Министерство образования и науки Украины

Севастопольский национальный технический университет

Кафедра ТМ

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**



**пояснительная записка**

по дисциплине

“ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

И СБОРКИ МАШИН”

Выполнил

А.В.Замковая

Гр. Т-52з

Проверил

Ф.Н. Канареев

Севастополь

2005

**Содержание**

с.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

Разраб.

Замковая

Провер.

Канареев

Реценз.

Н. Контр.

Утверд.

Пояснительная записка к курсовому проекту

Лит.

Листов

45

1. Общий раздел 5 1.1. Введение. 5

1.2.Описание служебного назначения

конструкции узла. 6

## 1.3.Анализ сборочной размерной цепи, выбор метода достижения точности замыкающего звена 7

## 1.4.Направления, выбранные при проектировании. 10

2. Технологический раздел. 10

2.1.Определение типа производства 10

2.2.Анализ технологичности детали 12

2.3.Базовый технологический процесс, его анализ, мероприятия по совершенствованию

технологического процесса. 12

2.4.Выбор метода получения заготовки и его

техническое обоснование 18

2.5. Последовательность обработки поверхностей

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

и разработка маршрутного технологического процесса. 20

2.7. Расчет межоперационных припусков,

допусков и размеров заготовки. 23

2.8. Проектирование заготовки 25 2.9. Проектирование технологических операций. 26

2.10. Расчет режимов резания 34

3. Заключение 44

Библиографический список 45

**1. Общий раздел**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

**1.1. Введение.**

Машиностроение - ведущий комплекс отраслей в промышленности. Его уровень определяет дальнейшее развитие всего народного хозяйства. По сравнению с другими отраслями машиностроение развивается опережающими темпами. Важное место отводится машиностроению и в перспективных планах развития народного хозяйства на ближайшее будущее.

Наиболее важной отраслью машиностроения является станкостроительное производство, выпускающее технологическое оборудование, приспособления, инструменты для машиностроительных заводов. Технологами-машиностроителями выполнена большая работа по развитию производства машин, а ученными внесен значительный вклад в развитие и формирование научных основ технологии.

Строительство матерально-технической базы и необходимость непрерывного повышения производительности труда на основе современных средств производства ставит перед машиностроением весьма ответственные задачи. К их числу относятся повышение качества машин, снижение их материалоемкости, трудоемкости и себестоимости изготовления, нормализации и унификации их элементов, внедрение поточных методов производства, его механизация и автоматизация, а также сокращение сроков подготовки производства новых объектов. Решение указанных задач обеспечивается улучшением конструкции машин, совершенствовонием технологии их изготовления, применением прогрессивных средств и методов производства.

**1.2.Описание служебного назначения конструкции узла.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

Коробка дифференциала 245.2303018 входит в узел переднего моста 245.2303010СБ, который устанавливается в коробку перемены передач

МеМЗ 245 и служит для передачи вращения от двигателя через коробку передач на ведущие колеса автомобиля, а также обеспечивает вращение колес с разными угловыми скоростями при повороте автомобиля, когда одно из колес описывает большую дугу.

Коробка дифференциала является базовой деталью узла дифференциала. В полости сферической поверхности находятся сателлиты дифференциала, установленные на пальце сателлитов, а также две шестерни полуоси. Через два Ø28мм проходят полуоси соединенные через шлицы с шестернями полуоси. Палец сателлита зафиксирован штифтом Ø5мм. На Ø100мм устанавливается шестерня ведомая главной передачи, которая притягивается к торцу фланца и крепится к коробке дифференциала 8 винтами М10 через отверстия Ø10,5+0,18. На Ø56 устанавливается шестерня привода спидометра, с двух сторон на шейке Ø35мм устанавливается два шариковых подшипника. Коробка дифференциала служит для передачи вращения через шестерню ведомую главной передачи, закрепленную на ней, через сателлиты и шестерни полуоси, передающие вращение на ведущие колеса.

Коробка дифференциала представляет собой корпусную деталь из ковкого чугуна КЧ 50-5П с внутренней сферической полостью Ø 73мм. В сфере имеются два прошитых окна Ø60, через которые при сборке в полость сферы вставляются шестерни полуоси, а также во внутреннюю полость сферы выходят 2 отв. Ø16мм (под палец сателлита), и 2 отв.Ø28мм (под

полуоси автомобиля). Деталь является телом вращения и ограничена с двух

сторон шейками Ø35мм на торцах, которых имеются канавки шириной 5мм глубиной 4мм (под смазку). Отверстие Ø16мм пересекает отверстие Ø5мм под фиксирующий штифт пальца. Фланец коробки Ø140мм имеет 8 равнорасположенных отверстий Ø10,5 и шейку Ø100мм под установку и крепление шестерни ведомой главной передачи. На обратной стороне фланца 8 отв. Ø10,5мм обработаны до Ø18мм на глубину 2мм. С противоположной стороны фланца имеется шейка Ø56 с двумя симметричными шпоночными пазами шириной 11мм, которая предназначена для установки и фиксирования от проворота шестерни привода спидометра. Шесть отлитых ребер по торцу фланца служат для жесткости коробки дифференциала.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

## **1.3.Анализ сборочной размерной цепи, выбор метода достижения точности замыкающего звена**

Качество изготовления и сборки деталей обеспечивается, в частности, правильной простановкой размеров на рабочих и сборочных чертежах.

Размерной цепью называется совокупность размеров, образующих замкнутый контур и отнесенных к одной или к группе деталей.

Звеном размерной цепи называется один из размеров, образующих размерную цепь. Различают следующие виды размерных цепей: размерные цепи с линейными размерами и параллельными цепями.

Элементы детали и сборочной единицы, образующие размерную цепь, являются звеньями этой цепи. Наименьшее число звеньев, образующих размерную цепь, равно 3.

