

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни деревообрабатывающего станка

Обучающийся	<u>К.Ш. Лолаев</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Л.А. Резников</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: Лолаев Комрон Шавкадович.

Группа: ТМб-2101а.

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни деревообрабатывающего станка.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь вал-шестерня деревообрабатывающего станка, выполнен анализ ее 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 015 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление – самозажимной токарный патрон с эксцентриковыми кулачками. Конструкцией этого приспособления предусмотрено, что при возникновении центробежных сил от вращения шпинделя заготовка зажимается в патрон, преодолевая усилия резания. Действия для зажима в приспособление оператор не выполняет. Это уменьшило операционное время принесло экономическую выгоду.

Для фрезерования шпоночных пазов нами спроектирована двузубая концевая фреза. Проектом предлагается на данный вид режущего инструмента нанести износостойкое покрытие из карбида титана. Это мероприятие предлагается выполнять ионно-плазменным методом. За счет нанесения износостойкого покрытия на этот инструмент в два раза повысилась его стойкость, что также дало экономическую выгоду.

Abstract

The modern technological process of manufacturing the shaft-gear of a woodworking machine is designed in the work. At the initial stage of the work, we described the design object, which is the shaft-gear part of a woodworking machine, analyzed its surfaces and classified them. According to the set annual production program, the medium-scale type of machine-building production is selected and its characteristics are indicated. For the production of a blank, two most suitable types of blanks were compared and stamping was selected. Next, the selection of processing methods for each surface, the calculation of allowances and the calculation of cutting modes were carried out.

To base and secure the workpiece in the 015 turning final operation, we have designed a machine tool – a self-locking turning chuck with eccentric cams. The design of this device provides that when centrifugal forces occur from the rotation of the spindle, the workpiece is clamped into the chuck, overcoming the cutting forces. The operator does not perform any actions for clamping into the device. This reduced the operational time and brought economic benefits.

We have designed a two-pronged end mill for milling keyways. The project proposes to apply a wear-resistant titanium carbide coating to this type of cutting tool. This event is proposed to be performed using the ion-plasma method. By applying a wear-resistant coating to this tool, its durability doubled, which also provided economic benefits.

The work includes an analysis of occupational safety and health. This section will reduce the degree of traumatic danger of the production process and increase the health of workers.

The economic calculation showed the effectiveness of a new technological process for manufacturing the shaft-gear of a woodworking machine.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение и условия работы детали.....	10
1.2 Классификация поверхностей детали.....	10
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	11
2 Технологическая часть.....	14
2.1 Определение типа производства.....	14
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	15
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	16
2.4 Выбор методов обработки	18
2.5 Определение припусков.....	24
2.6 Расчет режимов резания.....	27
3 Проектирование приспособления.....	31
3.1 Исходные данные	32
3.2 Силовой расчет	33
3.3 Литературные исследования.....	36
4 Проектирование режущего инструмента.....	43
4.1 Исходные данные.....	45
4.2 Проектирование фрезы.....	45
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	48
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно- техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	49
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	50
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков...	52
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	53

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического	
объекта.....	54
6 Экономическая эффективность.....	55
Заключение.....	59
Список используемой литературы.....	60
Приложение А. Технологическая документация.....	63

Введение

Машиностроение является одной из основных ведущих линий развития современной промышленности. Развитию машиностроения уделяется много внимания нынешнего правительства страны. Составляющей частью машиностроения является станкостроение.

Станкостроение очень важная отрасль мировой промышленности. Такие производства, как химические, предприятия легкой и деревообрабатывающей 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.

В середине 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.

В состав деревообрабатывающего станка входит вал-шестерня, которая является составной частью привода главного движения и предназначена для восприятия вращающего момента стенками шпоночного паза и передачи этого движения при помощи стенок другого шпоночного паза и боковыми сторонами зубьев зубчатого венца.

Целью данной работы является проектирование современного технологического процесса изготовления детали – вал-шестерня деревообрабатывающего станка заданного качества с минимальными затратами на производство.

1 Анализ исходных данных

«Механическая обработка древесины и древесных материалов резанием при изготовлении продукции на деревообрабатывающих предприятиях в основном осуществляется на деревообрабатывающих станках. На них выполняют разнообразные технологические операции по обработке резанием бревен, брусьев, брусков, досок, фанеры, древесных плит и различных пластиков. Многообразие технологических операций при изготовлении изделий из древесины и древесных материалов предопределяет большое разнообразие деревообрабатывающих станков, используемый в деревообрабатывающей промышленности. На предприятиях работают станки общего назначения: для деления древесины и древесных материалов, для обработки поверхностей деталей, для глубинной обработки деталей. В технологическом процессе на специализированных производствах (лесопильном, фанерном, мебельном, ящично-тарном, бондарном и других) используются специализированные станки». [25]

«Древесина – анизотропный слоисто-волокнистый материал растительного происхождения с клеточным строением. Механические свойства древесины различные в зависимости от направления относительно волокон, которые направлены вдоль ствола дерева. Древесные материалы (древесностружечные и древесноволокнистые плиты, многослойная фанера и древесные пластики) имеют ярко выраженную параллельно-слоистую структуру. Анизотропия древесных материалов (различные свойства в различных направлениях) проявляется в двух направлениях: направлении параллельном плоскости слоев и направлении перпендикулярном плоскости слоев. Древесина в сравнении с металлом легко поддается обработке резанием, обладает небольшим удельным весом при сравнительно высокой прочности, имеют малую теплопроводность и ряд других положительных качеств». [25]

«В наше время механическая обработка древесины стала вытеснять ручную. Появление и дальнейшее совершенствование деревообрабатывающих станков связано с общим развитием техники, в первую очередь с металлургией, поставляющей металл для станков, пил и других деревообрабатывающих инструментов. Совершенствование станков тесно связано совершенствованием привода. Привод станков был сначала ручной, потом водяной, конный, ветряной, паровой и электрический». [25]

«Электрический привод станков при совершенствовании пришел к специальным электродвигателям, снабженным аппаратурой. В последние годы стали широко применяться пневматический и гидравлический приводы, используемые для движения рабочих шпинделей, зажимных и других вспомогательных устройств». [25]

«Параллельно с совершенствованием рабочих органов (механизмов резания) деревообрабатывающих станков осуществлялось совершенствование элементов подачи (механизмов подачи). Появились вальцовый, цепной, гусеничный механизмы подачи, а в последующем стали широко использоваться пневматический и гидравлический приводы. Увеличились скорости подачи в станках: в круглопильных до 100 м/мин, в продольно-фрезерных до 100-150 м/мин. В станках увеличилось число шпинделей, Кроме одношпиндельных (рисунок 1) стали применяться многошпиндельные станки». [25]

«В настоящее время значительно повысилась степень механизации и автоматизации деревообрабатывающих станков. Создаются комплекты оборудования для поточных линий. Широко используются агрегатные станки и станки с программным управлением. На каждом этапе развития станков находило отражение состояние техники машиностроения». [25]

«В процессе развития деревообрабатывающие станки изменяются. Основные направления этих изменений:

- повышение скоростных и мощностных характеристик рабочих процессов;

- совершенствование принципиальных (технологических) схем станков;
- рационализация кинематических схем станков;
- повышение степени механизации и автоматизации;
- совершенствование конструкции деталей, узлов, механизмов станков и технологии их изготовления;
- повышение надежности, долговечности и безопасности станков;
- создание загрузочных и разгрузочных устройств». [25]



Рисунок 1 – Одношпиндельный деревообрабатывающий станок

«Повышение качества изделий из древесины возможно на основе высокопроизводительного деревообрабатывающего оборудования, поддерживаемого на производстве в хорошем состоянии». [25]

1.1 Назначение и условия работы детали

В состав деревообрабатывающего станка входит вал-шестерня, которая является составной частью привода главного движения и предназначена для восприятия вращающего момента стенками шпоночного паза и передачи этого движения при помощи стенок другого шпоночного паза и боковыми сторонами зубьев зубчатого венца.

Деревообрабатывающий станок предназначен для обработки различного рода волокнистых плит дисковыми фрезами и многолезцовыми головками.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для выявления назначения каждой поверхности детали пронумеруем каждую поверхность и представим это на рисунке 2.

