

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра КМСІТ

**ЛПАТОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

**РОЗРОБКА ПРОГРЕСИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИВОДА ГОЛОВНОГО  
РУХУ ПІДРЕЛЬСОВОГО КОЛЕСОТОКАРНОГО ВЕРСТАТА С ЧПУ ДЛЯ  
ОБРОБКИ КОЛІСНИХ ПАР БЕЗ ДЕМОНТАЖУ**

Спеціальність – Металорізальні верстати та системи

Краматорск – 2017



## **Общая характеристика работы**

### **Актуальность темы.**

Модернизация тяжелого машиностроения представляет собой системный фактор, определяющий экономическое положение Украины в ближайшем будущем. Решая задачу коренной перестройки промышленности на базе модернизации машиностроения (в первую очередь тяжелого), которая предусматривает новый технологический уклад и оборудование, Украина может стать конкурентоспособной на мировом рынке, производя современные станки для переоснащения машиностроительных предприятий Украины. В структуре производства предприятия тяжелого машиностроения все более возрастает доля деталей – тел вращения для современных машин. Для развития этого производства в настоящее время является необходимым анализ использования тяжелых станков для изготовления деталей современных машин с применением новых инструментов с целью определения требуемых технических характеристик при проектировании новых моделей.

С учетом выше изложенного, повышение эффективности обработки крупногабаритных деталей на основе анализа базы про работу предприятий тяжелого машиностроения является актуальной научно-технической задачей. Ее решение позволит существенно повысить производительность, точность и надежность изготовления деталей тяжелого машиностроения.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Работа выполнена в соответствии с научной тематикой кафедры «Компьютеризованные мехатронные системы, инструменты и технологии» Донбасской государственной машиностроительной академии Дк-01-2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатoinструментальних систем важкого машинобудування »

(0114U002757)

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – Повышение технико-экономических показателей оборудования для обработки колёсных пар. Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить такие задачи:

- 1) Провести анализ сделанного
- 2) Разработать компоновочную схему станка
- 3) Составить расчётную схему
- 4) Разработать математическую модель
- 5) Рассчитать предельные режимы резанья
- 6) Разработать конструкцию привода колёсной пары
- 7) Выполнить прочностные расчёты
- 8) Разработать систему управления станком.

**Объект исследования** – привод главного движения колёсотокарного станка с ЧПУ для обработки колёсной пары без демонтажа.

**Предмет исследования** – металлоёмкость конструкции и эксплуатационные характеристики.

#### **Методология и методы исследований**

Методологической основой работы является комплексный подход к изучению процесса обработки деталей на тяжелых станках, их условий и особенностей, закономерностей процессов.

Анализ вида оборудования, компоновок привода вращения колёсной пары проводился на основании технических данных о станках производства фирм: RAFAMET, ТехСтрой, HEGENSCHIEDT и ОАО КЗТС.

Компоновочную схему станка на основе данных по подвижному составу: технических данных, конструкции, компоновки.

Составлена расчётная схема для определения силы поджима роликов.

Разработана математическую модель для определения силы поджима на основании теоретической механики (раздел статики), компоновочной и расчётной схемы.

Рассчитаны предельные режимы резанья для определения характеристик привода.

Разработана конструкция привода колёсной пары.

Выполнены прочностные расчёты.

Разработана система управления станком

Работа выполнялась с помощью современных средств вычислительной техники.

### **Научная новизна полученных результатов**

Разработана новая компоновка станка и новая конструкция привода колёсной пары

### **Практическое значение полученных результатов**

- Разработана наиболее оптимальная с точки зрения металлоёмкости компоновка привода вращения колёсной пары.
- Разработана математическая модель для расчёта основных параметров предложенной конструкции .
- Разработана система управления проектируемым станком на базе однокристальной микроЭВМ.

### **Апробация результатов работы**

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на международной научно-технической конференции «Тяжелое машиностроение. Проблемы и перспективы развития» (г. Краматорск), 2016 г.

### **Структура и объем работы.**

Магистерская работа состоит из введения, 5 глав основной части, заключения, списка использованных источников – 47 наименований (26 стр.) и 1 приложение. Содержит 112 страниц, в том числе 20 рисунков, 13 таблиц.

В разделе анализа состояния вопросов был произведен анализ существующих станков- аналогов, даны основные технические характеристики,

описан принцип работы и краткое описание основных составных частей станка. Рассмотрены указания к эксплуатации станка и виды его ремонта.