Все звенья размерной цепи подразделяют на две группы: составляющие звенья и замыкающее звено. Замыкающим звеном называют звено,

получаемое в размерной цепи в процессе изготовления и измерения последним. Получение любого звена последним в качестве замыкающего

зависит от порядка обработки заготовок или сборки деталей. Звено размерной цепи, изменение которого вызывает изменение исходного звена, для решения которого используется размерная цепь, или замыкающего звена, называется составляющим звеном. Составляющие звенья размерной цепи подразделяют на две группы: увеличивающие и уменьшающие. Увеличивающим звеном называют такое звено, которое при своем увеличении увеличивает размер исходного или замыкающего звена, а уменьшающим звеном - которое при своем увеличении уменьшает размер исходного или замыкающего звена.

Для нахождения увеличивающих и уменьшающих звеньев заключается в составлении уравнении номинальных размеров, связывающего все члены размерной цепи, и решение его относительно номинального размера замыкающего звена. Тогда все члены правой части уравнения со знаком плюс будут увеличивающими, а со знаком минус - уменьшающими звеньями.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

При решении размерных цепей возникают две задачи: прямая и обратная. При прямой задаче по допускам составляющих звеньев находят допуск замыкающего звена. При обратной задаче по допуску замыкающего звена определяют допуск составляющих звеньев.

Произведем расчет номинального размера допуска и отклонения замыкающего звена. А=84,25±0,175мм, Б=68,75±0,15мм.

В=84,25-68,75=15,5 мм

δв= δА+ δБ

δА=(+0,15)-(-0,15)=0,3мм

δБ=(0,175)-(-0,175)=0,35мм

δв=0,3+0,35=0,65мм

ΔвВ =(+0,175)-(-0,15)=0,325мм

ΔвВ =(-0,175)-(+0,15)=-0,325мм

В=15,5±0,325мм

При выборе технологических баз установки детали в автоматической линии механической обработки, был выбран принцип постоянства баз механической обработки. Для исключения погрешности осевого базирования детали при механической обработке детали в автоматической линии, после токарной обработки был выбран торец фланца со стороны противоположной Ø100мм. Для создания технологической базы по торцу фланца при мех. обработке производим проточку его на токарной операции (по чертежу обработка данного торца не требуется).

Производим проверку выполнения чертежных размеров 37,75±0,15 мм, 67,75±0,15мм и 67,75±0,15мм (с другой стороны). Согласно размеров, выполняемых по технологическому процессу чертежный размер 35.75±0,125мм состоит из размеров 9,55±0,075мм и 26,2±0,05мм. Производим проверку выполнения размера 35,75±0,125мм. Номинальный размер (по техпроцессу) будет 9,55+26,2=35,75мм.

Определяем верхний предел допуска (+0,075)+(0,05)=+0,125мм

Определяем нижний предел допуска (-0,075)+(-0,05)=-0,125мм

Таким образом, при выполнении технологических размеров 9,55±0,075мм и 26,2±0,05мм обеспечивает размер по чертежу 35,75±0,125мм.

Размер по чертежу 67,75±0,15мм по техпроцессу раздела на два выполняемых размера от базового торца 41,55±0,1мм и 26,2±0,05мм.

Производим проверку выполнения размера 67,75±0,15мм.

Определяем номинальный размер 41,55+26,2=67,75мм.

Определяем верхний предел допуска (+0,1)+(+0,05)=+0,15мм

Определяем нижний предел допуска (-0,1)+(-0,05)=-0,15мм

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

Таким образом, при выполнении технологических размеров 41,55±0,1мм и 26,2±0,05мм обеспечиваем размер по чертежу 67,75±0,15мм

Размер 67,75±0,15мм (с другой стороны) по техпроцессу разделен на два выполняемых размера от базового торца 93,95±0,1 и 26,2±0,05мм

Определяем номинальный размер 93,95-26,2=67,75мм

Определяем верхний предел допуска (+0,1)+(+0,05)=+0,15мм

Определяем нижний предел допуска (-0,1)+(-0,05)=-0,15мм

Таким образом, при выполнении технологических размеров 93,95±0,1 и 26,2±0,05ммот базового торца обеспечивается размер по чертежу 67,75±0,15мм.

## **1.4.Направления, выбранные при проектировании.**

В курсовом проекте необходимо совершенствовать технологический процесс механической обработки детали 245.2303018 Коробка дифференциала с программой выпуска 10000 штук в год.

**2. Технологический раздел.**

**2.1.Определение типа производства**

В машиностроении в зависимости от программы выпуска изделий и характера изготовляемой продукции различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. Производство определяется программой выпуска обрабатываемых изделий в год. Заданная программа на курсовой проект- 10000штук в год соответствует массовому производству.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени. Коэффициент закрепления операций в этом типе производства принимают равным 1. Массовое производство характеризуется также установившимся объектом производства, что при значительном объеме выпуска продукции обеспечивает возможность закрепления операций за определенным оборудованием с расположением его в технологической последовательности (по потоку) и с широким применением специализированного и специального оборудования, механизацией и автоматизацией производственных процессов при строгом соблюдении принципа взаимозаменяемости, обеспечивающего резкое сокращение времени, затрачиваемого на производство сборочных работ.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

Интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, называется тактом выпуска и подсчитывается по формуле:

**t=Фэ·60/П,**

где Фэ - эффективный фонд производственного времени рабочего места,

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

участка или цеха;

П - годовая программа выпуска рабочего места, участка или цеха, шт.

**Фэ=Фн(1-β/100),**

где Фн - номинальный фонд времени работы оборудования;

β- процент времени на ремонт оборудования.

Фн= 365-(101+11)8·2-5=4043 час

Фэ=4043(1-12/100)=3558 час

t=(3558·60)/10 000=21шт

При непрерывном потоке передача с позиции на позицию (рабочее место) осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное одновременное выполнение всех операций на технологической линии.

