

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

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

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления червяка горизонтально-расточного станка

Обучающийся	<u>Д.П. Масленников</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент Н.Ю. Логинов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>д-р экон. наук, доцент А.А. Курилова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент, Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2024

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления червяка горизонтально-расточного станка.

Автор: Масленников Дмитрий Петрович.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления червяка горизонтально-расточного станка.

На первом этапе работы была проанализирована конструкция горизонтально-расточного станка, проведен анализ материала, из которого выполнен червяк, и его свойства, а также выполнен анализ конструкции детали на технологичность.

На втором этапе выполнения работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления червяка. Им оказалось среднесерийное производство, там же описаны особенности данного типа производства. Из двух наиболее подходящих типов заготовительного производства с помощью технико-экономического расчета принята штамповка. На самую точную поверхность червяка выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления червяка и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на шпоночно-фрезерной чистовой операции нами спроектировано станочное приспособление. В отличие от базового варианта техпроцесса это приспособление имеет механизированный привод. Данное мероприятие снижает вспомогательное время шпоночно-фрезерной операции, а это экономически выгодно.

Для шпоночно-фрезерной операции техпроцесса изготовления червяка горизонтально-расточного станка спроектирована концевая фреза, которая изготавливается из твердого сплава Т5К10. Она имеет увеличенную стойкость в отличие от фрезы из быстрорежущей стали, которая была в базовом варианте техпроцесса.

Abstract

Theme: The technological process of manufacturing the worm of a horizontal boring machine.

Author: Maslennikov Dmitriy.

In the final work, the technological process of manufacturing the worm of a horizontal boring machine is designed.

At the first stage of the work, the design of the horizontal boring machine was analyzed, the material from which the worm is made and its properties were analyzed, and the design of the part was analyzed for manufacturability.

At the second stage of the work, the type of machine-building production for the manufacture of the worm was selected. It turned out to be medium-scale production, and the features of this type of production are described there. Of the two most suitable types of procurement production, stamping was adopted using a technical and economic calculation. Allowances have been calculated for the most accurate surface of the worm. Next, the technological process of manufacturing the worm is designed and the cutting modes for some operations are calculated.

To fix the workpiece on the keyway milling finishing operation, we have designed a machine tool. Unlike the basic version of the process technology, this device has a mechanized drive. This measure reduces the auxiliary time of the keyway milling operation, and this is economically beneficial.

For the keyway milling operation of the manufacturing process of the worm of the horizontal boring machine, an end mill is designed, which is made of T5K10 hard alloy. It has increased durability in contrast to the high-speed steel milling cutter, which was in the basic version of the process.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение и условия работы детали.....	8
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	10
2 Технологическая часть.....	12
2.1 Определение типа производства.....	12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	12
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	13
2.4 Выбор методов обработки.....	15
2.5 Расчет припусков.....	20
2.6 Расчет режимов резания.....	24
3 Проектирование приспособления.....	30
3.1 Исходные данные.....	31
3.2 Выбор элементов для установки.....	32
3.3 Силовой расчет.....	32
4 Проектирование режущего инструмента.....	36
4.1 Исходные данные.....	37
4.2 Проектирование концевой фрезы.....	37
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	42
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	42
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	44
5.4 Обеспечение пожарной безопасности.....	45
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического	

объекта.....	45
6 Экономическая эффективность.....	47
Заключение.....	51
Список используемой литературы.....	52
Приложение А. Маршрутные карты.....	56

Введение

В настоящее время в условиях бурно развивающейся отечественной промышленности оказался очень важным вопрос развития станкостроительной отрасли, которая дает возможность развитию обрабатывающей части машиностроительной и других сфер деятельности.

Станкостроительная промышленность после развала СССР пришла в упадок из-за того, что многие предприятия стали в качестве основного оборудования закупать импортные станки. Это продолжалось до тех пор, пока западные страны не наложили запреты на продажу в Россию производимого металлообрабатывающего оборудования. Таким образом, в это время отечественная станкостроительная промышленность не имела достаточного количества заказов и многие предприятия закрылись.

Станочное оборудование подразделяется на токарное, шлифовальное, фрезерное, сверлильно-расточное и различное другое. Горизонтально-расточные станки – это оборудование для обработки сложных корпусных деталей. Эти станки на правой стороне станины имеют основной шпиндель, который несет осевой инструмент, а также дополнительный шпиндель, имеющий свой привод, на котором может размещаться не осевой инструмент, такой как резцы. [31]

На левой стороне станины станка располагается стойка, на которой располагается опора (люнет) для поддержки длинных расточных оправок, которые называются борштангами. Между этих двух комплексов посередине станины располагается рабочий стол, на котором размещают заготовку.

Червяк является составной частью привода главного движения горизонтально-расточного станка. Он предназначен для восприятия вращения и передачи его далее по кинематической цепи.

Целью данной работы является проектирование техпроцесса изготовления червяка горизонтально-расточного станка заданного качества с минимальными затратами.

1 Анализ исходных данных

«Металлорежущие расточные станки предназначены для обработки отверстий, фрезерования и обтачивания вертикальных и горизонтальных плоских и фасонных поверхностей набором фрез или резцами, нарезания резьбы и других операций при обработке корпусных деталей». [26]

«Выбор технологического оборудования и технологической оснастки осуществляется в зависимости от типа производства, вида изделия, сложности его изготовления. Выбор станка производится в соответствии со следующими условиями:

- размеры рабочей зона станка должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;
- станок должен обеспечивать выполнение технических требований, предъявляемых к детали;
- кинематические параметры станка должны соответствовать обработке на оптимальных режимах резания с наименьшей затратой времени и минимальной себестоимостью». [26]

«Для расточных станков наиболее существенными характеристиками являются диаметр расточного шпинделя и размеры поворотного стола». [26]

«Расточные станки бывают разных типов: горизонтально-расточные (рисунок 1), вертикально-расточные, координатно-расточные, алмазно-расточные». [26]

«Наиболее широко применяются горизонтально-расточные станки, на которых обрабатывают отверстия в достаточно габаритных корпусных деталях». [26]

Горизонтально-расточной станок состоит станины 1 (рисунок 1), на правой стороне которой расположена передняя стойка 2, являющаяся неподвижной. В этой стойке расположена шпиндельная бабка 3 с планшайбой 4 и основным шпинделем 5.

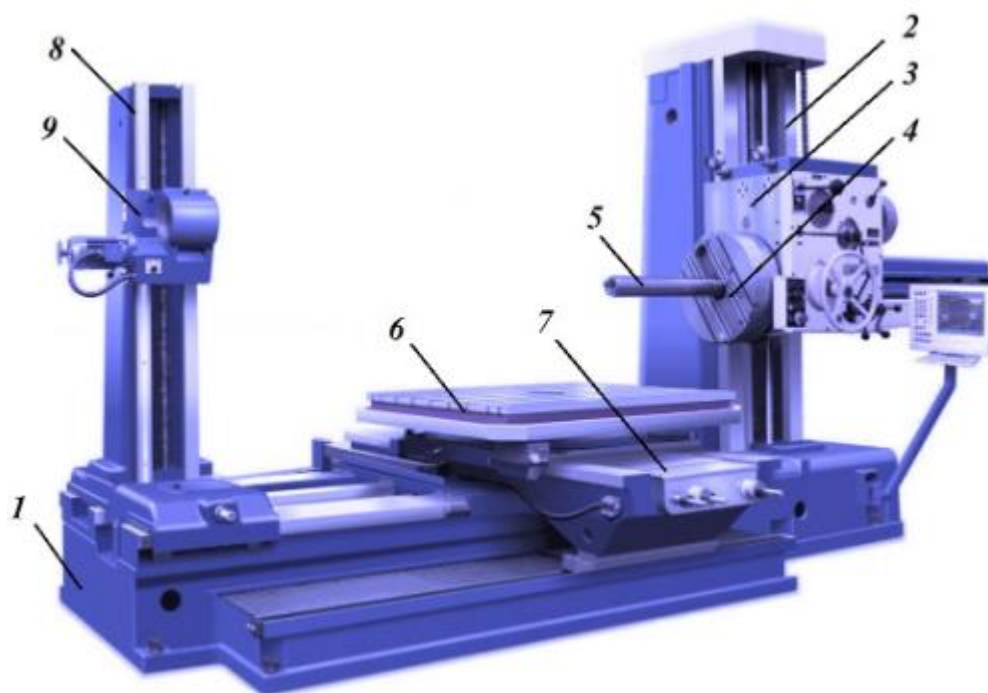


Рисунок 1 – Горизонтально-расточной станок

На левой стороне станины располагается подвижная стойка 8 с люнетом 9, предназначенным для дополнительной поддержки длинных расточных оправок, закрепляемых в основном шпинделе. Между этими стойками расположен рабочий стол станка 7, на котором закреплен поворотный стол, необходимый для разворота заготовки при ее обработке.