В разделе методов исследования были поставлены задачи исследований и методика проведения исследований

В разделе теоретических исследований был произведен расчёт предельных режимов резанья для проектируемого станка, определение силы поджима роликов.

Определена сила поджима роликов

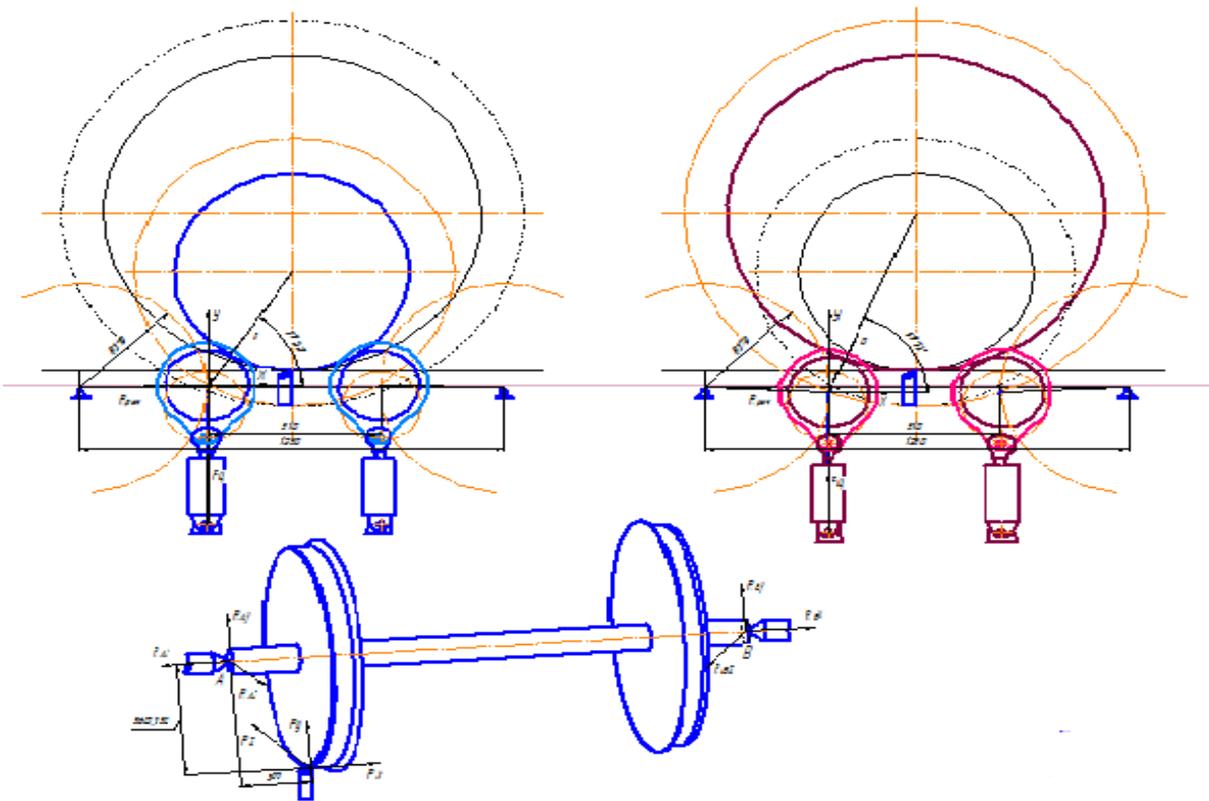
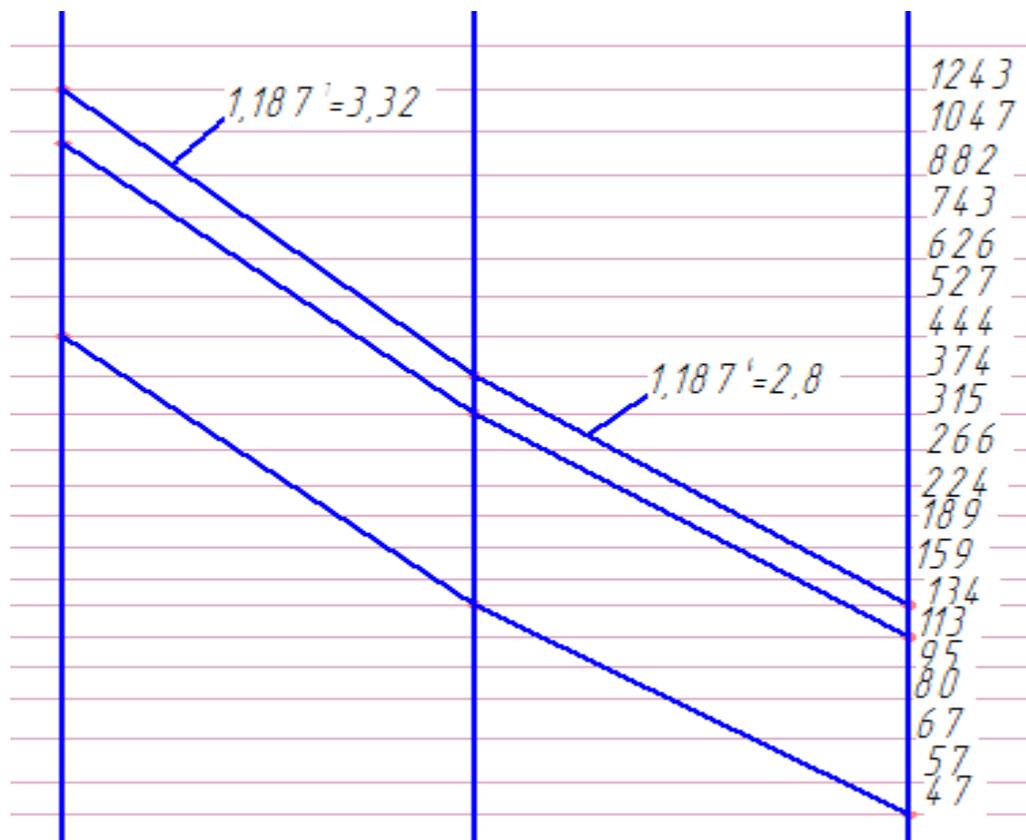