**2.2.Анализ технологичности детали**

Исходя из нагрузок, которые действуют на деталь в узле, для износостойкости детали необходима прочность детали, с поверхностной твердостью 180…230НВ. Классы шероховатости поверхности соответствуют квалитетам точности, указанных на детали.

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по коэффициентам точности Кт. ч и шероховатости Кш.

Кт. ч=1-(1/Аср.),

где Аср - средний квалитет точности.

Аср=(ΣАi·ni)/Σni ,

где Аi- квалитет точности обработки;

ni- число размеров соответствующего квалитета.

Аср=(6·3+8·3+9·3+12·12+11·1+13·2+17·1)/(3+3+3+12+12+1+1+2+1+16) =11,97

Кт.ч= 1-(1/11,97)=0,91

Коэффициент шероховатости

Кш=1/Вср,

где Вср- средний коэффициент шероховатости

Вср=(ΣВi·ni)/Σni ,

где Вi- класс шероховатости поверхности,

ni- число поверхностей соответствующего класса шероховатости.

Вср= (1,25·3+2,5·5+2·5+6,3·6+3,2·3+12,5·20)/3+5+5+6+3+20 =7,7

Кш=1/7,7=0,22

Вывод: деталь является технологичной, так как коэффициент шероховатости

Кш >0,16, коэффициент точности Кт. ч>0,8.

**2.3.Базовый технологический процесс, его анализ, мероприятия по совершенствованию технологического процесса.**

Заготовка- литье в песчаные формы, получаемое ХРП

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

« АвтоЗАЗ-Мотор» по кооперации из ПО « АвтоЗАЗ» г. Запорожье.

**Операция 005.**

Предварительная обработка поверхностей со стороны фланца

Ø140-0,63мм, Ø 101-0,14мм, Ø36-0,25мм, 26,5±0,15мм, проточка торцев с выполнением линейных размеров 32±0,1мм, 9,4±0,1мм, 12±0,5мм, 14±0,1мм и фасок 1,6x45°, 1x45°производится на шестишпиндельном автомате

КСП6-200 НО384-0232 (на базе станка 1Б290).

Установочные базы – Ø90 и торец фланца.

**Операция 010**

Обработка поверхностей с противоположной стороны фланца

Ø36-0,25мм, Ø57-0,19мм, 26,5±0,15мм, Ø90-0,5мм, проточка торцев с выполнением размеров 10,6±0,1мм, 94,3±0,1мм, 70,5±0,15мм, 86,1±0,15мм и фасок 1x45°, 2x45°,1,2x45° производится на шестишпиндельном автомате

КСП6-200 НО384-0232 (на базе станка 1Б290).

Установочные базы – Ø140 и обработанный торец фланца на 005 операции.

Для уменьшения погрешности базирования на призмах при обработке в комплексе автоматических линий Sap 201- 1Л480- Sap 202 производится шлифовка базовых диаметров и прилегающих к ним торцев на торцекруглошлифовальных станках ХШ 4-12Н на операциях 015, 020, 025.

**Операция 015**

Шлифование Ø100,4±0,017мм с одновременной шлифовкой Ø35,4±0,015мм и прилегающих к ним торцев ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

**Операция 020**

Шлифовка Ø56,4±0,019мм с одновременной шлифовкой Ø35,4±0,015мм и прилегающих к ним торцев ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

**Операция 025**

Шлифовка торца фланца со стороны Ø56,4±0,019мм в размер 9,8±0,1мм.

**Операция 030**

Предварительная расточка внутренней сферической поверхности до Ø71мм и окна до Ø60мм на специальных встроенных в комплекс вертикально-расточных автоматах.

Установочные базы Ø100,4±0,017мм; Ø56,4±0,019мм и торец фланца.

**Операция 035**

На автоматической линии, состоящей из 6 станков выполняется:

сверление 8отв. Ø10,5+0,18мм, цековка 8 отв.Ø18+0,43мм, обработка двух шпоночных пазов, выдержав размеры 11+0,43мм и 25-0.52мм; двух торцевых пазов с размерами 5+0,3мм, 4±0,5мм; обработка отверстия Ø5+0,25+0,07мм;

предварительная и окончательная расточка двух Ø28+0,092+0,040мм с проточкой внутренней и наружной фасок и подрезкой торцев в размеры 41,55±0,1мм и 93,95±0,1мм.

Сверление, предварительное и окончательное растачивание двух Ø16+0,027мм с выполнением размера 26,2±0,05мм.

**Операция 040**

Получистовая и чистовая расточка и контроль сферической поверхности Ø73+0,074мм.

**Операция 045**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

Окончательное шлифование Ø100+0,025+0,003мм, Ø35+0,018+0,002мм и прилегающих к ним торцев ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

**Операция 050**

Окончательная шлифовка Ø56-0,100-0,146мм, Ø35+0,018+0,002мм и прилегающих к ним торцев в размеры 68,75±0,15мм и 84,25±0,175мм ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

Мойка и сушка деталей производится на моечно-сушильном агрегате с подвесным грузонесущим конвейером.

Для совершенствования технологического процесса механической обработки детали 245.2303018 Коробка дифференциала предлагаю исключить операции 015, 020, 025 Круглошлифовальные - предварительная

шлифовка базовых диаметров Ø100,4±0,017мм, Ø35,4±0,015мм, Ø56,4±0,019мм и прилегающих к ним торцев, расширить допуски на указанные диаметры и выполнять их на токарных операциях 005, 010, так размеры Ø100,4-0,14мм, Ø56,4-0,12мм, Ø35,4-0,10мм - вместо размеров Ø100,4±0,017мм, Ø35,4±0,015мм, Ø56,4±0,019мм; 9,8±0,1мм- вместо 10,6±0,1мм; 69,5±0,15мм- вместо 70,5±0,15мм; 85,1±0,15мм- вместо 86,1±0,15мм.

Базирование детали в автоматических линиях производится на призмах с углом 90°.