1.1 Назначение и условия работы детали

Главным движением в горизонтально-расточном станке является вращение шпинделя и планшайбы. Червяк является составной частью привода главного движения этого станка. Он предназначен для восприятия вращения и передачи его далее по кинематической цепи. Привод главного движения находится в неподвижной стойке в правой части станины и имеет собственной электродвигатель.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей червяка горизонтально-расточного станка пронумеруем каждую из его поверхностей и представим это на рисунке 2.

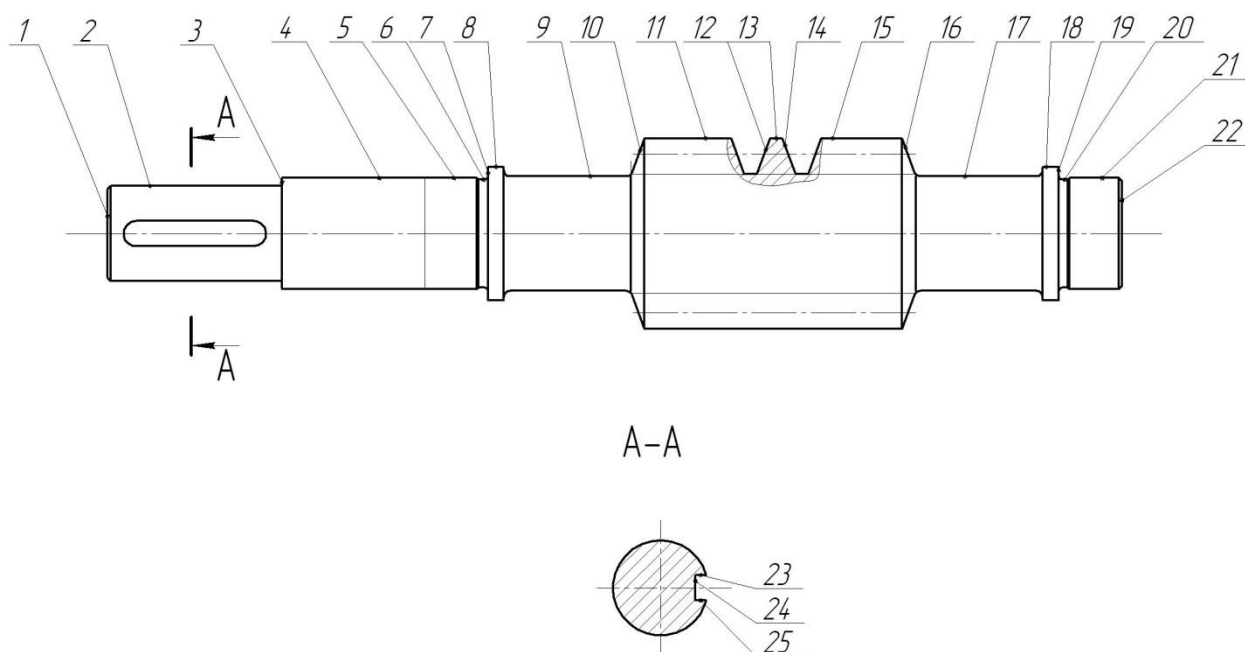


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями червяка горизонтально-расточного станка являются наклонные поверхности его захода 12, 14, а также боковые поверхности шпоночного паза 23, 24.

Основными конструкторскими базами червяка горизонтально-расточного станка являются цилиндрическая наружная поверхность 5, торцовая плоская поверхность 7, а также еще одна цилиндрическая наружная поверхность 21.

Вспомогательной конструкторской базой червяка горизонтально-расточного станка является торцовая поверхность 19.

Оставшиеся поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом вала-шестерни является сталь 45 ГОСТ 1050-2013 [5], которая содержит около 0,45% углерода (С), остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 45 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 45

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
530	156...197	315	38	20

«Сталь – основной металлический материал, используемый для изготовления деталей машин, приборов, строительных конструкций и инструментов. Широкое использование стали обусловлено комплексом механических, физико-химических и технологических свойств, а также приемлемым уровнем стоимости. Изменяя химический состав стали, можно в широких пределах менять ее свойства с учетом особенностей применения. Из всего объема стали, выпускаемой металлургической промышленностью, 85% приходится на долю углеродистой стали, 15% - легированной». [20]

«Углеродистые стали классифицируют по содержанию углерода, назначению, качеству, степени раскисления и структуре в равновесном состоянии». [20]

«По структуре различают: 1) доэвтектоидные стали, имеющие ферритно-перлитную структуру; 2) эвтектоидные стали со структурой перлита; 3) заэвтектоидные стали со структурой перлита и цементита». [20]

«По способу раскисления различают кипящие, полуспокойные и спокойные стали. Раскисление – удаление из жидкого металла кислорода. Спокойные стали, раскисленные марганцем, кремнием и алюминием, имеющими большее сродство с кислородом, чем железо, содержат мало кислорода и затвердевают спокойно, без газовыделения. Кипящие стали

раскисляются марганцем, повышенное содержание кислорода в момент разлива приводит к его взаимодействию с углеродом. Выделение пузырьков оксида углерода (СО) создает впечатление кипения стали, чем и обусловлено ее название. Кипящие стали имеют химическую неоднородность и газовую пористость в слитке, но достаточно дешевы. Благодаря низкому содержанию кремния (до 0,05 %) кипящие стали хорошо штампуются в холодном состоянии. Недостатком кипящей стали является высокий порог хладноломкости. Кипящие стали производят низкоуглеродистыми, благодаря чему газовые и усадочные поры при прокатке завариваются. Полуспокойные стали раскисляются марганцем и кремнием». [20]

«По качеству различают стали обыкновенного качества, качественные [32] и высококачественные. Под качеством стали понимают совокупность свойств, определяемых металлургическим процессом ее производства (металлургическое качество)». [20]

«Качественные стали содержат на более 0,04% S и не более 0,035% P, они менее загрязнены неметаллическими включениями и газами. В особо ответственных случаях эти стали содержат менее 0,02% S и 0,03% P. Поэтому при одинаковом содержании углерода качественные стали имеют более высокие пластичность и вязкость, особенно при низких температурах, чем стали обыкновенного качества». [20]

«Качественные углеродистые стали выплавляются в электропечах, кислородных конверторах и мартеновских печах. По содержанию углерода качественные углеродистые стали подразделяются на низкоуглеродистые (до 0,25% C), среднеуглеродистые (0,3...0,5% C) и высокоуглеродистые (до 0,65% C)». [20]

Конструкция червяка горизонтально-расточного станка такова, что все поверхности имеют довольно простой доступ к обработке и возможности измерения. Имеются канавки для выхода инструмента при обработке. В связи с этим, считаем конструкцию червяка горизонтально-расточного станка довольно технологичной.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Разрабатываемый технологический процесс и выбор оборудования для проектируемого машиностроительного производства во многом зависит от типа производства, которое бывает: единичное; серийное, которое подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное; массовое». [3]

«Тип производства характеризуют: широта номенклатуры (количество наименований выполняемых изделий); объем выпуска изделий; регулярность выпуска каждого изделия. Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями». [3]

В нашей работе будем принимать тип машиностроительного производства на основе двух параметров, таких как масса червяка горизонтально-расточного станка $m=3,0$ кг и годовая программа выпуска $N=5000$ штук. Исходя из этих параметров, принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Серийное производство характеризуется регулярным выпуском некоторого набора изделий. Причем все детали, а иногда и сборка этих изделий производится в одних и тех же цехах. В таких условиях основная идея межцехового планирования формируется следующим образом». [1]

«Поскольку за планово-отчетный период сборочные цехи производят некоторый набор изделий, то за тот же период цехи, выпускающие детали и узлы, должны произвести комплект деталей для этих изделий, чтобы восполнить их расход, а заготовительные цехи должны восполнить расход

заготовок. Таким образом, окончательной целью системы межцехового планирования является определение набора работ, которые каждый цех должен произвести в каждый планово-учетный период». [1]

«Конкретная реализация данной идеи межцехового планирования зависит от принятого способа организации серийного производства. Поскольку серийное производство является наиболее распространенным типом, в нем присутствуют самые разнообразные способы организации. Соответственно почти все известные системы планирования разработаны для применения в серийном производстве: это складская система, и система планирования по нормам задела, срокам межцеховых подач, и показная система, и различные комплектные системы, и система непрерывного операционного планирования». [1]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«В условиях металлургического производства машиностроительные профили изготавливают прокаткой, прессованием и волочением. При этом получают заготовки в виде сортовых профилей, листового проката, труб и периодических профилей. Прокат выпускают горячекатанным и калиброванным. При изготовлении деталей из калиброванных профилей, отличающихся высокой точностью размеров и низкой шероховатостью поверхности, возможно только отделочная механическая обработка поверхностей заготовок». [17]

«Для получения заготовок из стали и цветных металлов с деформируемой макроструктурой, имеющих форму и размеры, близкие к форме деталей машин, целесообразно применять методы обработки давлением (ковку, объемную и листовую штамповку)». [17]

«Заготовки, полученные объемной штамповкой, отличаются более высокой точностью размеров, качеством поверхностного слоя по сравнению с кованными заготовками». [17]

Если червяк горизонтально-расточного станка изготавливать из штампованной заготовки [12], то ее масса будет равна $m=5,53$ кг [29] при габаритных параметрах $\varnothing 58 \times 95$ мм. Если полумуфту изготавливать из проката [10], то ее масса будет равна $m=9,81$ кг [30] при габаритных параметрах $\varnothing 58 \times 92$ мм.