Схема колёсной пары

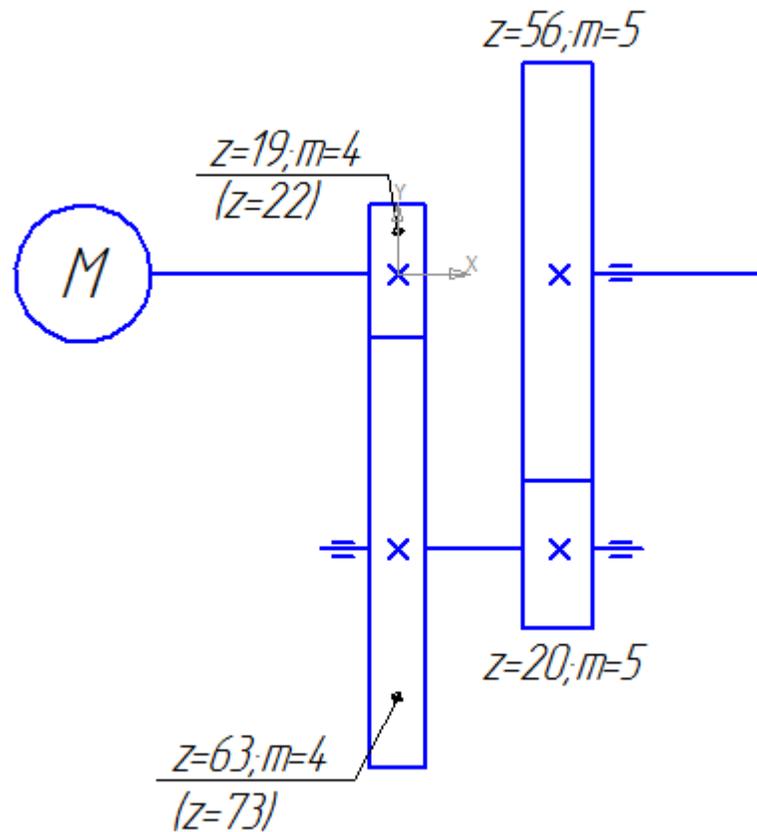
В разделе конструкторской разработки привода колёсной пары проведен расчёт регулируемого привода, расчёт чисел зубьев, предварительный расчёт валов, расчет модуля и крутящего момента зубчатых колёс, проверочный расчет зубчатых колёс, проверочный расчет валов, проверочный расчет подшипников,

проверочный расчет шпоночных соединений и системы смазки.