Погрешность базирования определяем по формуле

ε=δД/2sinα/2

где δД- допуск на базовый диаметр,

α- угол призмы.

По действующему техпроцессу Ø100,4±0,017мм, Ø56,4±0,019мм.

ε1=0,034/2sin45°=0,024

ε2=0,038/2sin45°=0,0268

По предлагаемому техпроцессу Ø100,4-0,14мм, Ø56,4-0,12мм (без изменения схемы базирования)

ε3=0,14/2sin45°=0,099

ε4=0,12/2sin45°=0,085

Для исключения погрешности базирования по предлагаемой технологии в комплекс автоматических линий предлагаю приспособление с базированием детали на постоянных призмах заменить на приспособления с горизонтальным расположением самоцентрирующих призм.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

Погрешность базирования не зависит от допуска базового диаметра.

ε =0

На операции получистовой и чистовой расточки сферической поверхности Ø73 в линии - Sap 202 базирование производить не на призмах, а по двум расточенным отверстиям Ø28+0,092+0,040мм на приспособлениях с цанговыми оправками. Погрешность базирования:

ε =0

Токарные шести шпиндельные автоматы КСП6-200 операции 005, 010 и торцекруглошлифовальные станки ХШ4-12Н операции 055, 060 для окончательной шлифовки Ø100, Ø56 и двух Ø35 предлагаю оснастить портальными манипуляторами и установить их в общую автоматическую линию механической обработки детали на участке конвейера накопителя автоматической линий Sap 201- 1Л480- Sap 202. Моечно-сушильный агрегат установить в линию.

**2.4.Выбор метода получения заготовки и его техническое обоснование**

Согласно, требований чертежа детали 245.2303018 Коробка дифференциала, заготовка должна быть отливка из ковкого чугуна перлитного класса КЧ50-5П ГОСТ 1215-79.

Механические свойства:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

Марка чугуна КЧ50-5П

Временное сопротивление разрыву, МПа 490

Относительное удлинение, % 5

Твердость по Бринеллю, НВ 170…230

Химический состав:

Марка чугуна КЧ50-5П

Углерод, % 2,5-2,8

Кремний, % 1,1-1,3

Массовая доля углерода и кремния, % 3,6-3,9

Марганец, % 0,3-1,0

Фосфор, % 0,1

Сера, % 0,2

Хром, % 0,08

Для ХРП «АвтоЗАЗ-Мотор» заготовку коробки дифференциала отливают в песчаные формы на ПО «АвтоЗАЗ» г. Запорожье. Точность отливки 9т-8-17-8 ГОСТ 26645-85, что соответствует литью в песчано-глинистые сырые формы из высоковлажных (более 4,5%) низкопрочных (до 60 кПа или 0,6 кг/см3) смесей с низким уровнем уплотнения до твердости ниже 70 единиц. Вес заготовки 3,0 кг. Припуски на обработку 3мм. Коэффициент использования металла по действующей технологии:

Кд=Qдет/Qзаг=1,98/3,0=0,66.

Для уменьшения припусков на механическую обработку и повышения коэффициента использования металла, повышении точности заготовки, уменьшении степени коробления и дефектного слоя предлагаю литье в песчано-глинистые формы из смесей с влажностью от 2,8 до 3,5% и прочностью от 120 до 160 кПа со средним уровнем утолщения до твердости не ниже 80 единиц. При литье в указанные формы класс размерной точности заготовки соответствует 7т-11 по ГОСТ 26645-85. Принимаем 7 класс. Степень корабления отливки -6 (табл. 10).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

Степень точности поверхности отливки -16 (табл. 11)

Класс точности массы-8 (табл. 13)

Данные заносим в чертеж заготовки 7-6-16-8 ГОСТ 26645-85.

Согласно выбранных степеней точности поверхности отливки определяем по ГОСТ 26645-85 ряд припусков на механическую обработку- 10. По выбранному классу размерной точности определяем допуски размеров отливки (табл.1). По выбранному ряду припусков (10) выбираем припуски на механическую обработку (табл. 5). Минимальный припуск 1,6мм. С учетом симметричных допусков на размеры заготовки принимаем принимаем 2мм. Данные припусков и допусков на размеры заносим в чертеж заготовки. По массе детали, массе припусков и напусков на механическую обработку определяем массу заготовки.

Данные заносим в чертеж

1,98-0,5-0,12-2,6 ГОСТ 26645-85

Коэффициент использования металла по предлагаемой технологии литья

Кд=Qдет/Qзаг=1,98/2,6=0,76.

**2.5. Последовательность обработки поверхностей и разработка маршрутного технологического процесса.**

Предлагаемый технологический процесс механической обработки детали, согласно выбранной заготовки:

Комплексная автоматическая линия полной механической обработки, состоящая из 12 станков.

**Операция 005**

Автоматно-токарная

Предварительная обработка поверхностей со стороны фланца

Ø140-0,63мм, Ø 101-0,14мм, Ø36-0,25мм, 26,5±0,15мм, проточка торцев с выполнением линейных размеров 32±0,1мм, 9,4±0,1мм, 12±0,5мм, 14±0,1мм и фасок 1,6x45°, 1x45°производится на шести шпиндельном автомате

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

КСП6-200 НО384-0232 (на базе станка 1Б290).

Установочные базы – Ø90 и торец фланца.

**Операция 010**

Автоматно-токарная

Обработка поверхностей с противоположной стороны фланца

Ø36-0,25мм, Ø57-0,19мм, 26,5±0,15мм, Ø90-0,5мм, проточка торцев с выполнением размеров 10,6±0,1мм, 94,3±0,1мм, 70,5±0,15мм, 86,1±0,15мм и

фасок 1x45°, 2x45°,1,2x45° производится на шести шпиндельном автомате

КСП6-200 НО384-0232 (на базе станка 1Б290).

Установочные базы – Ø140 и обработанный торец фланца на 005 операции.