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

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$ ». [18]

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

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

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

где $C_{\text{шт}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [18]

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

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

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

где $Q_{\text{шт}} = 5,53; q = 3,0$;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144$$
». [18]

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 5,53 + 0,6578(5,53 - 3,0) - (5,53 - 3,0)0,0144 = 3,13$$

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

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

где $Q_{np} = 9,81$; $q = 3,0$;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб.} \quad [18]$$

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 9,81 + 0,6578(9,81 - 3,0) - 0,0144(9,81 - 3,0) = 5,58 \text{ руб.}$$

Себестоимость штампованной заготовки ниже, следовательно, примем для нашего техпроцесса в качестве заготовки штамповку.

«Определим коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{з}} \text{ руб.} \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{3,0}{5,53} = 0,54.$$

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

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«Проектирование общего маршрута обработки детали начинается обычно с установления последовательности и методов обработки отдельных ее поверхностей. При выборе метода обработки поверхностей исходят из технологических возможностей:

- возможность по обеспечению технологической точности и качества поверхности;
- величина снимаемого припуска;
- время обработки в соответствии с заданной производительностью».

[28]

«Выбор конкретного метода обработки производят с помощью таблиц средней экономической точности различных методов обработки». [28]

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

- заданная точность и качество поверхностей позволяют выбрать методы их окончательной обработки;

- вид исходной заготовки позволяет выбрать методы начальной обработки;

- методы окончательной и начальной обработки позволяют выбрать промежуточные методы. Каждый метод окончательной обработки требует определенного набора методов предшествующих. Как правило, предшествующая обработка является разнородной и она не может быть выполнена за одну операцию;

- вид заданной термической обработки позволяет судить о ее месте в последовательности обработки поверхности». [28]

«Для одной и той же поверхности могут быть применены различные варианты методов обработки, обеспечивающие одинаковое состояние обрабатываемой поверхности. Число возможных вариантов обработки поверхности может быть значительным. Все они различны по производительности и рентабельности». [28]

Поверхность 1 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центровально-подрезная обработка.

Поверхность 2 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 2,5. Необходимая точность

поверхности, заданная чертежом, IT8. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 3 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 4 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 5 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,32. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 6 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 7 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 8 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 9 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 10 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 11 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 2,5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 12 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: резбобфрезерование.

Поверхность 13 по форме является винтовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,63. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: резбобфрезерование черновое и чистовое, резбошлифование.

Поверхность 14 по форме является винтовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,63. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: резбобфрезерование черновое и чистовое, резбошлифование.

Поверхность 15 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 2,5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 16 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 17 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 18 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 19 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 20 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 21 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,32. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 22 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центrovально-подрезная обработка.

Поверхность 23 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 24 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT11. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 25 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 5. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

2.5 Расчет припусков

«Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки, в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. Припуск на обработку поверхности детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. ГОСТы и таблицы позволяют назначать

припуски независимо от технологического процесса изготовления детали и условий его осуществления и поэтому в общем случае являются завышенными, содержат резервы снижения расхода материала и трудоемкости изготовления детали». [27]

«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]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 21 с параметрами качества $\varnothing 35k6\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}\right)$ мм, $L = 16,5$ мм, $Ra = 0,32$ мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot TD. \quad [27] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,9 = 0,225.$$

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

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

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

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

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006.$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. \quad [19] \quad (7)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i). \quad [19] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,225^2 + 0,025^2} = 0,626.$$

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,040.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,018.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,626 + 0,5(0,900 + 0,250) = 1,201.$$

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

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

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,040 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,072.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,018 + 0,5(0,025 + 0,016) = 0,039.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 35,002.$$

$$d_{5\max} = 35,018.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 35,018 + 2 \cdot 0,018 = 35,054.$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 35,054 + 0,016 = 35,070.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 35,070 + 2 \cdot 0,040 = 35,150.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 35,150 + 0,025 = 35,175.$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 35,175 + 2 \cdot 0,125 = 35,425.$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 35,425 + 0,100 = 35,525.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 35,525 \cdot 0,999 = 35,489.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,489 + 0,062 = 35,551.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 35,551 + 2 \cdot 0,263 = 36,077.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,077 + 0,250 = 36,327.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 36,327 + 2 \cdot 0,626 = 36,953.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 36,953 + 0,900 = 37,853.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \rangle\rangle. [19] \quad (9)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(37,853 + 36,853) = 37,403.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(36,327 + 36,077) = 36,202.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(35,551 + 35,489) = 35,520.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(35,525 + 35,425) = 35,475.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(35,175 + 35,150) = 35,163$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(35,070 + 35,054) = 35,062.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(35,018 + 35,002) = 35,010.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{5\min} - d_{0\max} \rangle\rangle. [19] \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 36,953 - 35,018 = 1,935.$$

$$\langle\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 \rangle\rangle. [19] \quad (11)$$

$$2Z_{\max} = 1,935 + 0,900 + 0,016 = 2,851.$$

$$\langle\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle\rangle. [19] \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(1,935 + 2,851) = 2,393.$$

Найденные значения промежуточных припусков в дальнейшем используем при проектировании операций технологического процесса изготовления вала-шестерни горизонтально-расточного станка.

2.6 Расчет режимов резания

«Режимы обработки резанием оказывают весьма значительное влияние как на технические, так и экономические показатели производства и на развитие промышленности в целом. Назначение режимов обработки резанием рассматривается как технико-экономическая задача. В связи с этим расчет режимов резания является одной из самых массовых задач в машиностроении». [19]

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также геометрическими параметрами режущего инструмента. [33]

«При расчете режимов резания целесообразно учитывать фактор оптимизации их по одному из критериев оптимизации: максимуму производительности, минимуму себестоимости, а также оптимизации по комплексу параметров качества поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей и точности обработки. Назначение режима обработки неразрывно связано с выбором инструментального материала, а также с выбором смазывающе-охлаждающих технологических сред с учетом метода обработки материала обрабатываемых деталей». [19]

«Способ обработки материалов определяется видом энергии, подводимой в зону обработки (механической, электрической и др.). Соответственно различают механическую, электроэрозионную, электрохимическую, лазерную и другие виды обработки». [19]

«Механическая обработка может проводиться лезвийным инструментом или абразивным. Лезвийные инструменты (резец, сверло, фреза, протяжка и другие) характеризуются тем, что количество, конфигурация и пространственное расположение режущих лезвий у них заранее известны и определены конструктором инструмента». [24]

2.6.1 Определение режимов обработки на операцию 010.

Глубина резания $t = 2,0$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 180$ ». [24]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [24] \quad (14)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60,3} = 951 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [24] \quad (15)}$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 60,3 \cdot 800}{1000} = 151 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{». [24] \tag{16}}$$

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

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{». [24] \tag{17}}$$

$$T_0 = \frac{165}{240} = 0,69 \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов обработки на операцию 020.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60} = 955 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 151 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{172}{240} = 0,72 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,3$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42} = 1365 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 1250}{1000} = 165 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{15}{375} = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,75$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

Скорость резания

$$V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 35} = 819 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 800}{1000} = 88 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1}{240} = 0,01 \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,72 + 0,04 + 0,01 = 0,77 \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов обработки на операцию 030.

Глубина резания $t = 4$. [24]

Подача $S_z = 0,025$ мм/зуб. [24]

«Подача на оборот

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

где Z – количество зубьев фрезы». [24]

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

«Скорость резания

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

где D – диаметр фрезы;

C_v – постоянный коэффициент;

q, m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания». [24]

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

где K_{MV} – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия». [24]

$$K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 1,0; K_{LV} = 1,0. [24]$$

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

$$D = 8; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30. [24]$$

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40,8}{3,14 \cdot 8} = 1648 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1500}{1000} = 37,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

где $n_{отв}$ - количество отверстий;

L_{px} - длина хода инструмента». [24]

$$T_0 = \frac{1 \cdot 50}{150} = 0,33 \text{ мин.}$$

Полученные значения режимов резания при изготовлении вала-шестерни привода горизонтально-расточного станка внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А (таблица А.1).