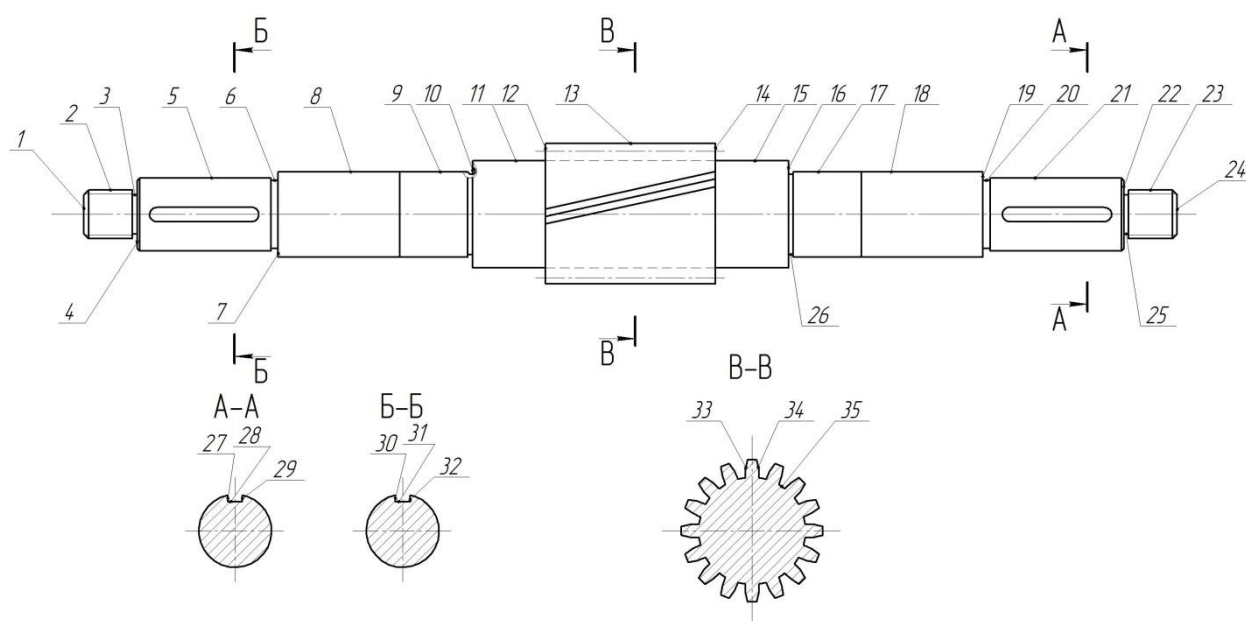


Рисунок 2 – Классификация поверхностей

Исполнительные поверхности детали – поверхности 27, 29, 33, 34, 35.

Основные конструкторские базы детали – 9, 10, 17.

Вспомогательные конструкторские базы детали – 2, 5, 21, 23.

Остальные поверхности – свободные.

«Зубчатые передачи относятся к передачам зацеплением и обладают целым рядом преимуществ перед передачами трением. Это высокая нагрузочная способность (возможность передачи больших мощностей, малые габариты передачи), неограниченная долговечность (рассчитываются на весь срок службы машины), постоянство передаточного числа, возможность работы в широком диапазоне скоростей, высокий КПД. К недостаткам передачи следует отнести сложность изготовления, необходимость предохранения от ударов и перегрузок, шум при высоких скоростях». [7]

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом червяка привода горизонтально-фрезерного станка является сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [11].

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

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
530	177...197	275	32	15

«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». [26]

«В основу классификации сталей положено множество различных признаков, характеризующих технологии производства стали и изготовление

деталей, учитывающих химический состав, свойства и область применения сталей». [26]

«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». [26]

«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». [26]

«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». [26]

«Технологичной называется такая конструкция, которая изготавливается при минимальных затратах труда, времени, средств и обеспечивает заданные эксплуатационные показатели». [18]

«Отработка деталей на технологичность выполняется с целью достижения заданной точности и качества обработки при минимальной

трудоемкости. Показатели точности различаются на качественные и количественные». [18]

«На этапе маршрутной технологии выполняется качественная оценка технологичности по признакам: доступность обрабатываемых поверхностей для инструмента и средств контроля; удобство базирования и закрепления заготовки; возможность получения требуемой точности размеров, формы и расположения поверхностей, качества поверхностного слоя; использование унифицированных конструктивных элементов; применение типовой оснастки, инструмента и средств контроля; применение типового технологического процесса». [18]

«Количественная оценка технологичности основывается на определении отношения достигнутых числовых показателей к базовым, выполняется в дополнение к качественной оценке в операционной технологии по себестоимости». [18]

Конструкция вал-шестерня деревообрабатывающего станка довольно простая, имеет технологические центровые отверстия, различные фаски и канавки для выхода инструментов. Перепад диаметров многоступенчатого вала небольшой. Контроль параметров всех поверхностей довольно прост, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности детали.

2 Технологическая часть

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». [9]

«В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции различают следующие типы производства: единичное, серийное и массовое». [9]

«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». [9]

«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». [9]

«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». [9]

«Массовое производство – это изготовление или ремонт одного и того же вида изделия в течение длительного периода времени». [9]

В нашей работе мы будем выбирать тип машиностроительного производства исходя из массы детали $m = 3,85$ кг и годового объема выпуска $N = 5000$ штук. Исходя из этих параметров, 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».

[9]

«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».

[9]

Так, техпроцесс изготовления вал-шестерни деревообрабатывающего станка будет состоять из двух частей: предварительной обработки заготовки

лезвийными инструментами и окончательной обработки абразивными инструментами, между которыми будет проведена термическая обработка.

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». [21]

«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:

$$TA_{заг} = \omega A_{заг} \leq TA_{дет} \rangle. [21] \quad (1)$$

«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». [21]

«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». [21]

Форма детали такова, что ее примерную форму можно получить двумя следующими способами: прокатом или штамповкой. В случае получения заготовки прокатом ее масса будет равна $m=11,07$ кг, а при штамповке масса заготовки будет $m=5,71$ кг. Выполним подробный расчет для выбора наиболее выгодного варианта.

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

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$ ». [17]

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

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

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_\epsilon \cdot k_m \cdot k_n, \quad (3)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,315$; $k_m = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_\epsilon = 1,14$; $k_m = 1,0$; $k_n = 1,0$ ». [17]

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

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

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

где $Q_{\text{шт}} = 5,71$; $q = 3,85$; $C_{\text{отх}} = 0,0144$ ». [17]

$$C_{mii} = 0,2715 \cdot 5,71 + 0,6578(5,71 - 3,85) - (5,71 - 3,85)0,0144 = 2,7470$$

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

$$C_{mn} = C_{заг} \cdot Q_{np} + C_{мех}(Q_{np} - q) - C_{отх}(Q_{np} - q), \quad (5)$$

где $Q_{np} = 11,07$; $q = 3,85$; $C_{отх} = 0,0144$ ». [17]

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 11,07 + 0,6578(11,07 - 3,85) - 0,0144(11,07 - 3,85) = 5,9948 \text{ руб.}$$

По выполненному расчету двух вариантов получения заготовки для изготовления детали было выявлено, что наиболее выгодным вариантом является штамповка.

«Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_3} \text{ »}. [17] \quad (6)$$

$$K_{им} = \frac{3,85}{5,71} = 0,67.$$

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

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». [28]

«Наиболее существенным фактором является вид поверхности». [28]

«Для обработки наружных цилиндрических поверхностей используются: точение, круглое наружное шлифование и другие методы». [28]

«Для обработки отверстий применяются: сверление, зенкерование, развертывание, растачивание и другие методы». [28]

«Обработка плоских поверхностей производится фрезерованием, строганием, плоским шлифованием и другими методами». [28]

«Специфические методы используются для обработки зубчатых, шлицевых и других фасонных поверхностей». [28]

«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». [28]

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

Анализ поверхности 2: форма поверхности -цилиндрическая наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 3: форма поверхности - цилиндрическая наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 4: форма поверхности - плоская наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные

условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 5: 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 и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 6: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 7: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 8: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 9: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT6; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 10: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 11: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить

данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 12: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 13: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 14: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 15: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 16: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 17: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT6; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 18: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить

данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 19: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 20: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 21: 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 и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 22: форма поверхности -плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 23: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 24: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: центровально-подрезная обработка.

Анализ поверхности 25: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить

данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 26: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 27: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 28: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT12; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 29: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 30: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 31: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT12; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 32: форма поверхности - плоская наружная; квалитет точности IT9; шероховатость Ra 3,2. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Анализ поверхности 33: форма поверхности - эвольвентная наружная; квалитет точности IT8; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: зубофрезерование, зубошлифование.

Анализ поверхности 34: форма поверхности - эвольвентная наружная; квалитет точности IT8; шероховатость Ra 1,6. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: зубофрезерование, зубошлифование.

Анализ поверхности 35: форма поверхности - эвольвентная наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: зубофрезерование.