**Операция 015**

Вертикально-расточная

Предварительная расточка внутренней сферической поверхности до Ø71мм и окна до Ø60мм на специальных встроенных в комплекс вертикально-расточных автоматах.

Установочные базы Ø100,4±0,017мм; Ø56,4±0,019мм и торец фланца.

**Операция 020**

Автоматно-линейная

На автоматической линии, состоящей из 6 станков выполняется:

сверление 8отв. Ø10,5+0,18мм, цековка 8 отв.Ø18+0,43мм, обработка двух шпоночных пазов, выдержав размеры 11+0,43мм и 25-0.52мм; двух торцевых пазов с размерами 5+0,3мм, 4±0,5мм; обработка отверстия Ø5+0,25+0,07мм; предварительная и окончательная расточка двух Ø28+0,092+0,040мм с проточкой внутренней и наружной фасок и подрезкой торцев в размеры 41,55±0,1мм и 93,95±0,1мм.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

Сверление, предварительное и окончательное растачивание двух Ø16+0,027мм с выполнением размера 26,2±0,05мм.

**Операция 025**

Вертикально-расточная

Получистовая и чистовая расточка и контроль сферической поверхности Ø73+0,074мм.

**Операция 030**

Торцекруглошлифовальная

Окончательное шлифование Ø100+0,025+0,003мм, Ø35+0,018+0,002мм и прилегающих к ним торцев ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

**Операция 035**

Торцекруглошлифовальная

Окончательная шлифовка Ø56-0,100-0,146мм, Ø35+0,018+0,002мм и прилегающих к ним торцев в размеры 68,75±0,15мм и 84,25±0,175мм ступенчатым кругом, профилируемым по копиру.

**Операция 040**

Промывка

Мойка и сушка деталей производится на моечно-сушильном агрегате с подвесным грузонесущим конвейером.

**Операция 045**

Контроль

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

**2.7. Расчет межоперационных припусков, допусков и размеров заготовки.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

**2.8. Проектирование заготовки**

Для ХРП «АвтоЗАЗ-Мотор» заготовку коробки дифференциала отливают в песчаные формы на ПО «АвтоЗАЗ» г. Запорожье. Точность отливки 9т-8-17-8 ГОСТ 26645-85, что соответствует литью в песчано-глинистые сырые формы из высоковлажных (более 4,5%) низкопрочных (до 60 кПа или 0,6 кг/см3) смесей с низким уровнем уплотнения до твердости ниже 70 единиц. Вес заготовки 3,0 кг. Припуски на обработку 3мм. Коэффициент использования металла по действующей технологии:

Кд=Qдет/Qзаг=1,98/3,0=0,66.

Для уменьшения припусков на механическую обработку и повышения коэффициента использования металла, повышении точности заготовки, уменьшении степени коробления и дефектного слоя предлагаю литье в песчано-глинистые формы из смесей с влажностью от 2,8 до 3,5% и прочностью от 120 до 160 кПа со средним уровнем утолщения до твердости не ниже 80 единиц. При литье в указанные формы класс размерной точности заготовки соответствует 7т-11 по ГОСТ 26645-85. Принимаем 7 класс. Степень коробления отливки -6 (табл. 10).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

Степень точности поверхности отливки -16 (табл. 11)

Класс точности массы-8 (табл. 13)

Данные заносим в чертеж заготовки 7-6-16-8 ГОСТ 26645-85.

Согласно выбранных степеней точности поверхности отливки определяем по ГОСТ 26645-85 ряд припусков на механическую обработку- 10. По выбранному классу размерной точности определяем допуски размеров отливки (табл.1). По выбранному ряду припусков (10) выбираем припуски на механическую обработку (табл. 5). Минимальный припуск 1,6мм. С учетом симметричных допусков на размеры заготовки принимаем 2мм. Данные припусков и допусков на размеры заносим в чертеж заготовки. По массе детали, массе припусков и напусков на механическую обработку определяем массу заготовки.

Данные заносим в чертеж

1,98-0,5-0,12-2,6 ГОСТ 26645-85

Коэффициент использования металла по предлагаемой технологии литья

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

Кд=Qдет/Qзаг=1,98/2,6=0,76.

**2.9. Проектирование технологических операций.**

**Операция 005**

Наименование и модель станка:

Специальный шести шпиндельный автомат КСП6-200.

Станочное приспособление:

Специальный патрон.

Режущий инструмент:

Специальный резец, специальный зенкер.

Контрольно-измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ 11-200-0,05 ГОСТ166-89, специальные пробки, специальные скобы.

**Операция 010**

Наименование и модель станка:

Специальный шести шпиндельный автомат КСП6-200.

Станочное приспособление:

Специальный патрон.

Режущий инструмент:

Специальный резец, специальный зенкер.

Контрольно-измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ 11-200-0,05 ГОСТ166-89, специальные пробки, специальные скобы.

Основная техническая характеристика токарного автомата КСП6-200 (на базе станка 1Б290-6):

**Параметры Величины**

Класс точности по ГОСТ 6819-84 П

Количество шпинделей, штук 6

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

Наибольший Ø проходящий над продольным

суппортом, мм 200

Диаметр патрона, мм 200/250

Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм 200

Количество продольных суппортов, шт 1

Количество поперечных суппортов, шт 5

Пределы частоты вращения шпинделя 1/мин 43…617

Число ступеней частот вращения шпинделя, шт 40

Длительность холостого хода, в сек. 3,5

Мощность электродвигателей, кВт

главного привода 30

насоса охлаждения 0,6

гидравлики 3,0

транспортера 1,1

наладочного привода 3,0

смазки 0,75

Габаритные размеры станка, мм

длина 4265

ширина со щитами 2015

высота 2377

Масса станка, кг 18250

**Операция 015**

Наименование и модель станка:

Специальный вертикально-расточной автомат Sap201 с шаговым конвейером

Станочное приспособление:

Специальное приспособление.