3 Проектирование станочного приспособления

«Решение задач, поставленных перед машиностроителями, непрерывно связано с необходимостью проектирования и внедрения прогрессивной технологической оснастки». [16]

«Технологическая оснастка – зверья технологической системы, связывающие изготавливаемые объекты и рабочие инструменты с оборудованием с целью достижения требуемого качества объектов изготовления с наименьшими затратами, облегчения труда и его безопасности». [16]

«В состав технологической оснастки входят приспособления для установки (базирования и закрепления) изготавливаемых объектов при механической обработке, сборке и для контроля изделий, а также для грузочно-транспортных устройств». [16]

«Правильно спроектированная и изготовленная технологическая оснастка служит высокоэффективным средством повышения производительности оборудования и обеспечения качества изделий, снижения их трудоемкости и себестоимости». [16]

«Велико разнообразие технологической оснастки, используемой в современном машиностроительном производстве. Оно обусловлено большим многообразием технологических операций и оборудования». [16]

«Задачи проектирования технологической оснастки вытекают из более общей задачи разработки технологического процесса автоматизированного изготовления деталей и сборки изделий. Следует обратить внимание на единство методологии проектирования и общность задач (базирование, закрепление и др.), решаемых при проектировании технологической оснастки различного назначения. Требования к точности любой технологической оснастки можно правильно обосновать лишь на основе системного подхода к решению задачи при условии рассмотрения этой технологической оснастки как звена технологической системы». [16]

3.1 Исходные данные

На шпоночно-фрезерной операции 030 изготовления вала-шестерни горизонтально-расточного станка происходит обработка шпоночного паза, как показано на рисунке 3.

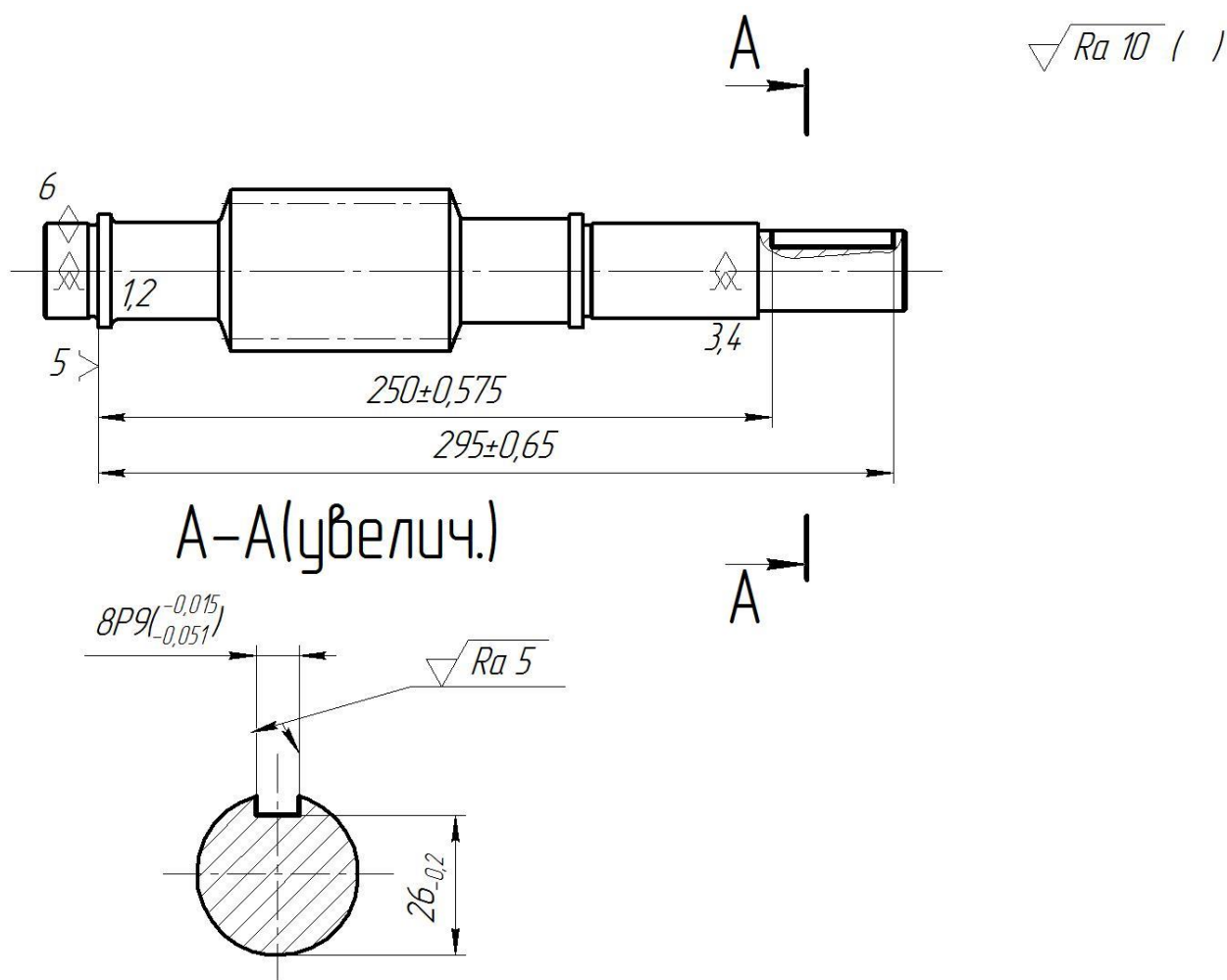


Рисунок 3 - Эскиз операции

Заготовка для изготовления червяка горизонтально-расточного станка на операции базируется по двум цилиндрическим поверхностям 5 и 21 с упором в торцовую поверхность 19. Эти поверхности предварительно обрабатываются на токарных операциях и могут быть использованы в качестве баз.

3.2 Выбор элементов для установки

Так как поверхность для установки заготовки является цилиндрической, то для установки заготовки корпуса протяжного патрона будем использовать призмы опорные ГОСТ 12195-66 [9] в количестве трех штук.

Призмы опорные изготавливаются из стали марки 20Х. Возможна замена этого материала на стали других марок, имеющими механические свойства не ниже стали 20Х.

Твердость рабочих поверхностей опорных призм должна быть 56...61 HRC, которая достигается цементацией на глубину $h=0,8...1,2$ мм.

«При базировании в любую призму технологическая база – плоскость симметрии призмы совмещается с конструкторской базой – плоскостью симметрии заготовки». [2]

Погрешности базирования осевых размеров заготовок, получаемых от опорной или установочной базы, а также размеров, получаемых от вертикальной оси симметрии заготовок, равны нулю, поскольку в этих случаях выполняется принцип совмещения баз.

Погрешность базирования размера, получаемого вдоль третьей координатной оси заготовки, определяется допуском на диаметр заготовки, выбором технологической базы при получении этого размера, а также углом призмы α .

3.3 Силовой расчет

На рисунке 4 представлена схема закрепления заготовки червяка горизонтально-расточного станка в приспособлении.

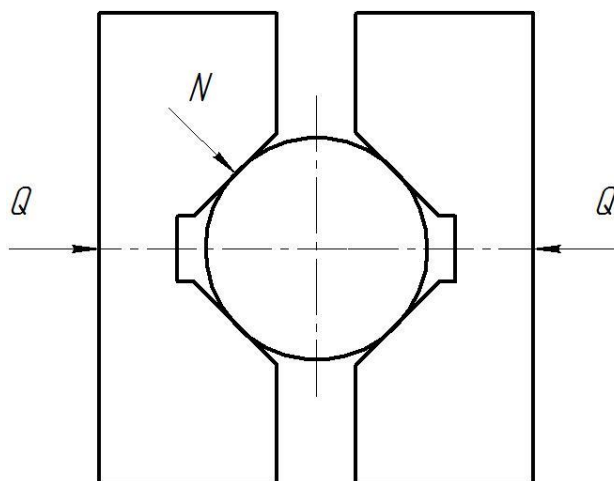


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

Окружная сила резания при фрезеровании

$$\ll P_x = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (22)$$

где t – снимаемый припуск;

C_p – постоянная величина;

S – подача при врезании;

B – ширина фрезерования;

D – диаметр фрезы;

x – постоянный коэффициент;

y – постоянный коэффициент;

q_p – постоянный коэффициент». [2]

$t = 4; S = 0,05; B = 8; D = 8$ из условий обработки.

$$C_p = 68; x = 0,86; y = 0,74; q_p = -0,86. [2]$$

$$P_z = 68 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,025^{0,74} \cdot 8^1 \cdot 8^{-0,86} = 32,7, H$$

Суммарная сила резания

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} \quad (23)$$

$$P = \sqrt{32,7^2 + 32,7^2} = 46,2 \text{ Н.}$$

Так как заготовка при обработке должна находиться в состоянии покоя, то

$$\begin{aligned} \Sigma x &= 0; \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma y &= 0; \Sigma M_y = 0 \\ \Sigma z &= 0; \Sigma M_z = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

Для увеличения надежности закрепления введем коэффициент запаса K , тогда

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P \quad (25)$$

«Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (26)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса;

K_1 - коэффициент состояния поверхности заготовки;

K_2 - коэффициент затупления инструмента;

K_3 - коэффициент, учитывающий возрастание сил резания;

K_4 - коэффициент механизации силового привода;

K_5 - коэффициент эргономичности ручных запорных механизмов;

K_6 - коэффициент, учитывающий наличие крутящих моментов». [15]

$$K_0 = 1; K_1 = 1,5; K_2 = 1,15; K_3 = 1,2; K_4 = 1,3; K_5 = 1; K_6 = 1,5 \quad [2]$$

$$K = 1 \cdot 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7$$

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P = \frac{2,7 \cdot \sin 45^\circ}{0,1} \cdot 46,2 = 882$$

Из-за равенства моментов

$$P_{II} \cdot L_1 = P_3 \cdot L_2$$

(27)

$$P_{II} = \frac{P_3 \cdot L_2}{L_1}.$$

$$P_u = \frac{P_3 L_2}{L_1} = \frac{882 \cdot 0,054}{0,472} = 101 \text{ Н.}$$

«Для пневмоцилиндров

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot P_u}{\pi \cdot p}} - d. \quad (28)$$

где D – диаметр мембраны;

d – диаметр штока;

p – рабочее давление». [2];

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot 101}{3,14 \cdot 0,4}} - 20 = 172 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр мембраны 250 мм.