2.5 Определение припусков

«В настоящее время в машиностроении применяются два метода установления припусков на обработку – опытно-статистический и расчетно-аналитический». [29]

«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». [29]

«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». [27]

Расчетно-аналитическим методом определим припуски на обработку поверхности 17 с параметрами $\varnothing 35k6^{(+0,018}_{+0,002)}$, $L = 28$ мм, $Ra = 1,6$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \gg. [27] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,0 = 0,500.$$

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

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

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006.$$

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

«Максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \gg. [27] \quad (9)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,500^2 + 0,025^2} = 0,901.$$

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,016^2 + 0^2} = 0,116.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,006^2 + 0} = 0,056.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,901 + 0,5(2,000 + 0,250) = 2,026.$$

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

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,116 + 0,5(0,062 + 0,025) = 0,160.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,056 + 0,5(0,025 + 0,016) = 0,077.$$

«Значения размеров на каждом переходе (мм)». [27]

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

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

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 35,018 + 2 \cdot 0,056 = 35,130.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 35,130 + 0,025 = 35,155.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 35,155 + 2 \cdot 0,116 = 35,387.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 35,387 + 0,100 = 35,487.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 35,487 \cdot 0,999 = 35,452.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,452 + 0,062 = 35,514.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 35,514 + 2 \cdot 0,263 = 36,040.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,040 + 0,250 = 36,290.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 36,290 + 2 \cdot 0,901 = 38,092.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 38,092 + 2,000 = 40,092.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \rangle. [27] \quad (10)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(38,092 + 40,092) = 39,092.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(36,290 + 36,040) = 36,165.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(35,514 + 35,452) = 35,483.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(35,487 + 35,387) = 35,437.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(35,155 + 35,130) = 35,143.$$

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

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \rangle. [27] \quad (11)$$

$$2Z_{\min} = 38,092 - 35,018 = 3,074.$$

$$\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \rangle. [27] \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 3,074 + 2,000 + 0,016 = 5,090.$$

$$\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle. [27] \quad (13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,074 + 5,090) = 4,082.$$

Полученные значения припусков используем для проектирования заготовки, а также для определения режимов обработки поверхности 17.

2.6 Расчет режимов резания

«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)». [24]

«При чистовой обработке глубина резания зависит от требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности». [24]

«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». [24]

«При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из прочности и жесткости системы «станок–приспособление–инструмент–деталь», мощности привода станка и других ограничивающих факторов». [24]

«При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности». [24]

«После выбора подачи по справочным таблицам ее уточняют по паспорту станка и выбирают фактическую – ближайшую (меньшую)». [24]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 015.

Глубина резания $t = 2,5$. [23]

Подача $S = 0,3$. [23]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 180$ ». [23]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [23]} \quad (15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 57,9} = 572,0 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [23] } \quad (16)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 57,9 \cdot 500}{1000} = 90,9 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [23] } \quad (17)$$

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

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{ ». [23] } \quad (18)$$

$$T_0 = \frac{210}{150} = 1,40 \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 030.

Глубина резания $t = 2,5$ мм. [23]

Подача $S_z = 0,25$ мм/зуб. [23]

Подача на оборот

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где $z = 2$ – число зубьев инструмента.

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания

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

где D – наружный диаметр фрезы, мм;

t – глубина фрезерования;

S_0 – подача». [23]

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

где $K_{MV} = 1,0$; $K_{UV} = 1,0$; $K_{LV} = 1,0$. [23]

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

$$D = 6; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30. [23]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 2,5^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,0 = 59,1, \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 59,1}{3,14 \cdot 6} = 3136,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 2500 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 2500}{1000} = 47,1, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 2500 = 125 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

$$T_0 = \frac{2 \cdot (2,5 + 39 + 2,5 + 39)}{125} = 1,33 \text{ мин.}$$

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». [20]

«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». [20]

«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». [20]

«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». [20]

«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». [20]

«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». [20]

3.1 Исходные данные

На токарной операции 015 выполняется токарная обработка наружных ступеней вала-шестерни проходным резцом, как показано на рисунке 3.

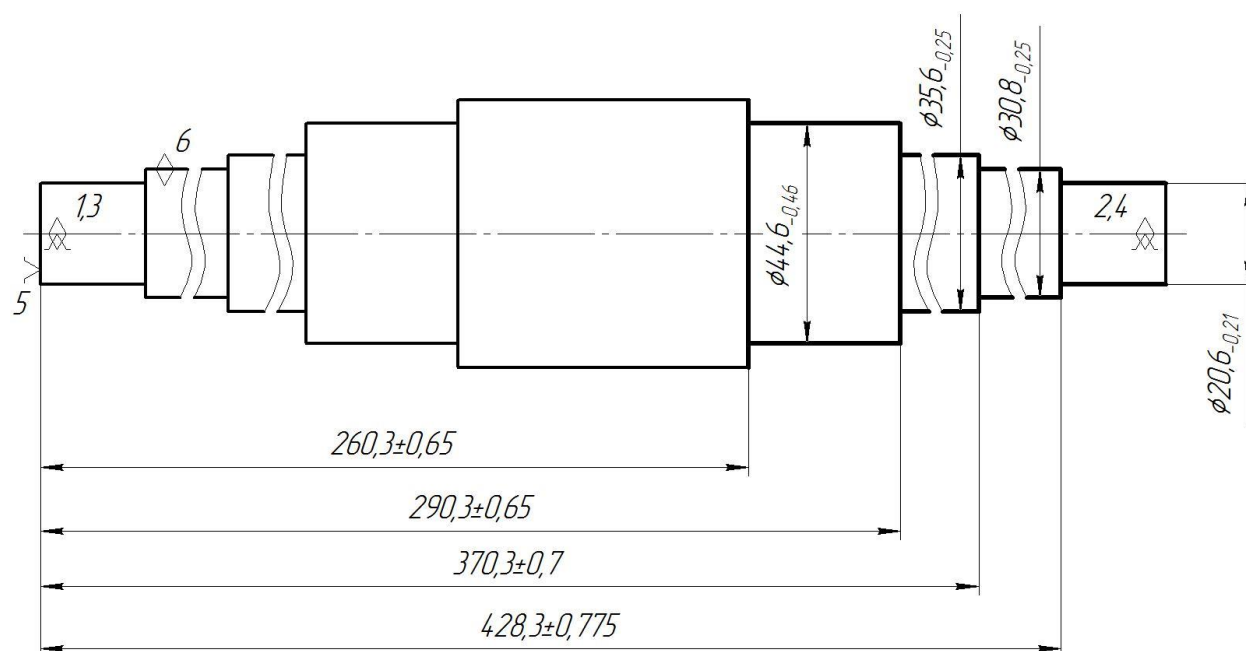


Рисунок 3 - Эскиз операции 015

Задачей данного раздела является проектирование зажимного приспособления для токарного станка с ЧПУ для базирования и закрепления заготовки на 015 операции.

3.2 Силовой расчет

«Патроны служат, как правило, для закрепления заготовок по наружной или внутренней поверхности. По типу приводов их делят на ручные и механизированные, по числу кулачков – на двух-, трех-, четырехкулачковые и более; по типу центрирования – на универсальные, специальные, самоцентрирующиеся и с независимым перемещением кулачков; по конструкции – на клиновые, рычажно-клиновые, рычажные, специальные, винтовые и спирально-реечные». [20]

Определим центробежную силу при обработке:

$$P_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (22)$$

$$P_{ц} = \frac{m \cdot V^2}{R}, \quad (23)$$

где $R = 0,70$.

Угловая скорость

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (24)$$

где $n = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Линейная скорость

$$V = \omega \cdot R \quad (25)$$

$$\omega = \frac{V}{R}.$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 500}{30} = 52,3 \text{ рад/с.}$$

$$P_{\text{с}} = \frac{4 \cdot 17,9^2}{70} = 18,3 \text{ Н.}$$

Зажимная сила:

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

$$W = 859 \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ = 1488 \text{ Н.}$$

Силы резания при токарной обработке

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

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

Для P_z : $C_p = 2430$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$. [15]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{\pi p} \quad (28)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_a}{750} \right)^{0,75} \quad (29)$$

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

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

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

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{\pi_z} \cdot K_{np_z} = 0,612 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,622.$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{\pi_y} \cdot K_{np_y} = 0,612 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 0,845.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 90,9^{-0,15} \cdot 0,622 = 961,4, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 90,9^{-0,3} \cdot 0,845 = 587,9, \text{ Н.}$$

Момент от зажимной силы

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}. \quad (30)$$

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}. \quad (31)$$

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (32)$$

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1; K_3 = 1. [15]$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 961,4 \cdot 57,9}{0,3 \cdot 30,8} = 108438 \text{ Н.}$$

Сила зажима кулачками

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{108438}{1 - \left(\frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 128481 \text{ Н.} \quad (33)$$

Осевая сила зажима

$$Q = \frac{M}{n \cdot r_{\max} \cdot \sin \left(\theta + \frac{4r_0 \cdot \mu}{\pi \cdot r_{\min}} \right)}. \quad (34)$$

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

$$Q = \frac{128481}{500 \cdot 0,031 \cdot \sin \left(18 + \frac{4 \cdot 0,025 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,04} \right)} = 5481 \text{ Н.}$$

Чертеж приспособления представлен в графической части.