Режущий инструмент:

Специальный резец.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

Контрольно-измерительный инструмент:

Нутромер 50-100 ГОСТ 868-82, индикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-68.

**Операция 020**

Наименование и модель станка:

Автоматическая линия из шести станков:

1.Специальный двух сторонний, двух позиционный агрегатно-сверлильный автомат

2.Специальный двух сторонний, двух позиционный агрегатно-сверлильный автомат

3. Специальный односторонний четырех шпиндельный фрезерно-сверлильный автомат.

4. Специальный двух сторонний, семи шпиндельный сверлильно-расточной автомат.

5. Специальный двух сторонний четырех шпиндельный сверлильно-расточной автомат.

6. Специальный двух сторонний четырех шпиндельный горизонтально-расточной автомат.

Станочное приспособление:

Специальное приспособление.

Режущий инструмент:

Специальный резец.

Контрольно-измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ 11-200-0,05 ГОСТ166-89, специальные пробки, специальные скобы.

Основная техническая характеристика автоматической линии 1Л480

**Параметры Величины**

Габаритные размеры линии, мм

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

длина 27440

ширина 7500

высота 3000

Масса станка, кг 64800

Количество электродвигателей, тш 28

Общая мощность двигателей, кВт 71,5

Количество станков, шт 6

Количество шпинделей, шт 42

Количество рабочих позиций, шт 11

Всего позиций, шт 32

Производительность, дет/час 63

Время цикла, сек 57

Расход СОЖ, м3/час 72

Расход сжатого воздуха, м3/час 80

Система загрузки-выгрузки на входе-выходе –

транспортером перекладчиком.

1.Специальный двух сторонний, двух позиционный

агрегатно-сверлильный автомат

Масса станка, кг 6540

Мощность двигателя, кВт 6,2

2.Специальный двух сторонний, двух позиционный агрегатно-сверлильный автомат

Масса станка, кг 6700

Мощность двигателя, кВт 7,75

3. Специальный односторонний четырех шпиндельный фрезерно-сверлильный автомат.

Масса станка, кг 4700

Мощность двигателя, кВт 4,5

4. Специальный двух сторонний, семи шпиндельный сверлильно-расточной автомат.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

Масса станка, кг 6400

Мощность двигателя, кВт 4,5

5. Специальный двух сторонний четырех шпиндельный сверлильно-расточной автомат.

Масса станка, кг 6000

Мощность двигателя, кВт 9,0

6. Специальный двух сторонний четырех шпиндельный горизонтально-расточной автомат.

Масса станка, кг 4700

Мощность двигателя, кВт 6,0

**Операция 030**

Наименование и модель станка:

Специальный торцекруглошлифовальный автомат ХШ4-128 с портальным манипулятором.

Станочное приспособление:

Специальное приспособление.

Режущий инструмент:

Круг шлифовальный 1-750x25x305 91А С1 6к5 50м/с А кл1

ГОСТ 2424-83.

Контрольно-измерительный инструмент:

Специальные скобы индикаторные, индикатор 1ИГМ ГОСТ 9696-82.

**Операция 035**

Наименование и модель станка:

Специальный торцекруглошлифовальный автомат ХШ4-129 с портальным манипулятором.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

Станочное приспособление:

Специальное приспособление.

Режущий инструмент:

Круг шлифовальный 1-750x25x305 91А С1 6к5 50м/с А кл1

ГОСТ 2424-83.

Контрольно-измерительный инструмент:

Специальные скобы индикаторные, индикатор 1ИГМ ГОСТ 9696-82.

Основная техническая характеристика торцекруглошлифовальнного автомата ХШ4-129

**Параметры Величины**

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм 280

Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм 700

Наибольший диаметр шлифования, мм 280

Наибольшая длина врезного шлифования, мм 125\*

Высота центров над столом, мм 160

Наибольшая длина перемещения стола, мм 700

Наибольший угол поворота стола, град ±1°

Наибольшая высота шлифовального круга, мм 125

Скорость резания, м/сек 50

Частота вращения шпиндельной бабки, об/мин 1250

Частота вращения изделия, об/мин 55…620

Габаритные размеры станка, мм

длина 3605

ширина 4690

высота 2128

Масса станка, кг 7800

Количество электродвигателей на станке 7

Общая мощность двигателей, кВт 24,32

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

Мощность привода шлифовальной бабки, кВт 18,5

Мощность электродвигателя привида передней

бабки, кВт 2,4

Пределы скоростей врезных подач, мм/мин

черновых 0,1…99,9

чистовых 0,01…9,99

доводочных 0,01…9,99

форсированных 1…99,0

Пределы припусков на диаметры, мм

чернового 0,01…9,99

чистового 0,01…0,99

доводочного 0,001…0,099

Конус в пинолях передней и задней бабок по

СТ СЭВ 147-75 Морзе 5

Режущий инструмент:

**Операция 040**

Мойка и сушка деталей производится на специальном моечно-сушильном агрегате с подвесным грузонесущим конвейером.

**Операция 045**

Контроль

**2.10. Расчет режимов резания**

**2.10.1.Расчет режимов резания на 020 операцию 6 станок- расточной.**

**1. Расчет длины рабочего хода**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

34

**Lр.х.= Lрез+y+ Lдоп,**

где Lрез- длина резания,

y- подвод, врезание и перебег инструмента,

Lдоп- дополнительная длина хода.