Спроектированное приспособление с призмами для закрепления заготовки вала-шестерни горизонтально-расточного станка на фрезерной операции 030 представлено в графической части.

4 Проектирование режущего инструмента

«Модернизация производства на ряде отечественных машиностроительных предприятий сопровождается внедрением современных высокопроизводительных обрабатывающих центров, которые позволяют обрабатывать не только сложные детали, но и совершенствовать машиностроительное производство, многократно увеличивать выпуск продукции и скорость обработки.». [23]

«Обрабатывающие центры оснащают современным режущим и вспомогательным инструментом, что позволяет значительно повысить производительность. Однако использование одного и того же инструмента при обработке разных материалов может привести к снижению его работоспособности и стойкости». [23]

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

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

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

«Для станков с автоматической сменой инструмента на первом плане стоит жесткость и надежность, точность позиционирования, гибкость, простота обслуживания и хранения». [23]

4.1 Исходные данные

На шпоночно-фрезерной операции 030 необходимо обработать шпоночный паз в заготовке червяка горизонтально-расточного станка, как показано на рисунке 5.

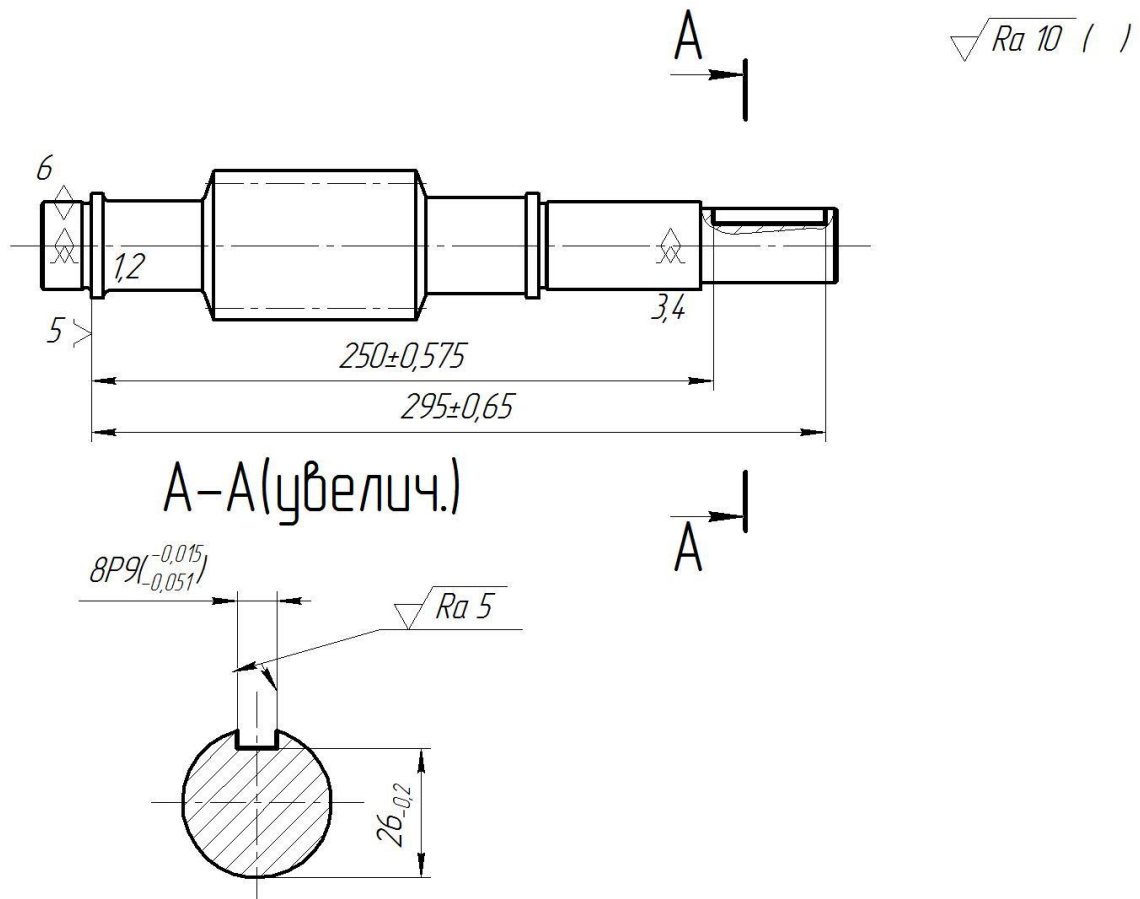


Рисунок 5 - Эскиз операции

Обрабатываемым материалом является сталь 45 ($\sigma_b=530$ МПа).

4.1 Проектирование концевой фрезы

«Диаметр концевой фрезы d назначается конструктивно исходя из формы и размеров обрабатываемой заготовки. От диаметра зависит отвод

тепла, толщина стружки, число зубьев, форма зубьев и диаметр отверстия». [25]

Так как радиус закругления отверстия $R=4$ мм, то $d=8$ мм.

Длина фрезы

$$\langle L=l_1+l+l_2, \quad (28)$$

где l_1 – длина режущей части;

l – длина шейки;

l_2 – длина хвостовика». [25]

Длина режущей части

$$\langle l_1=4 \cdot d \rangle. [25] \quad (29)$$

$l_1=4 \cdot 8=32$ мм. Примем $l_1=40$ мм.

Длина шейки

$$\langle l=4\sqrt[4]{d+\frac{12}{d}} \rangle. [25] \quad (30)$$

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

Так как проектируемая фреза твердосплавная, то примем $l=12$ мм.

$$L=40+12+60=112 \text{ мм.}$$

Количество зубьев

$$z=(0,1\dots 1,3)d \quad (31)$$

$$z=(0,1\dots 1,3)5=0,5\dots 6,5$$

$$z=4.$$

«Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют стружечную канавку с углом наклона $\omega = 30..45^\circ$ ». [25]

Принимаем $\omega = 30^\circ$.

«Главный угол в плане φ определяется конструкцией фрезы. Для концевых фрез $\varphi = 90^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 0..10^\circ$ $\varphi_1 = 0..10^\circ$ ». [25]

Принимаем $\varphi_1 = 6^\circ$.

«Главный задний угол α рассматривается в торцевом сечении. Он назначается в целях уменьшения трения задней поверхности зуба фрезы о поверхность резания детали. При его увеличении уменьшается площадь контакта между этими поверхностями и соответственно снижаются силы трения. Однако увеличение этого угла сверх определенных значений приводит к уменьшению угла заострения β , ослаблению режущего клина и, следовательно, к снижению его прочности. Уменьшение массивности режущего клина также ухудшает теплоотвод от лезвия, в результате возрастает температура резания и снижается стойкость фрезы. Таким образом, величина главного заднего угла должна одновременно удовлетворять двум противоречивым условиям». [25]

Принимаем $\alpha = 14^\circ$.

«Главный передний угол γ предназначен для уменьшения нагрузки на режущую кромку в процессе резания и рассматривается в нормальном сечении, т.е. в направлении схода стружки. Он назначается исходя из условий, обеспечивающих срезание стружки в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и характеристики материала инструмента. Увеличение переднего угла способствует снижению пластических деформаций срезаемого слоя и сил резания, облегчает перемещение стружки по передней поверхности. С этой точки зрения величины передних углов желательно назначать предельно большими, близкими к 45° ». [25]

Принимаем $\gamma = 15^\circ$. [25]

Эскиз спроектированной концевой фрезы для обработки шпоночного паза червяка горизонтально-расточного станка на 030 операции представлен на рисунке 6.