3.3 Литературные исследования

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.

Твердотельные детали не всегда нужно шлифовать для выполнения чистовых требований. Секрет успешного твердосплавного точения заключается в высокой скорости резания.

При окончательной обточке стального вала со скоростью 120 м/мин с глубиной резания 0,2 мм все тепло, выделяемое при такой скорости резания, концентрируется там, где образуется стружка, что приводит к ее отжигу перед резанием, в то время как исходный материал остается незатронутым. С увеличением скорости этот эффект отжига становится еще более выраженным, и твердость стружки еще больше снижается. При более высокой скорости инструмент обрабатывает больше деталей перед заменой и

отводит большую часть тепла от поверхности детали в стружку, которая измельчается до размеров, пригодных для использования.

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.

Токарный станок с ЧПУ может быть предназначен для жесткой обточки деталей, а не для жесткой обточки на всех станках. Любой исправный двухосевой токарный станок с ЧПУ (не обязательно новый) с жесткими держателями инструментов и патронами может быть достаточно хорош для жесткой токарной обработки.

Решение о предпочтении одного процесса другому должно быть субъективным и не предвзятым. Жесткое точение является альтернативным процессом, и во многих случаях шлифование может быть заменено жестким точением. Однако во многих ситуациях шлифование может быть единственным решением.

При твердом точении допуски могут составлять менее 0,13 мм, а чистота поверхности - всего 0,3 мкм Ra, несмотря на спиральную стружку. Однако при шлифовании допуск может составлять 1 мкм, а чистота поверхности - менее 0,25 мкм. Разумное сочетание жесткого точения и шлифования может быть более производительным. Промежуточное жесткое точение может уменьшить припуск для шлифования, которое может быть конечной операцией, и сократить время цикла. Появляются два четких подхода. В одном случае жесткое точение с последующей суперфинишной обработкой заменяет шлифование для финишной обработки. Во-вторых, процесс шлифования с ползучей подачей исключает процессы удаления сыпучего материала, за которыми снова следует суперфинишная обработка в качестве заключительной операции механической обработки.

Авторами [5] в своем исследовании способности прецизионной твердой токарной обработки увеличивать усталостную долговечность при

контакте качения сообщили, что прецизионная твердая токарная обработка обеспечивает однородную толщину тонкого белого слоя и переходной зоны. Испытания на наноиндентирование показали, что белый слой примерно на 50% тверже, чем твердость сыпучего материала, а переходная зона примерно на 30% мягче, чем сыпучий материал. Срок службы деталей из подшипниковой стали, обработанных методом прецизионной жесткой токарной обработки, достиг 5,2 (при шероховатости Ra 0,12 мкм) и 0,32 миллиона циклов (при шероховатости Ra 0,25 мкм). Следовательно, срок службы такого инструмента увеличивается по мере уменьшения амплитуды шероховатости.

По сравнению с прецизионным твердым точением (срок службы RCF достигает 5,2 миллиона циклов при Ra 0,12 мкм), срок службы деталей подшипников, обработанных методом шлифования, достиг 1,2 миллиона циклов (при Ra 0,2 мкм), тогда как при шлифовании с последующим хонингованием он достиг 3,2 миллиона циклов (при Ra 0,1 мкм).

Авторами [6] в своем исследовании по твердосплавной обработке стали AISI 4340 с использованием твердосплавного инструмента с многослойным покрытием сообщили, что скорость подачи оказывает наибольшее физическое, а также статистическое влияние на усилие обработки (53,38%), за которым следуют глубина резания (36,04%) и скорость резания (6,75%). Усилие обработки первоначально увеличивается с увеличением скорости подачи и глубины резания и уменьшается с увеличением скорости резания. Уменьшение усилий, вероятно, связано с повышением температуры в области плоскости сдвига, что привело к снижению прочности материала на сдвиг. Скорость подачи оказывает наибольшее влияние на удельное усилие резания при выполнении операции механической обработки (70,55%), за которым следуют глубина резания (14,05%) и скорость резания (13,42%). При более низкой скорости подачи срез материала неадекватно соответствует процессу образования стружки. Поскольку материал подвергается более

низким скоростям деформации, это приводит к увеличению удельного усилия резания.

Авторы [3] в своем 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 получают 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.

Авторы [1] в своем исследовании поведения износа некоторых материалов режущего инструмента при твердом точении указывают, что он может образовываться из-за увеличения абразивного и адгезионного износа с увеличением скорости резания из-за увеличения расстояния скольжения и температуры резания во время механической обработки. Анализ показывает, что боковая поверхность инструмента содержит в основном алюминий (*Al*) и кислород (*O*), но также титан (*Ti*) и железо (*Fe*) из материала обрабатываемой детали, что хорошо согласуется с частотой вращения пластины со скоростью 100 м/мин (рисунок 4).

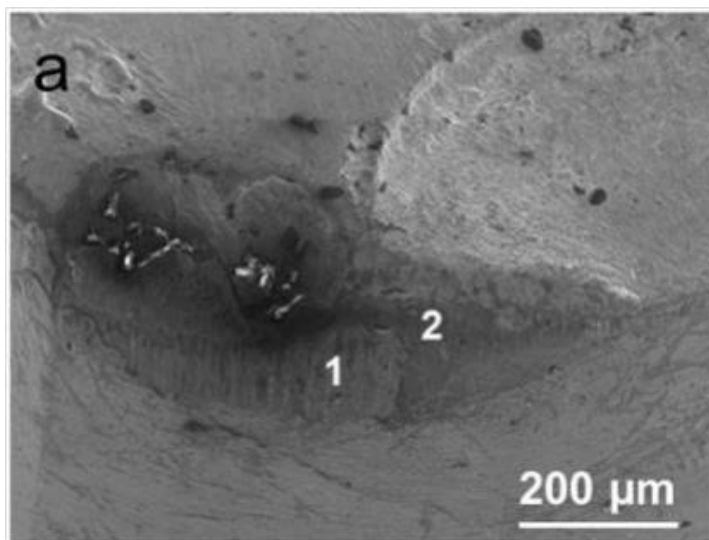


Рисунок 4 – Фотография изношенного режущего инструмента

Авторы [4] в своем исследовании твердосплавной обработки сообщили, что влияние пластины на микроструктуру варьируется в зависимости от геометрии инструмента и износа инструмента (обратите внимание, что белые и темные слои не обнаруживаются ни при каких настройках). С увеличением износа инструмента микроструктура подвергается более глубокому воздействию, и микроструктурные изменения становятся более заметными. Обычная вставка в основном приводит к появлению линий текучести в материале. Эти линии потока увеличиваются и становятся все более глубокими (до 4 мкм) по мере увеличения износа инструмента. На снимках заготовки, обработанной с использованием новой и изношенной режущей пластины, линии потока гораздо менее заметны (рисунок 5).

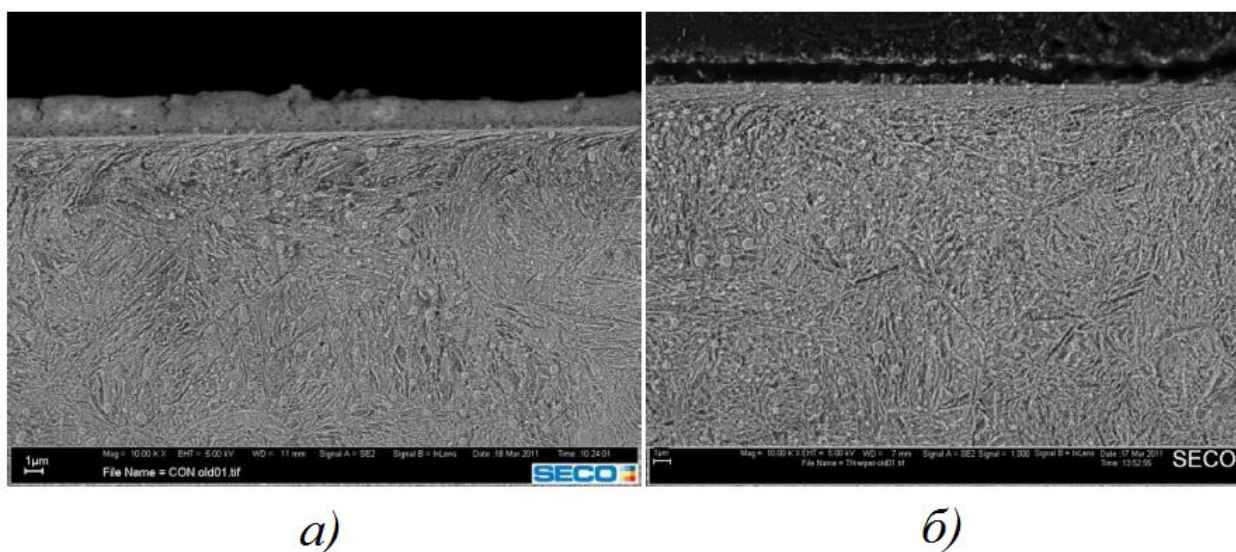


Рисунок 5 - Микрофотографии после механической обработки (а) обычной вставкой и усовершенствованной (б) вставкой

Авторы [4] в своем исследовании жесткой токарной обработки 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 (рисунок 6), то поверхность, полученная с использованием разработанной вставки, превосходит поверхность, полученную с использованием вставки с обычной геометрией непрерывно.