Lрез1=10мм

Lрез2=73/2-67,75=31,25мм

**y = yврез+ yподв+ yперебег**

y=2+4=6мм (1, с.300)

Lр.х.1=10+6=16мм

Lр.х.2=31,25+6=37,25мм

**2. Глубина резания**

t1 = (Ø16-Ø15,5)/2=0,25мм

t2 =(Ø28-Ø27,5)/2=0,25мм

**3. Назначение подачи**

so=0,08мм/об

**4. Определение стойкости инструмента**

**Тр=Тм·λ**

**λ1=** Lрез/ Lр.х.1=10/16=0,625мм

**λ2=** Lрез/ Lр.х.1=31,25/37,25=0,84мм

Тм1=100мин (1, с.26)

Тм2=140мин (1, с.26)

**5. Расчет скорости резания**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

35

**v=vтабл·К1·К2·К3,**

где К1- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

К2- коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава,

К3- коэффициент, зависящий от вида обработки

vтабл= 120м/мин (1 с.29)

К1=0,65 (1 с.32) К1=1 (1 с.32)

К2=1,2 (1 с.33) К2=0,9(1 с.33)

К3=0,85 (1 с.34) К3=0,85 (1 с.34)

v 1=120·0,65·1,2·0,85=79,56м/мин

v 2=120·1·0,9·0,85=91,8м/мин

**6. Расчет частоты вращения**

**n=1000v/πd**

n1=1000·79,56/3,14·16=1583об/мин

n2=1000·91,8/3,14·28=1044об/мин

Уточнение частоты вращения по паспорту станка

n1=1500об/мин

n2=1000об/мин

Следовательно скорость будет

v 1=3,14·16·1500/1000=75м/мин

v 2=3,14·28·1000/1000=88м/мин

**7. Расчет основного машинного времени**

**То= Lр.х/ so n**

То1=16/0,08·1500=0,13мин

То2=37,25/0,08·1000=0,46мин

**8. Расчет норм времени:**

**Тшт=1/q(То+Тв+Ттех+Торг+Тотл)**

То=0,46 мин

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

36

q =1

**9. Расчет вспомогательного времени**

**Тв=Туст+Тпер+Тизм,**

где Туст- время на установку детали,

Тпер- время связанное с переходом,

Тизм- время на измерение детали, которое в массовом производстве перекрывается.

Туст1= 0,074 мин (2 с.37 к-12 поз.3д)

Туст2= 0,064 мин (2 с. 38 к-12 поз.4д)

Тпер1= 0,015 мин (2 с.65 к-20 поз.1а)

Тпер2= 0,05 мин (2 с.65 к-20 поз.3а)

Тпер3= 0,01 мин (2 с.65 к-20 поз.14а)

Тпер4= 0,025 мин (2 с.65 к-20 поз.22а)

Тпер5= 0,05 мин (2 с.66 к-20 поз. 8а)

Тпер6= 0,07 мин (2 с.67 к-20 поз. 41в)

Тпер=0015+0,05+0,01+0,025+0,025+0,05+0,07=0,23 мин

Тв=0,074+0,064+0,23=0,368 мин

**10. Расчет времени на техническое обслуживание рабочего места**

**Ттех=То·Тсм/Т,**

где Тсм- время на смену инструмента и подналадку станка,

Тсм= 2,0 (2 с. 97 к-36 поз. 4а)

Ттех= 0,46·2,0/140=0,0066 мин

**11. Расчет времени на организационное обслуживания рабочего места.**

Торг=1,7% от Топ (2 с.107 к-45 поз. 16а)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

37

**Топ= То+Тв**

Топ=0,46+0,368=0,828 мин

Торг=0,014 мин

**12. Расчет времени на отдых и личные надобности.**

Тотл=6% (2 с.107 к-45 поз. 16а)

Тотл= 0,0497 мин

**13. Расчет штучного времени**

Тшт=1(0,46+0,368+0,0066+0,014+0,0497)=0,8983 мин

**2.10.2 Расчет режимов резания на 030 операцию круглошлифовальная**

**1. Расчет скорости шлифовального круга**

**vкр= πDnкр/1000·60**

где **D-** диаметр круга,

nкр- число оборотов круга по станку

vкр= 3,14·750·50/1000·60=1,9625 м/сек

**2. Расчет скорости вращения детали.**

Vтабл = 50 м/мин (1 с. 173)

**3. Расчет числа оборотов детали.**

**n=1000v/πd**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

38

где v- скорость детали,

d- диаметр детали.

n = 1000·50/3,14·100=159 об/мин

Уточнение частоты вращения по паспорту станка

nпасп = 156 об/мин

Следовательно скорость будет

v = 3,14·100·156/1000=48,9 м/мин

**4. Выбор минутной поперечной подачи**

**sм = sм табл предК1К2К3**

**sм ок = sм табл окК1К2К3,**

где sм табл пред,sм табл ок – минутные подачи по таблице,

К1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга,

К2 - коэффициент, зависящий от припуска и точности,

К3 - коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности.

sм табл пред=1,5 мм/мин (1 с.173)

sм табл оконч=0,4 мм/мин (1 с.173)

К1= 1,3 (1 с.174)

К2 = 0,8 (1 с.175)

К3 =1,0 (1 с.175)

sм = 1,5·1,3·0,8·1,0=1,56 мм/мин

sм ок = 0,4·1,3·0,8·1,0=0,416 мм/мин

**5.Определение времени на выхаживание**

tвых шейки = 0,11 мин (1 с.175)

tвых торец = 0,1 мин (1 с.175)

**5.Определение слоя снимаемого при выхаживании**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

39

авых= 0,02 мм (1 с.176)

**6. Расчет основного машинного времени**

**То шейки=(1,3 апр/ sм)+(аок/ sм ок)+ tвых**

То шейки=(1,3·0,18/1,56)+(0,02/0,416)+0,11=0,308 мин

**То торца=(1,3· (а-авых)/ sм)+ tвых**

То торца=(1,3(0,25-0,02)/1,56)+0,1=0,292 мин

**То= То шейки+ То торца**

То=0,308+0,292=0,6 мин

**7. Расчет норм времени:**

**Тшт=1/q(То+Тв+Ттех+Торг+Тотл)**

**8. Расчет вспомогательного времени**

**Тв=Туст+Тпер+Тизм,**

где Туст- время на установку детали,

Тпер- время связанное с переходом,

Тизм- время на измерение детали, которое в массовом производстве перекрывается.