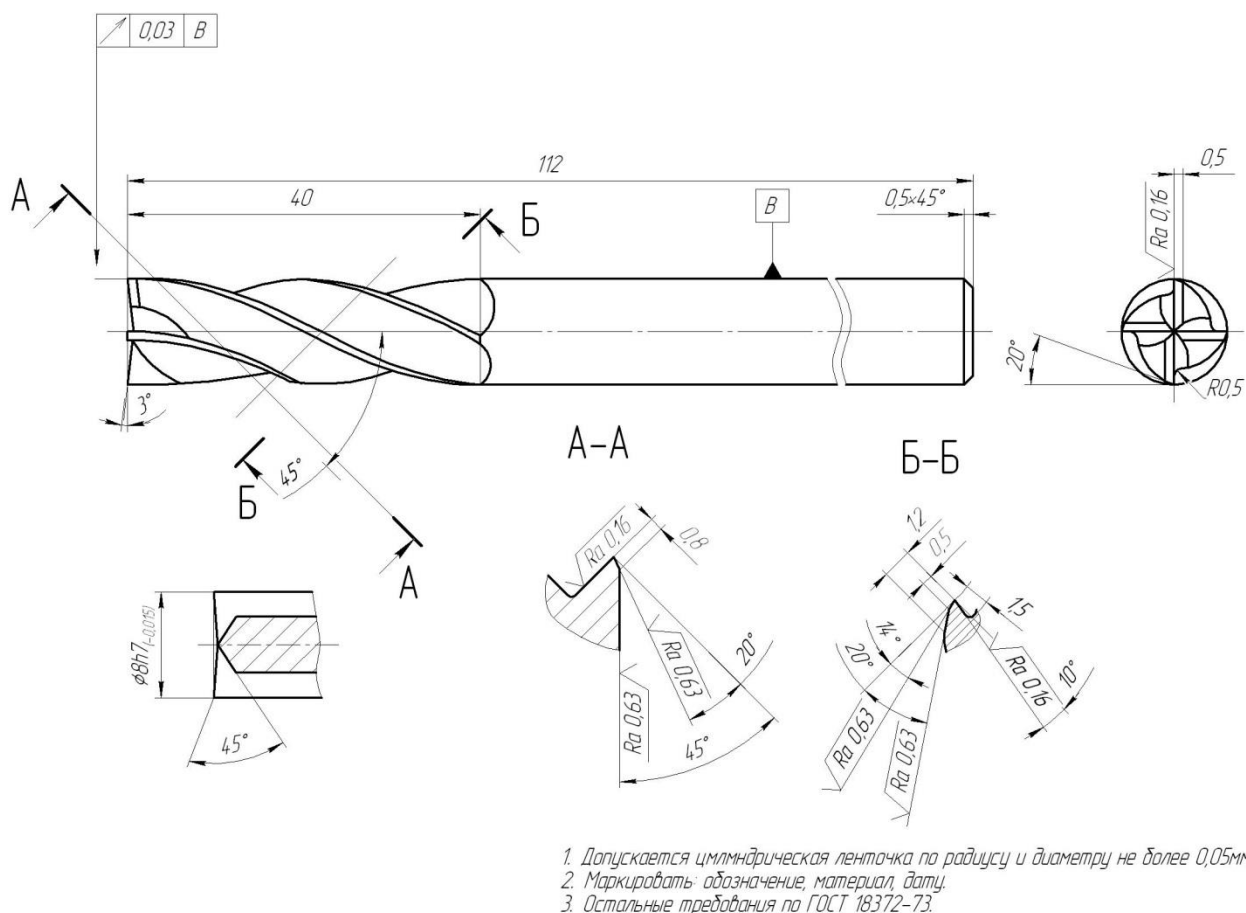


Рисунок 6 - Эскиз фрезы

В данном разделе нами спроектирован режущий инструмент для техпроцесса изготовления червяка горизонтально-расточного станка. Рабочий чертеж фрезы представлен в графической части.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В работе рассматривается техпроцесс изготовления червяка горизонтально-расточного станка. В процессе анализа базового варианта техпроцесса нами было принято решение подвергнуть модернизации одну из технологических операций, ей оказалась шпоночно-фрезерная операция 030, которая выполняется на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д.

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

«Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического инцидента на производстве позволит предупредить негативные последствия

возникновения рисков, исключить производственные травмы и так далее».
[4]

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В технологическом процессе изготовления червяка горизонтально-расточного станка совершенствованию подвергается шпоночно-фрезерная операция 030, выполняемая на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д. Шпоночно-фрезерным станком управляет оператор, функциями которого является загрузка необработанной заготовки в станочное приспособление, закрепление заготовки в специальное приспособление с призмами, закрытие рабочей зоны станка защитным экраном, запуск программы на обработку. После проведения обработки оператор открывает рабочую зону шпоночно-фрезерного станка, извлекает обработанную заготовку из станочного приспособления и отправляет ее в накопитель. Режущим инструментом на этой операции является концевая фреза, которая в отличие от базового варианта, где стояла фреза из быстрорежущей стали, изготовлена из твердого сплава Т5К10. Заготовка изготавливается из конструкционной углеродистой стали 45.

В качестве смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) используется масляная жидкость ЭПРОМ МР-7, предназначенная для охлаждения при обработке различных сталей. Она представляет собой специально обработанное масло, в которой добавлены различные присадки для придания жидкости специальных технологических и антикоррозионных свойств.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

На шпоночно-фрезерном станке с ЧПУ модели 692Д выполняется операция фрезерования шпоночного паза. Оператор станка устанавливает в

приспособление заготовку, закрывает защитный экран на станке (рисунок 7), чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора. Затем оператор включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заданной траектории.



Рисунок 7 - Шпоночно-фрезерный станок модели 692Д

Еще одним опасным и вредным производственным фактором является испарение смазочно-охлаждающей жидкости.

Так как зона обработки на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 692Д является открытой, то брызги СОЖ могут загрязнять экологическую ситуацию на рабочем месте.

Для зажима-разжима заготовке на шпоночно-фрезерном станке нами в работе спроектировано станочное приспособление, которое автоматически зажимает заготовку до проведения обработки и разжимает заготовку после проведения фрезерования шпоночного паза. Это мероприятие делает работу

оператора станка более безопасной и уменьшает вспомогательное операционное время, что снижает производственные затраты.

В процессе обработки заготовок на металлорежущих станках, включая шпоночно-фрезерный станок модели 692Д, возникают продукты отхода в виде металлической стружки. [8]

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Перед включением шпоночно-фрезерного станка для обработки оператором необходимо проверить чистоту рабочей зоны.

Для того, чтобы снизить влияние паров СОЖ на оператора станка в производственном цехе на участке должна быть организована вентиляция. Эти требования регулируются ГОСТ Р ЕН 13779-2007 [15].

СОЖ после подачи в зону обработки должна отводиться по специальным каналам, далее очищаться от загрязнений и использоваться заново для охлаждения зоны обработки. [22]

После обработки партии заготовок необходимо проводить влажную уборку производственного помещения.

Образующуюся стружку необходимо удалять из зоны обработки. Это делает оператор станка. При этом может возникнуть опасность поражения тканей кожного покрова оператора стружкой. Поэтому для удаления из зоны резания металлической стружки станочник должен использовать специальный крючок.

Для централизованного сбора металлической стружки на машиностроительных предприятиях используют специальные контейнеры. По мере заполняемости этих контейнеров специальные службы увозят собранную металлическую стружку для утилизации и переработки для изготовления новых деталей.

Важным производственным требованием является наличие у рабочего-станочника под ногами диэлектрического коврика. Это необходимо для

снижения риска поражения рабочего электрическим ударом от статического электричества. [11]

3.4 Обеспечение пожарной безопасности

В процессе производства партии червяков горизонтально-расточного станка на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д используется смазочно-охлаждающая жидкость ЭПРОМ МР-7, которая является масляной жидкостью, изготовленная из нефтепродуктов. Она в процессе использования может воспламениться, что в конечном итоге может привести к образованию пожара.

Это относится к классу пожара В: пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов.

При возникновении пожара необходимо выключить работу шпоночно-фрезерного станка, при этом выключится поступление горючей жидкости в зону воспламенения. Для тушения возгорания рекомендуется использование пожарных напорных рукавов ГОСТ Р 51049-2019 [13] или переносные огнетушители ГОСТ Р 51057-2001 [14]. При этом с помощью пены в очаг возгорания перестанет поступать кислород и пожар прекратится.

3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Негативным экологическим фактором при работе на шпоночно-фрезерном станке является загрязнение рабочего места оператора парами смазочно-охлаждающей жидкости. Для снижения воздействия этих паров на дыхательную систему станочника станка необходимо правильная организация на рабочем месте системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Снижение рисков получения травм на производстве регламентируют стандарты [6] и [7].

Кроме этого в процессе обработки возникают отходы в виде металлической стружки. Эти отходы необходимо правильно утилизировать. На предприятиях машиностроения стружку принято собирать в контейнеры, а затем эту стружку перемещают на специальные участки, где подвергают прессованию и переплавке для изготовления новых заготовительных материалов.

Эти мероприятия осуществляются с одной стороны для улучшения экологической ситуации на рабочем месте, а с другой стороны для экономии ресурсов, в частности для экономии металла – стали 45.