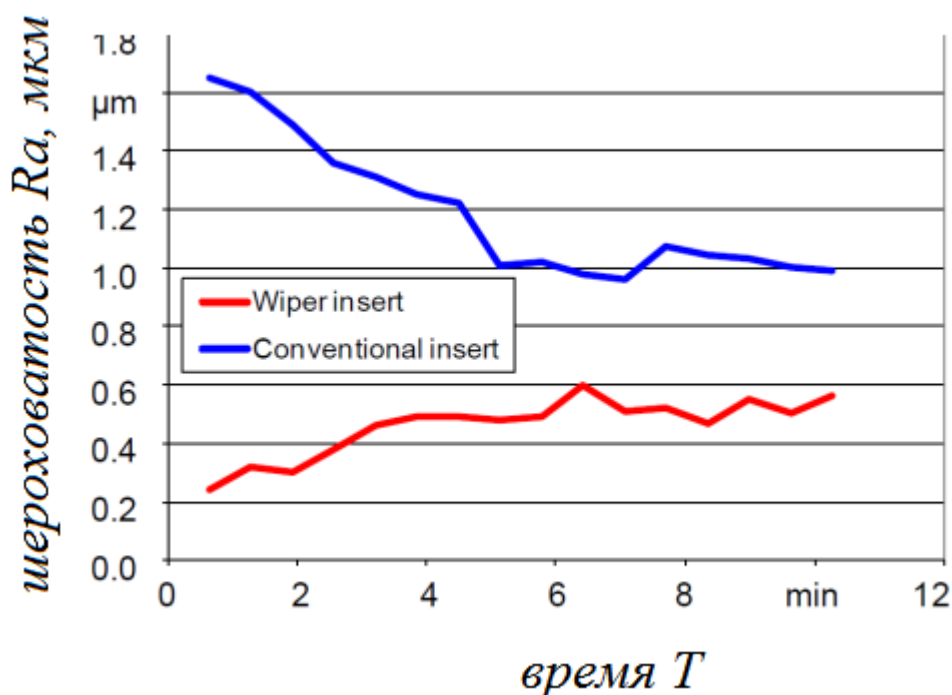


Рисунок 6 – Зависимость шероховатости от времени контакта

Авторы [2] в своем исследовании качества поверхности, получаемого при твердом точении деталей из закаленной легированной стали с использованием обычных (рисунок 4) и специальных керамических пластин, сообщили, что специальные пластины, разработанные для твердотельной

обработки с использованием керамики и CBN, обеспечивают новый уровень производительности. С помощью этих пластин многорадиусного типа (рисунок 7) можно поддерживать одинаковую чистоту поверхности, используя удвоенные обычные значения скорости подачи 0,05–0,20 мм/об.

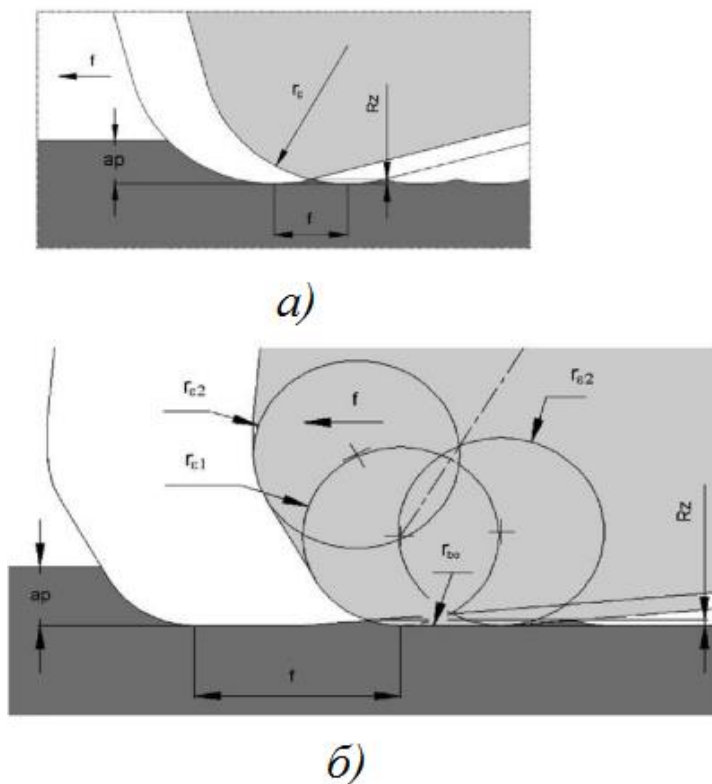


Рисунок 7 - Вставки с обычной геометрией (а) и специальной формой (б)

Авторы [2] в своем исследовании качества поверхности, получаемого при твердом точении деталей из закаленной легированной стали с использованием обычных и специальных керамических пластин, сообщили, что после точения обычными пластинами при изменении скорости подачи в диапазоне $f = 0,04\text{--}0,4$ мм/об значения параметра Ra изменяются с 0,24 до 5,47 мкм, тогда как соответствующие значения параметра Rz варьируются от 1,62 до 21,89 мкм. Поверхности, обработанные специальными вставками (когда подача была выбрана при $f = 0,1\text{--}0,8$ мм/об), характеризовались измеренными значениями параметра Ra в диапазоне от 0,28 до 6,03 мкм, а значения Rz - от 1,54 до 23,3 мкм.

4 Проектирование режущего инструмента

«Шпоночные пазы изготавливаются различными способами в зависимости от конфигурации паза и вида применяемого инструмента; они выполняются на горизонтально-фрезерных или вертикально-фрезерных станках общего назначения или специальных». [8]

«Сквозные и закрытые с одной стороны шпоночные пазы изготавливаются фрезерованием дисковыми фрезами (рисунок 8а)». [8]

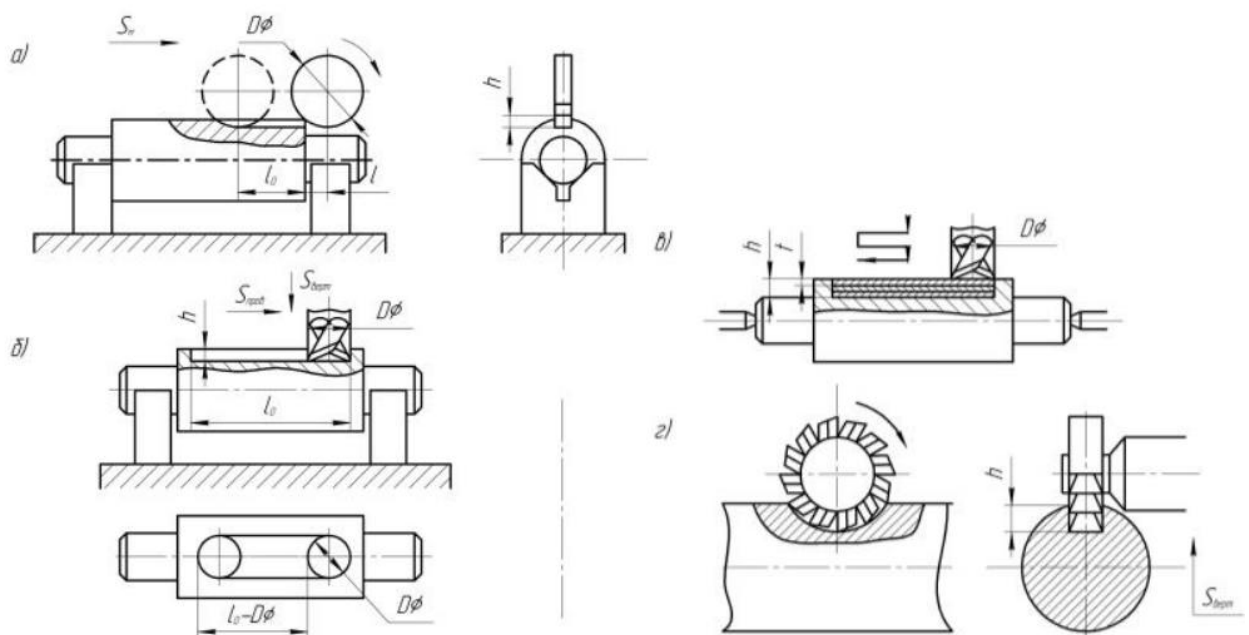


Рисунок 8 – Обработка шпоночных пазов

«Фрезерование пазов производится за один-два рабочих хода. Этот способ наиболее производителен и обеспечивает достаточную точность ширины паза. Применение этого способа ограничивает конфигурация пазов: закрытые пазы с закруглениями на концах не могут выполняться этим способом; они изготавливаются концевыми фрезами за один или несколько рабочих ходов (рисунок 8б)». [8]