Туст1= 0,106 мин (2 с.24 к-3 поз. 1д)

Туст2= 0,044 мин (2 с.56 к-15 поз. 1а)

Туст=0,106+0,044=0,15 мин

Тпер1= 0,015 мин (2 с.65 к-20 поз. 1а)

Тпер2= 0,05 мин (2 с.65 к-20 поз. 3а)

Тпер3= 0,022 мин (2 с.66 к-20 поз. 30а)

Тпер4=0,025 мин (2 с.66 к-20 поз. 38а)

Тпер= 0,015+0,05+0,022+0,025=0,112 мин

Тв= 0,15+0,112=0,262 мин

**9. Расчет времени на техническое обслуживание рабочего места**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

40

**Ттех=То·tn/Т,**

где tn – время правки круга,

Т- стойкость круга между правками.

Т=15 мин

tn = 1,5 мин (2 с.101 к-39 поз. 4а)

Ттех=0,68·1,5/15=0,068 мин

**10. Расчет времени на организационное обслуживания рабочего места.**

Торг=1,7% от Топ (2 с.108 к-45 поз. 23а)

**Топ= То+Тв**

Топ=0,68+0,262=0,942 мин

Торг=0,016 мин

**12. Расчет времени на отдых и личные надобности.**

Тотл=6% (2 с.110 к-45 поз. 19д)

Тотл= 0,057 мин

**13. Расчет штучного времени**

Тшт= 0,68+0,262+0,068+0,016+0,057=1,083 мин.

**2.10.3.Расчет режимов резания на 020 операцию вертикально-расточная.**

**1. Расчет длины рабочего хода**

**Lр.х.= Lрез+y+ Lдоп,**

где Lрез- длина резания,

y- подвод, врезание и перебег инструмента,

Lдоп- дополнительная длина хода.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

41

Lрез=65мм

**y = yврез+ yподв+ yперебег**

yпод+уперебег=6мм (1, с.300)

уврез=1мм (1, с.300)

Lр.х.=65+7=73мм

**3. Назначение подачи**

so=0,12мм/об (1 с.24)

soпасп=0,12мм/об

**4. Определение стойкости инструмента**

**Тр=Тм·λ**

**λ= Lрез/ Lр.х**

**λ=** Lрез/ Lр.х.=65/73=0,89мм

Тм=100мин (1, с.26)

Тр=100·0,89=89 мин

**5. Расчет скорости резания**

**v=vтабл·К1·К2·К3,**

где К1- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

К2- коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава,

К3- коэффициент, зависящий от вида обработки

vтабл= 105м/мин (1 с.29)

К1=0,85 (1 с.32)

К2=1,0 (1 с.33)

К3=1,0 (1 с.34)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

42

v 1=105·0,85·1,0·1,0=89,25м/мин

**6. Расчет частоты вращения**

**n=1000v/πd**

n1=1000·89,25/3,14·73=389об/мин

Уточнение частоты вращения по паспорту станка

n= 392 об/мин

Следовательно скорость будет

v=3,14·73·392/1000=89,75м/мин

**7. Расчет основного машинного времени**

**То= Lр.х/ so n**

То=73/0,12·392=1,55 мин

**8. Расчет норм времени:**

**Тшт=1/q(То+Тв+Ттех+Торг+Тотл)**

q =1

**9. Расчет вспомогательного времени**

**Тв=Туст+Тпер+Тизм,**

где Туст- время на установку детали,

Тпер- время связанное с переходом,

Тизм- время на измерение детали, которое в массовом производстве перекрывается.

Туст1= 0,063 мин (2 с.27 к-5 поз.3б)

Тпер1= 0,015 мин (2 с.65 к-20 поз.1а)

Тпер2= 0,1 мин (2 с.69 к-21 поз.14а)

Тпер3= 0,03 мин (2 с.69 к-21 поз.17а)

Тпер=0,015+0,1+0,03=0,145 мин

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

43

Тв=0,145+0,063=0,208 мин

**10. Расчет времени на техническое обслуживание рабочего места**

**Ттех=То·Тп/Т,**

где Тп- время на подвод,

Тп=1,8 (2 с.101 к-44 поз.1а)

Ттех= 0,1,8·1,55/89=0,03 мин

**11. Расчет времени на организационное обслуживания рабочего места.**

Торг=1,7% от Топ (2 с.108 к-45 поз. 23а)

**Топ= То+Тв**

Топ=0,208+1,55=1,758 мин

Торг=0,03 мин

**12. Расчет времени на отдых и личные надобности.**

Тотл=6% (2 с.110 к-45 поз. 16г)

Тотл= 0,11 мин

**13. Расчет штучного времени**

Тшт=1(1,55+0,208+0,03+0,03+0,11)=2,02 мин

**3. Заключение**

Усовершенствование получения заготовки и технологического процесса механической обработки приведет к экономическому эффекту.

Годовая экономия металла на программу 10 000 штук составит:

(3-2,6) · 10 000= 4 000кг

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

44

При установке станков в общую автоматическую линию происходит экономия численности основных рабочих и времени занятости рабочих, за счет установки портальных манипуляторов. Достигается снижение трудоемкости и повышение производительности труда, что ведет к снижению себестоимости продукции.

**Библиографический список**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

45

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. М., Машиностроение, 1972.

2. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Крупносерийное - массовое производство. - М.: Машиностроение, 1974.

3. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя в двух томах, М., Машиностроение, 1973.

4. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. М., Высшая школа, 1976.

5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник, изд. 6-е/А.К. М., Машиностроение, 1965.

6. Добровольский Н.Н. Детали машин. М., Машиностроение, 1964.

7.Фомин К.Г. Справочник мастера токарного участка. М., Машиностроение, 1971.