В этом разделе нами проанализирована вновь спроектированная операция фрезерования шпоночного паза заготовки при изготовлении червяка горизонтально-расточного станка, которая осуществляется на шпоночно-фрезерном станке модели 692Д. При этом возникают опасные и вредные производственные факторы, которые нами были описаны в разделе. Для снижения воздействия этих факторов на организм оператора-фрезеровщика, а также на экологическую ситуацию на рабочем месте и в цехе нами предложены мероприятия, которые уменьшат воздействие таких факторов и приведут к улучшению экологической ситуации на рабочем месте в частности и на предприятии в целом.

Также в данном разделе проанализирована пожарная ситуация на рабочем месте оператора-фрезеровщика, определен класс возможного пожара и предложен перечень противопожарного оборудования, которым необходимо обеспечить рабочее место.

6 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления червяка горизонтально-расточного станка. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 8).

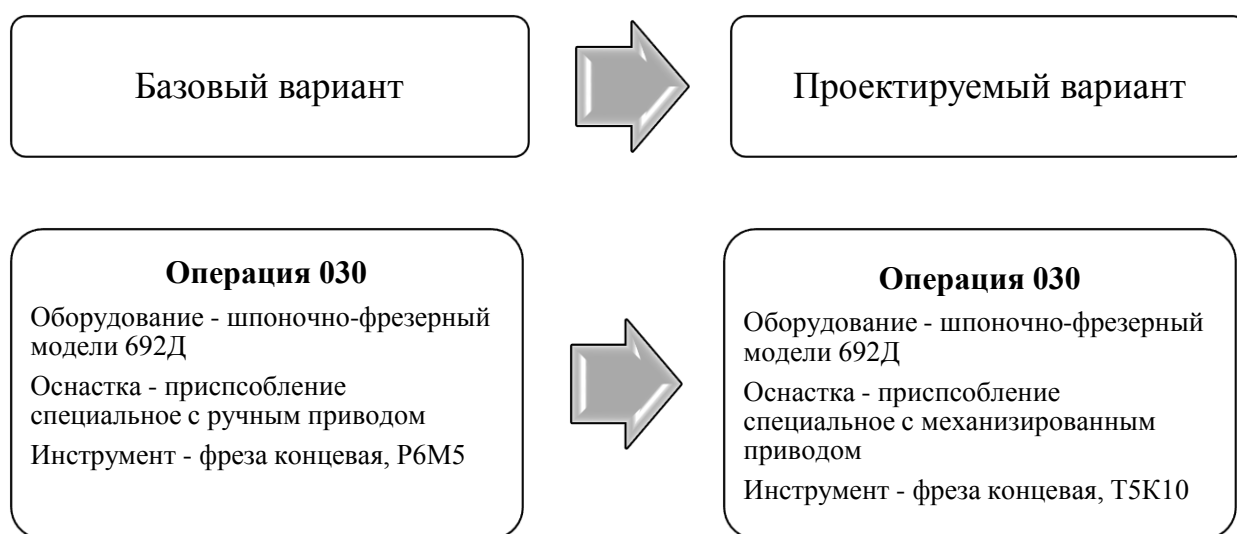


Рисунок 8 – Краткое описание внесенных в технологический процесс изменений

Как видно из рисунка 8, благодаря внесенным изменениям удалось достичь сокращения операционного времени, а, следовательно, уменьшения трудоемкости их выполнения. В совокупности, все изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 0,75 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 9.

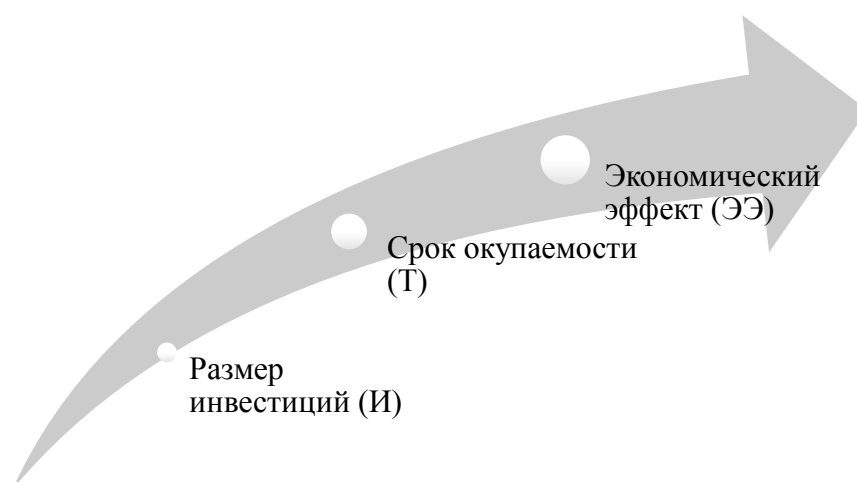


Рисунок 9 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 9, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [21], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 10.

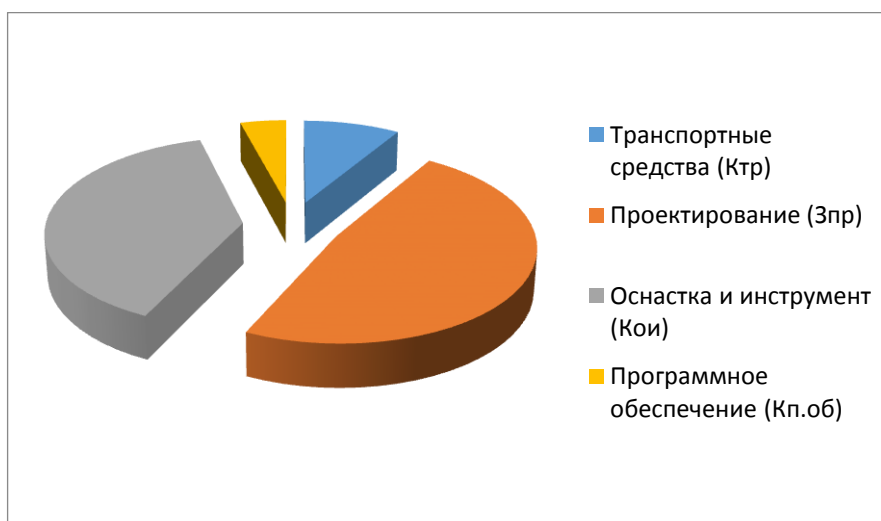


Рисунок 10 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Как видно из рисунка 10, весомую долю в инвестициях занимают затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), которые составляют 65,95 % от размера всех инвестиций. Кроме затрат на проектирование, предприятию необходимо будет осуществить существенные финансовые вложения в такую статью затрат, как «оснастка и инструмент ($K_{ОИ}$)». Ее доля в общем размере инвестиций составит 20,22 %, а это обосновывается необходимостью оснащения операций режущим инструментом и станочной оснасткой. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1 \quad (32)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [21]

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 184,19$ руб. и $C_2 = 169,13$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 5000$ шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [21] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (33) можно представить в развернутом формате в виде

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1 \quad (33)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [21]

$$T = \frac{97511,14}{(184,19 - 169,13) \cdot 5000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = 1,619 = 2 \text{ года}$$

Экономический эффект определяется по формуле (34), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\langle \text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T П_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И \quad (34)$$

где E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета».

[21]

$$\text{ЭЭ} = \left(78139,42 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} \right) \right) - 97511,12 = 21868,55$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 21868,55 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни горизонтально-расточного станка.

На первом этапе работы нами описана конструкция горизонтально-расточного станка и работа червяка в узле, выполнена классификация поверхностей червяка и обозначены наиболее важные поверхности. Далее рассмотрен материал, из которого изготовлен червяк, проведен анализ физико-механических свойств материала, а также рассмотрен вопрос технологичности конструкции червяка горизонтально-расточного станка.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления червяка. Им оказалось среднесерийное производство, там же описаны особенности данного типа производства. Из двух наиболее подходящих типов заготовительного производства с помощью технико-экономического расчета принята штамповка. На самую точную поверхность червяка 21 выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления червяка и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на шпоночно-фрезерной чистовой операции нами спроектировано станочное приспособление. В отличие от базового варианта техпроцесса это приспособление имеет механизированный привод. Данное мероприятие снижает вспомогательное время шпоночно-фрезерной операции, а это экономически выгодно.

Для этой же операции техпроцесса изготовления червяка горизонтально-расточного станка спроектирована концевая фреза, которая изготавливается из твердого сплава Т5К10. Она имеет увеличенную стойкость в отличие от фрезы из быстрорежущей стали, которая была в базовом варианте техпроцесса.

Список используемой литературы

1. Бадаш Х.З. Типы производства и модели планирования // Вестник Удмуртского университета. Серия: Экономика и право. Вып. 2. 2009. – С. 19-29.
2. Блюмштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов. – 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 220 с.
3. Бойко А.Ф. Проектирование машиностроительных цехов и участков : учеб. пособие / А.Ф. Бойко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, М.Н. Воронкова. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 264 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.
5. ГОСТ 1050-2013.Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – 36 с.
6. ГОСТ 12.1.004-85. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. – 83 с.
7. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. – 5 с.
8. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – 15 с.
9. ГОСТ 12195-66. Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция. – 6 с.
10. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
11. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.

12. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
13. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 23 с.
14. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 32 с.
15. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. – 82 с.
16. Гусев А.А. Проектирование технологической оснастки : учебник для вузов / А.А. Гусев, И.А. Гусева. 2-е изд., исправл. и доп. – М. : Машиностроение, 2013. – 416 с.
17. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального назначения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий; Балт. гос. ун-т. – СПб., 2015. – 179 с.
18. 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.
19. Козлов А.А. Расчет режимов резания : учеб. пособие / А.А. Козлов, А.М. Козлов. – Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 95 с.
20. Конструкционные стали и сплавы : учеб. пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, А.Ф. Леонов, А.А. Устинова. - Москва : Инфра-М; Znanium.com, 2016. - 440 с.
21. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 184 с.

22. Попов А.А. Производственная безопасность : учебное пособие / под. общ. ред. А.А. Попова. – 2-е изд., испр. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 432 с.
23. Пятых А.С. Инструменты для высокопроизводительной обработки : учебное пособие / А.С. Пятых, А.В. Савилов, С.А. Тимофеев. – Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2021. – 112 с.
24. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
25. 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.
26. Седых Л.В. Инжиниринг оборудования и процессов для обработки материалов резанием. Особенности обработки отверстий : учеб. пособие / Л.В. Седых. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 116 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. Тимирязев В.А. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, Т.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 384 с.
29. Boonkanit, Prin, and Sansak Parklumjiek. The Improvement of Metal Stamping Procurement Process / Applied Mechanics and Materials 848 (2016): 255-258.
30. Kanyalkar, A. P., & Adil, G. K. (2010). A robust optimisation model for aggregate and detailed planning of a multi-site procurement-production-distribution system. International Journal of Production Research, 48(3), 635-656.
31. Kuznetsov, A. P., & Kosov, M. G. (2012). Structural precision of metal-cutting machines. Russian engineering research, 32(5), 482-490.

32. Lachenicht, V., Scharf, G., Zebrowski, D., & Shalimov, A. (2011). Spray forming—a promising process for making high-quality steels and alloys. *Metallurgist*, 54(9), 656-668.
33. Sarwar, M., Persson, M., Hellbergh, H., & Haider, J. (2010). Forces, wear modes, and mechanisms in bandsawing steel workpieces. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 224(11), 1655-1662.

Приложение А

Маршрутные карты

Таблица А.1 - Маршрутные карты

ГОСТ 3.1116-82 Форма 1														
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разработал		Масленников		ТГУ										
Пров.		Логинев												
Н. Контр.						Червяк								
М01														
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры			КД	МЭ			
М02	166	3.65	1		0,66	16	Ø60x320			1	5.53			
А	Уч.	РМ	Код, наименование операции			Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тшт.	
A01 XX XX XX 005 4211 Центровально – подрезная ИОТ № 65														
B02 38 1261 0 Центровально-подрезной 2-хст. 2A911-1 1 19158 311 1 1 1 199 1 0,35														
O03 Выполнить центровые отверстия, выдерживая размеры Ø5±0,3, 5±0,15, 4,85±0,15, Ø10,6±0,43; подрезать торцы (поверхности 1 и 22) в размер 320±0,7, обточить поверхность 2, выдерживая размер Ø30,3-0,25.														
T05 XXXXXX Призмы опорные ГОСТ 12194 – 86; 391210 Сверло центровочное Р6М5 Гост 14952-75 – 2шт;														
T06 XXXXXX 4-хгран. пластина Т15К6 ГОСТ19051- 73(3шт); 393120 калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882 – 77;														
T07 393311 Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.														
A08 XX XX XX 010 4233 Токарная черновая с ЧПУ ИОТ № 63														
B09 38 1021 5 Токарный патронный с ЧПУ САМАТ-400ХС 1 16045 322 1 1 1 199 1 0,69														
O10 Точить поверхность 21, выдерживая размер Ø30,3-0,25; точить поверхность 19, выдерживая размер 300,3±0,65; точить поверхность														
O11 18, выдерживая размер Ø42,3-0,63; точить поверхность 17, выдерживая размер Ø36,3-0,63; точить поверхность 16, выдерживая														
O12 размер 20 ⁰ ±1; точить поверхность 15, выдерживая размер Ø60,3-0,3.														
O13 306110 Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571 – 71; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 13214 – 79.														
МК														

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.											7	2		
			Обозначение документа													
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
T01	392840		Центр упорный		ГОСТ 13214-79; 392190	резец сборный проходной правый T15K6 ГОСТ 18878-82;										
T02	393311		Штангенциркуль		ШЦЦ-Ш-250-0,05	ГОСТ 166-89.										
A03	XX	XX	015	4233	Токарная черновая с ЧПУ	ИОГ № 63										
B04	38	1021	5	Токарный патронный с ЧПУ	SAMAT-400XS 1	16045	322	1	1	1	1	1	199	1		0,77
O05					Точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 30,3-0,25$; точить поверхность 3, выдерживая размер $54,7 \pm 0,37$; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 30,3-0,25$; точить поверхность 5, выдерживая размер $\varnothing 30,3-0,25$; точить поверхность 7, выдерживая размер											
O07					119,7 \pm 0,435; точить поверхность 8, выдерживая размер $\varnothing 42,3-0,62$; точить поверхность 9, выдерживая размер $\varnothing 36,3-0,62$; точить											
O08					поверхность 10, выдерживая размер $20^{\circ} \pm 1'$.											
T09	396110		Токарный поводков. патрон		ГОСТ 2571-71; 392841	Центр вращающийся ГОСТ 13214-79; 392840 Центр упорный ГОСТ 13214-79;										
T10	392190		Резец сборный проходной правый T15K6		ГОСТ 18878-82; 393311	Штангенциркуль ШЦЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-89.										
A11	XX	XX	020	4233	Токарная чистовая с ЧПУ	ИОГ № 63										
B12	38	1021	5	Токарный патронный с ЧПУ	SAMAT-400XS 1	16045	322	1	1	1	1	1	199	1		0,77
O13					Точить поверхность 21, выдерживая размер $\varnothing 35,179$; выполнить фаску $1 \times 45^{\circ}$; точить канавку (пов. 20), выдерживая размеры $3 \pm 0,125$,											
O14					45 $^{\circ}$, R1, R0,5; точить поверхность 19, выдерживая размер $300 \pm 0,65$; точить поверхность 18, выдерживая размер $\varnothing 42-0,62$; точить											
O15					поверхность 17, выдерживая размеры $\varnothing 36-0,62, R2$; точить поверхность 16, в размер $20^{\circ} \pm 1'$; точить поверхность 15, в размер $\varnothing 60-0,074$.											
МК																

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Любл.											7	5		
А			Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б			Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
A01	XX.XX.XX	050	4230	Круглошлифовальная черновая программная ИОГ № 76												
B02	38 1025 7	Круглошлифовальный с ЧПУ 3M153Ф2 1			16045	322	1	1	1	199	1					0,08
O03	Шлифовать поверхность 21 в размер $\varnothing 35,07 \pm 0,031$ на длину 15,5±0,215.															
T04	396310	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 397130			Круг 1 250'35' 76,2'	25А F40 K6 V 40м/с	2кл	ГОСТ Р 52871 – 2007;								
T05	392841	Центр упорный ГОСТ 13214-79 (2шт.); 394630			Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ Р 8.671-2009.											
A06	XX.XX.XX	055	4230	Круглошлифовальная черновая программная ИОГ № 76												
B07	38 1025 7	Круглошлифовальный с ЧПУ 3M153Ф2 1			16045	322	1	1	1	199	1					0,08
O08	Шлифовать поверхность 5 в размер $\varnothing 35,07 \pm 0,031$ на длину 16,5±0,215.															
T09	396310	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 397130			Круг 1 250'35' 76,2'	25А F40 K6 V 40м/с	2кл	ГОСТ Р 52871 – 2007;								
T10	392841	Центр упорный ГОСТ 13214-79 (2шт.); 394630			Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ Р 8.671-2009.											
A11	XX.XX.XX	060	4230	Круглошлифовальная чистовая программная ИОГ № 76												
B12	38 1025 7	Круглошлифовальный с ЧПУ 3M153Ф2 1			16045	322	1	1	1	199	1					0,08
O13	Шлифовать поверхность 5 в размер $\varnothing 35,07 \pm 0,031$ на длину 16,5±0,215.															
T14	396310	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 397130			Круг 1 250'35' 76,2'	25А F40 K6 V 40м/с	2кл	ГОСТ Р 52871 – 2007;								
T15	392841	Центр упорный ГОСТ 13214-79 (2шт.); 394630			Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ-40 ГОСТ Р 8.671-2009.											
МК																