«Фрезерование концевой фрезой за один рабочий ход производится таким образом, что сначала фреза при вертикальной подаче проходит на полную глубину паза, а потом включается продольная подача, которой шпоночный паз фрезеруется на полную длину. При этом способе требуется мощный станок, прочное крепление фрезы и обильное охлаждение. Вследствие того, что фреза работает в основном своей периферической частью, диаметр которой после заточки несколько уменьшается, то в зависимости от числа переточек фреза дает неточный размер паза по ширине». [8]

«Для получения по ширине точных пазов применяются специальные шпоночно-фрезерные станки с маятниковой подачей, работающие концевыми фрезами с торцовыми режущими кромками. При этом способе фреза врезается на 0,1...0,3 мм и фрезерует паз на всю длину, затем опять врезается на ту же глубину, как и в предыдущем случае, и фрезерует паз опять на всю длину, но в другом направлении (рисунок 8в)». [8]

«Отсюда и происходит определение метода – маятниковая подача. Этот метод является наиболее рациональным для изготовления шпоночных пазов в серийном и массовом производствах, так как дает вполне точный паз, обеспечивающую полную взаимозаменяемость в шпоночном соединении. Кроме того, поскольку фреза работает торцовой частью, она будет долговечнее, так как изнашивается не периферическая ее часть, а торцовая. Недостатком этого способа является значительно большая затрата времени на изготовление паза по сравнению с фрезерованием за один рабочий ход и тем более с фрезерованием дисковой фрезой. Отсюда вытекает следующее: 1) метод маятниковой подачи надо применять при изготовлении пазов, требующих взаимозаменяемости; 2) фрезеровать пазы за один рабочий ход нужно в тех случаях, когда допускается пригонка шпонок по канавкам». [8]

«Сквозные шпоночные пазы валов можно обрабатывать на строгальных станках». [8]

4.1 Исходные данные

На шпоночно-фрезерной операции 030 обрабатываются шпоночные пазы детали, как показано на рисунке 9.

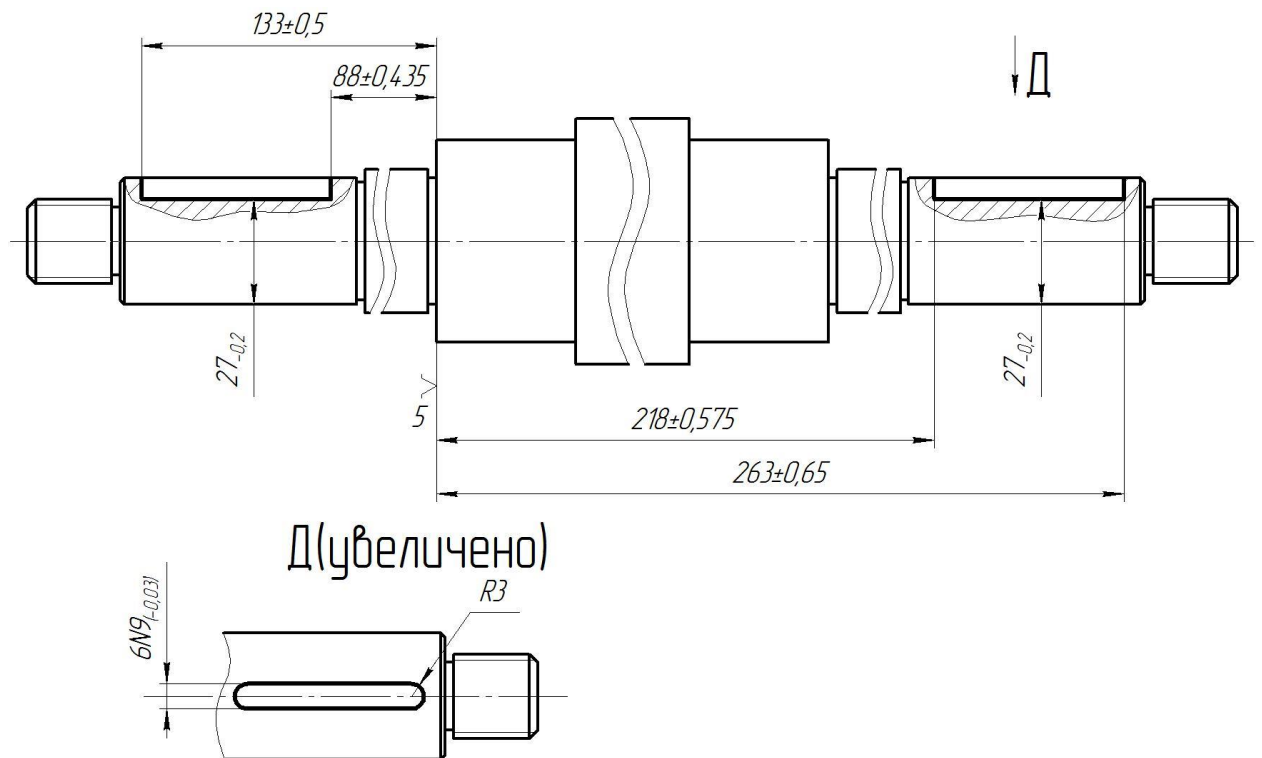


Рисунок 9 - Эскиз операции 030

4.2 Проектирование фрезы

«Шпоночные фрезы (рисунок 10) имеют два зуба с глубокими прямыми или наклонными ($\omega=12...15^\circ$) стружечными канавками. Длина их рабочей части равна примерно $3d$, а для повышения жесткости увеличен диаметр сердцевины до $0,35d$. Шпоночный паз фрезы обрабатывают за несколько проходов с маятниковой подачей. В конце каждого прохода производится врезание по глубине паза путем подачи вдоль оси фрезы. Для этого на торце фрезы затачиваются режущие кромки с углом поднутрения $\varphi_1 = 5^\circ$ в сторону хвостовика и с задним углом $\alpha_1 = 20^\circ$. При

врезании режущие кромки на торце выполняют роль главных режущих кромок, а при дальнейшем фрезеровании с продольной подачей они являются вспомогательными. Для сохранения постоянного диаметра шпоночных фрез, который определяет ширину шпоночного паза, их переточка производится по задним поверхностям торцовых кромок». [8]

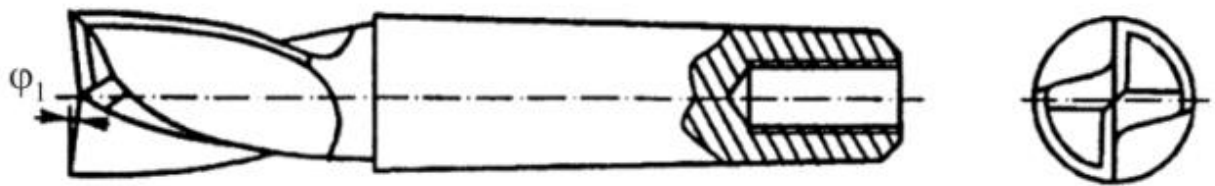


Рисунок 10 – Шпоночная фреза

Диаметр фрезы

$$d = 10 \text{ мм.}$$

«При фрезеровании торцовыми и концевыми фрезами глубина фрезерования t определяется шириной фрезеруемой плоскости, измеренной перпендикулярно направлению движения подачи D_s (обычно $t < D$). В зависимости от расположения обрабатываемой поверхности относительно оси вращения фрезы различают симметричное и асимметричное фрезерование. При симметричном фрезеровании ось вращения фрезы проходит через ось симметрии заготовки, а продольная ось симметрии обработанной плоскости совпадает с направлением движения подачи D_s . При асимметричном фрезеровании ось симметрии заготовки смещена от оси вращения фрезы на величину e , оставаясь параллельной направлению движения подачи D_s (рисунок 11)». [8]

