса данный инструмент изготовлен из твердого сплава T15K6. Ранее инструмент был изготовлен из быстрорежущей стали. За счет изменения инструментального материала повысилась стойкость инструмента, что также дало экономическую выгоду.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. Бердников Л.Н. Справочник фрезеровщика / Л.Н. Бердников, В.Ф. Безъязычный. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. - 272 с.
2. Блюмштейн В.Ю. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов, С.Н. Ковальчук; КузГТУ. - Кемерово, 2016. - 121 с.
3. Бойцов А.Г. Основы механической обработки деталей. Точение и фрезерование : учебное пособие / А.Г. Бойцов, В.И. Высоцкая, Д.Н. Курицын [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 152 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 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. - 10 с.
6. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. - 53 с.
7. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. - 45 с.
8. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. - 36 с.
9. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. - 19 с.
10. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. - 50 с.
11. Кожевников Д.В. 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.

12. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. - Тольятти : ТГУ, 2008. - 152 с.

13. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. - Тольятти. : ТГУ, 2014. - 183 с.

14. 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.

15. Кудряшов Е.А. Приспособления для производства изделий машиностроения: учебник для вузов / Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов, Е.И. Яцун; под ред. Е.И. Кудряшова. - 2-е изд., испр. - М. : Инновационное машиностроение, 2023. - 220 с.

16. 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.

17. Охрана труда : учебное пособие / сост. С.Н. Румянцев. - Караваево : Костромская ГСХА, 2024. - 228 с.

18. Пирогов В.В. Технология конструкционных материалов. Обработка на фрезерных станках: Лабораторный практикум / В.В. Пирогов, С.В. Скрипник, К.А. Сухоруков. - М. : МИРЭА - Российский технологический университет, 2023. - 46 с.

19. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. - М.: НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

20. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 30 с.

21. Солдатов В.Г. Конструкционные стали : учебное пособие для вузов / В.Г. Солдатов. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 184 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. 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.
24. Токмин А.М. Выбор материалов и технологий в машиностроении : учебное пособие / А.М. Токмин, В.И. Темных, Л.А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 235 с.
25. Тюняев А.В. Детали машин : Учебник / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. - 2-е изд, исправ. и доп. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. - 736 с.
26. Тюняев А.В. Основы конструирования деталей машин. Валы и оси : учебно-методическое пособие / А.В. Тюняев. - 3-е изд, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 316 с.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Продолжение таблицы А.1

59

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение таблицы А.1

[illegible]