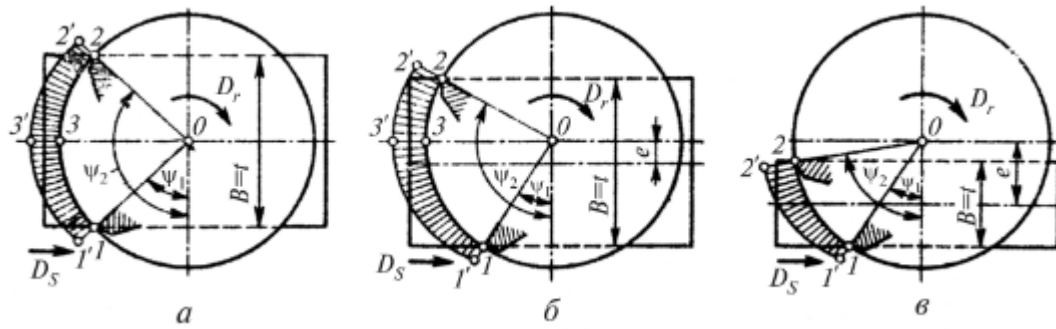


Рисунок 11 – Фрезерование

«Длина фрезы

$$L = l_1 + l_2 + l, \quad (35)$$

где l – длина шейки;

l_1 – длина режущей части;

l_2 – длина хвостовика». [16]

$$l_1 = 4d \quad (36)$$

$$l_1 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ мм.}$$

Длина шейки

$$l = 4 \times \left(\sqrt[4]{6} + \frac{12}{6} \right) = 14,3 \text{ мм.}$$

$$l = 12 \text{ мм.}$$

$$d_{III} = d = 6 \text{ мм.}$$

$$L = 24 + 12 + 30 = 66 \text{ мм.}$$

Число зубьев $z = 2$.

Чертеж шпоночной фрезы для обработки шпоночных пазов представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии валов-шестерен деревообрабатывающего станка.

«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». [22]

«Потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания, в том числе в производственной сфере. Достижение абсолютной безопасности (нулевого риска) невозможно, поэтому все технические и прочие системы безопасности базируются на понятии приемлемого (допустимого) риска». [22]

«Приемлемым риском принято считать компромисс между уровнем безопасности и возможностью ее достижения исходя из степени развития общества в разных его аспектах (научно-техническом, экономическом, социальном и других). Для промышленного производства приемлемым называют риск, сниженный до уровня, который организация может допустить, учитывая применимые к ней правовые требования (внешние факторы) и собственную политику в области промышленной безопасности и охраны труда (внутренние факторы)». [22]

«Безопасность достигается путем снижения уровня риска до допустимого. Допустимый риск представляет оптимальный баланс между безопасностью и требованиями эффективности затрат». [22]

«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». [10]

В данной части работы проанализируем техпроцесс изготовления вала-шестерни деревообрабатывающего станка на предмет безопасности и экологичности.

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

В нашей работе в отличие от базового варианта изготовления вала-шестерни деревообрабатывающего станка изменению подверглись токарная чистовая 015 операция, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели СА500СФ3К, а также шпоночно-фрезерная операция 030, выполняемая на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д.

На токарной операции 015 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. Инструментом на этой операции является резец контурный правый со сменной пластиной из твердого сплава Т15К6. Мерительными инструментами на этой операции является штангенциркуль и микрометр.

На шпоночно-фрезерной операции 030 заготовка устанавливается в специальное приспособление с опорными призмами и фиксируется прижимом. Инструментом является фреза шпоночная из быстрорежущей стали P6M5.

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». [22]

«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». [22]

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. Это 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». [10]

«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». [22]

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 СА500СФ3К предусмотрен экран из металла и оргстекла (рисунок 12), который необходимо выдвигать при обработке. При закрытом экране отлетающая стружка будет попадать в него и не попадет в оператора.



Рисунок 12 – 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. [14] 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 неправильных действий работников на механообрабатывающем участке может возникнуть пожар. Он классифицируется классом Е. Это пожар, связанный с воспламенением веществ материалов 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». [22]

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 [13] и огнетушителями [12]. 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». [22]

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-шестерен деревообрабатывающего станка.

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 13.

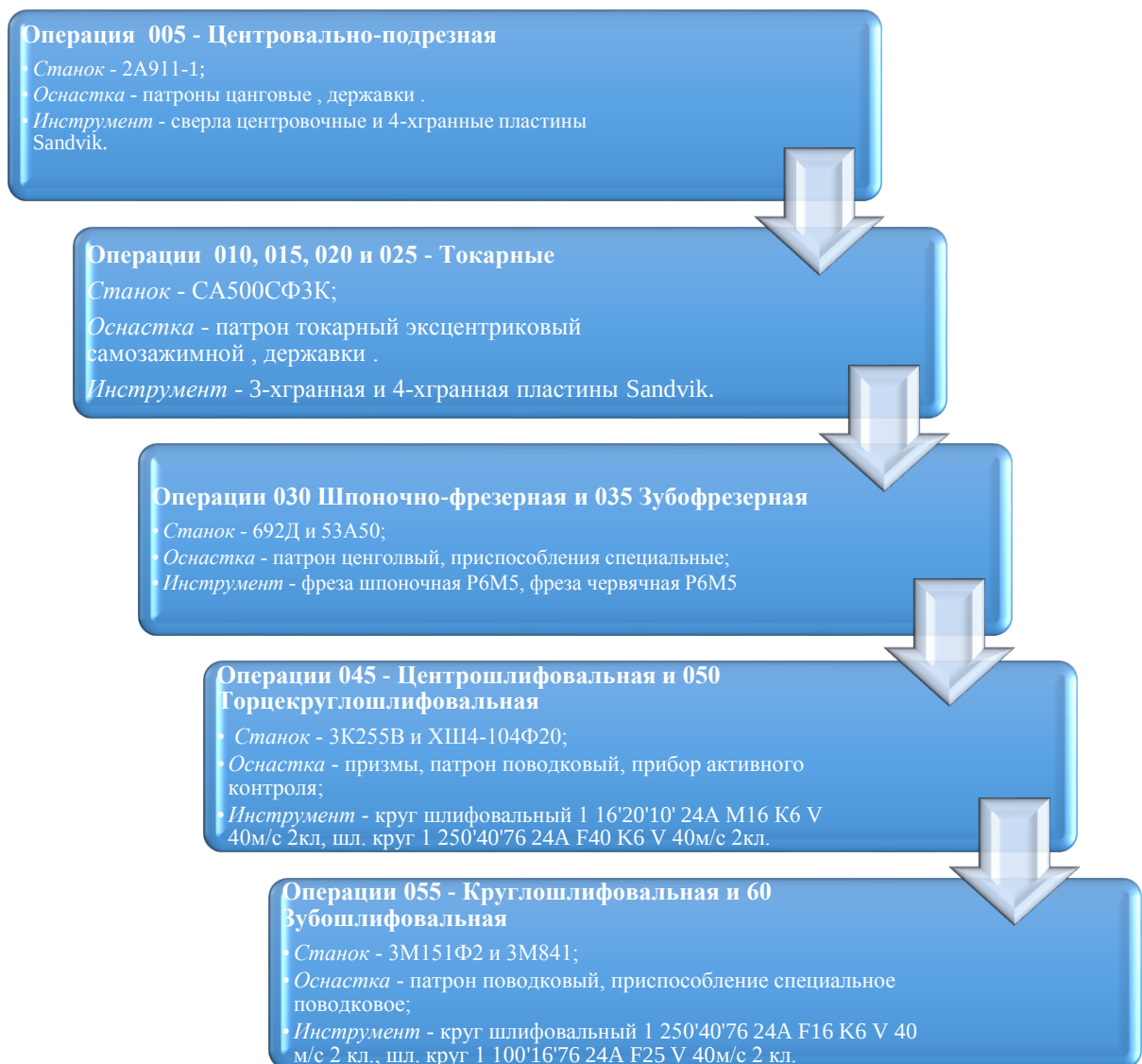


Рисунок 13 – Обобщенная схема процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [19]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 14.

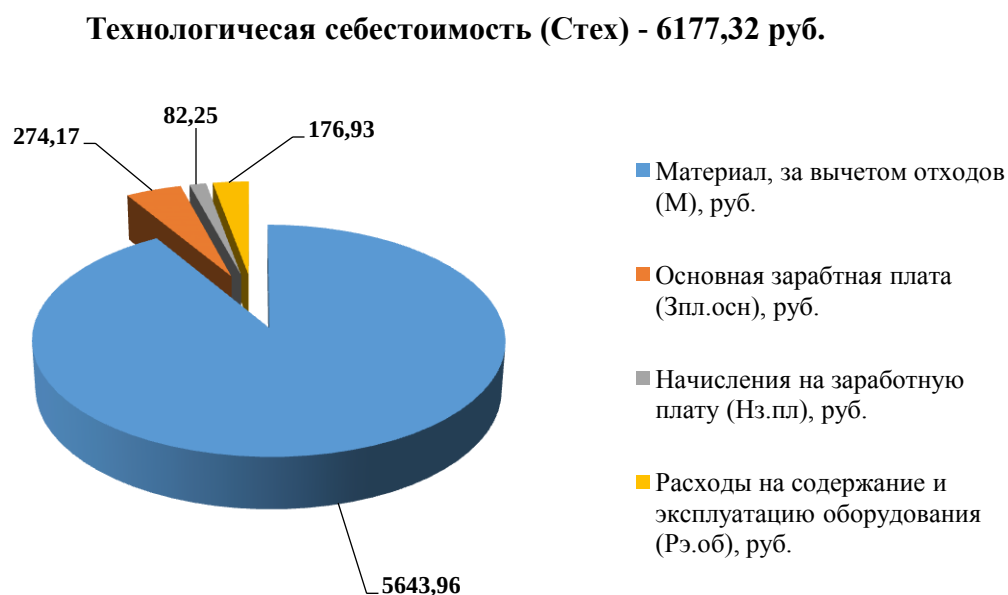


Рисунок 14 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется

Из рисунка 14 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от расходов на материалы, которые составляют 91,4 % от общего объема. При этом, технологическая себестоимость практически не зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет всего 1,3 %.

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» [19]. 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 ($K_{П.ОБ}$)» [19]. На рисунке 15 представлены данные экономических показателей и общий объем инвестиций.

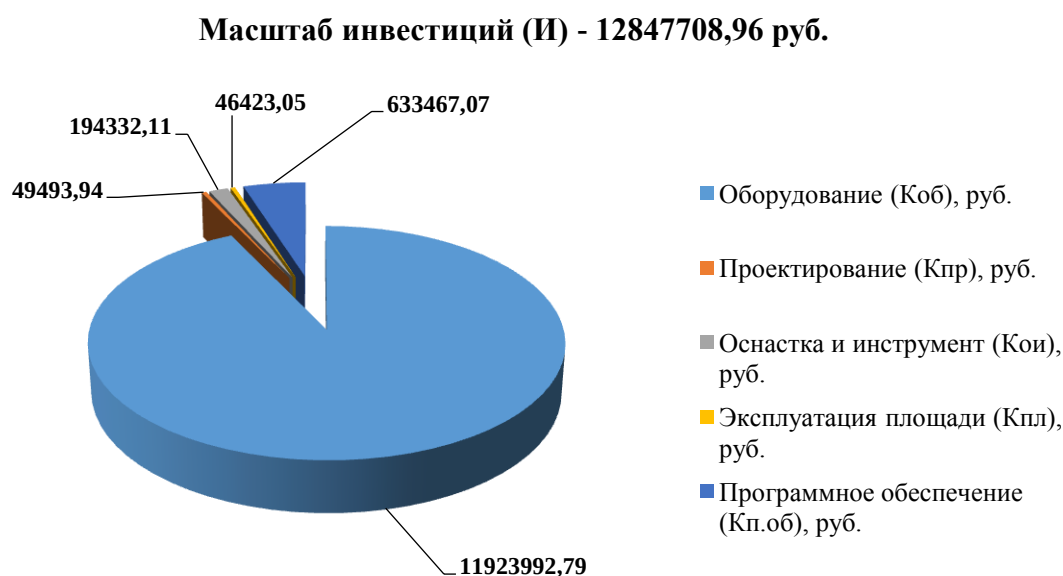


Рисунок 15 – Цифровые данные экономических показателей и общий масштаб инвестиций

Анализ данных рисунка 15 показывает, что подавляющая часть инвестиций (92,8%) 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 [19]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической

эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [19].
Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 16.

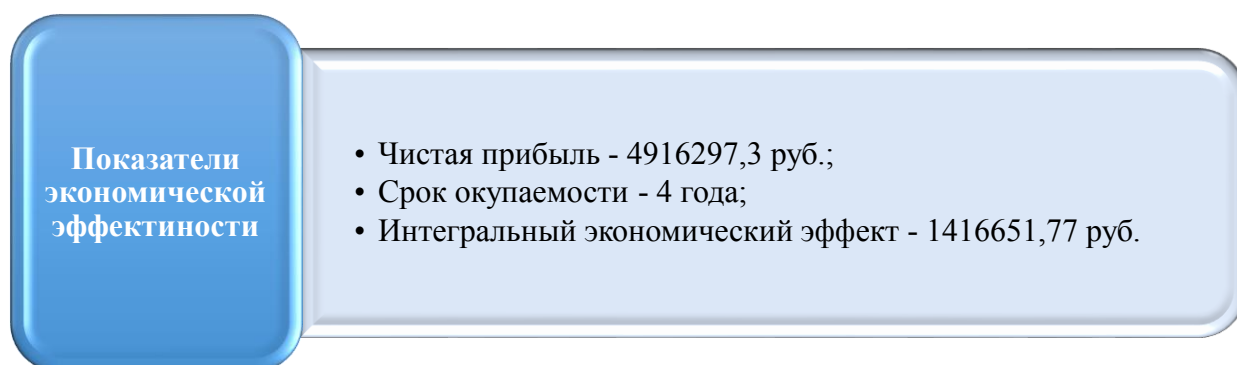


Рисунок 16 – Параметры экономических показателей

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 1416651,77 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 вала-шестерни деревообрабатывающего станка, оснащенный актуальными технологическими средствами.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь вал-шестерня деревообрабатывающего станка, выполнен анализ ее 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 015 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление – самозажимной токарный патрон с эксцентриковыми кулачками. Конструкцией этого приспособления предусмотрено, что при возникновении центробежных сил от вращения шпинделя заготовка зажимается в патрон, преодолевая усилия резания. Действия для зажима в приспособление оператор не выполняет. Это уменьшило операционное время принесло экономическую выгоду.

Для фрезерования шпоночных пазов нами спроектирована двузубая концевая фреза. За счет нанесения износостойкого покрытия на этот инструмент в два раза повысилась его стойкость, что также дало экономическую выгоду.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. El Hakim M.A., Abad M. D., Abdelhameed M. M., Shalaby M. A. and Veldhuis S. C. (2011). “Wear behavior of some cutting tool materials in hard turning of HSS” *Tribology International*, 44, 1174–1181.
2. Grzesik W. (2009). “Wear development on wiper Al₂O₃–TiC mixed ceramic tools in hard machining of high strength steel” *Wear*, 266, 1021–1028.
3. Grzesik W. and Krzysztof Z. (2012). “Modification of surface finish produced by hard turning using superfinishing and burnishing operations.” *Journal of Materials Processing Technology*, 212, 315– 322.
4. Guddat J., Saoubia R. M., Alma P. and Meyer D. (2011). “Hard turning of AISI 52100 using PCBN wiper geometry inserts and the resulting surface integrity”. *Procedia Engineering*, 1st CIRP Conference on Surface Integrity, 19, 118 – 124.
5. Jouini N., Revel P., Mazeran P.-E. and Bigerelle M. (2013). “The ability of precision hard turning to increase rolling contact fatigue life.” *Tribology International*, 59, 141–146.
6. Suresh R., Basavarajappa S. and Samuel G. L. (2012). “Some studies on hard turning of AISI 4340 steel using multilayer coated carbide tool” *Measurement*, 45, 1872–1884.
7. Андреев В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование : Учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 352 с.
8. Бердников Л.Н. Справочник фрезеровщика / Л.Н. Бердников, В.Ф. Безъязычный. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 272 с.
9. 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.

10. 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.
11. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
12. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 45 с.
13. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 19 с.
14. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. – 50 с.
15. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент : учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков ; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с.
16. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 320 с.
17. 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.
18. Копылов Ю.Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 500 с.
19. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с.
20. 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.

21. 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.

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

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

24. 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.

25. Санев В. И. Деревообрабатывающие станки: методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы : методические указания / В. И. Санев, А. А. Тяпин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 52 с.

26. Солдатов В.Г. Конструкционные стали : учебное пособие для вузов / В.Г. Солдатов. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 184 с.

27. 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.

28. 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.

29. 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

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

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

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

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

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

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

Продолжение таблицы А.1

[illegible]