Разработан график частот вращения:

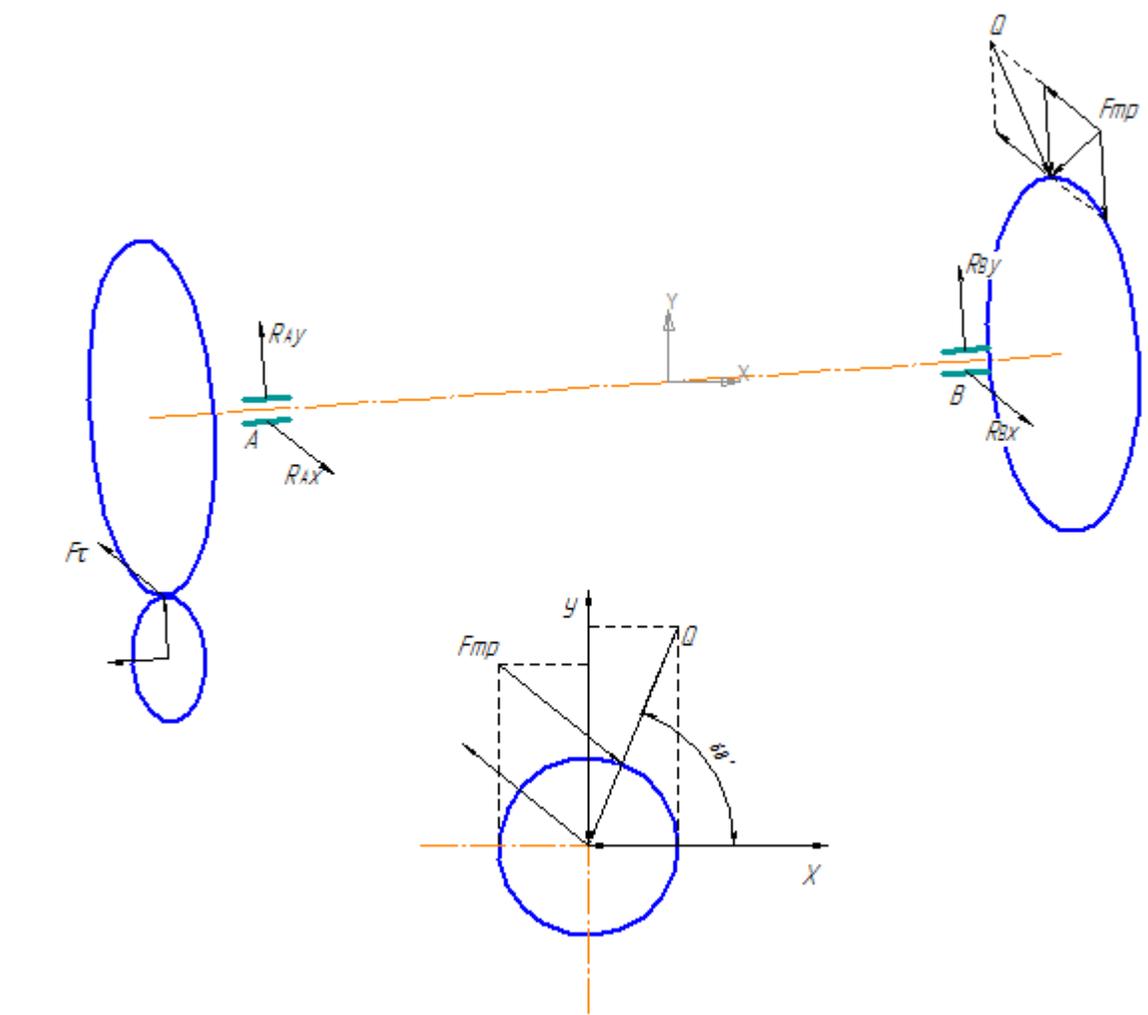


Была составлена кинематическая система 2-х ступенчатого редуктора:



Кинематическая схема привода

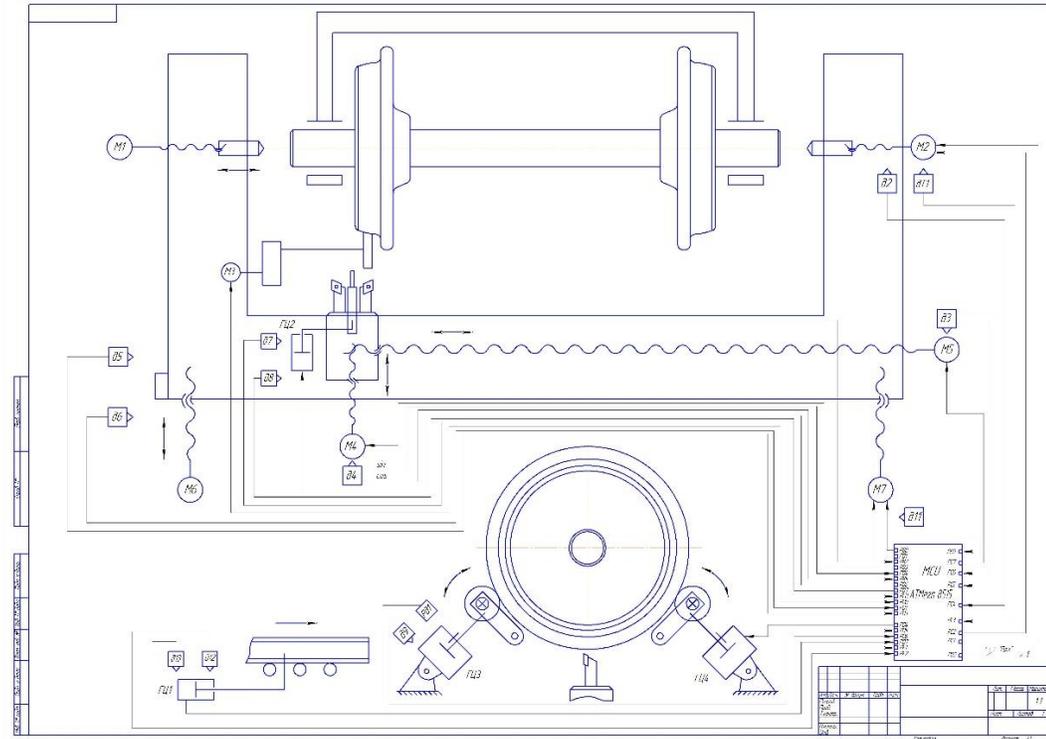
Был выполнен расчет на прочность и жёсткость основных элементов привода с учетом податливости опор. При этом учитывается тип зубчатой передачи, передающей крутящий момент, расчетная схема вала, материал вала.



Расчётная схема колёсной пары

В разделе разработки системы управления станком проведён анализ задачи, разработка цикла рабочего станка и технологии, разработка структурной схемы станка, выбор типа датчиков, двигателей и микроконтроллеров, разработка блок-схемы алгоритма работы и разработка программы.

Разработана структурная схема станка:



Структурная схема станка КЖ20М.01Ф3

Разработана блок-схема алгоритма работы:



## **ВЫВОДЫ**

В данной дипломной работе проведён анализ сделанного (вида оборудования, компоновок привода вращения колёсной пары), разработана компоновочная схема станка на основе данных по подвижному составу, составлена расчётная схема для определения силы поджима роликов, разработана математическая модель для определения силы поджима на основании теоретической механики (раздел статики), компоновочной и расчётной схемы, рассчитаны предельные режимы резанья для определения характеристик привода, разработана конструкция привода колёсной пары, выполнены прочностные расчёты, разработана система управления станком.

Разработана структурная схема, система управления и алгоритм работы для мехатронного станка КЖ20М.01Ф3 для обработки бандажей колёсных пар без выкатки из-под электровозов и моторвагонных секций.

Произведен выбор и обоснование двигателей, датчиков, описание и характеристики тяжелого станка, разработана структурная схема системы оптимального управления скорости подачи по усилию резания, разработан эскиз технологической наладки.

Получен опыт в проектировании и разработке мехатронных систем

## АНОТАЦИЯ

Расчётно-пояснительная записка содержит: с 112 , рис 20., табл. 13, приложений 1 , ссылок 47.

Объект исследования: Привод главного движения колёсотокарного станка с ЧПУ для обработки колесной пары без демонтажа.

Цель работы: Разработать прогрессивную конструкцию привода главного движения подрельсового колёсотокарного станка с ЧПУ для обработки колёсных пар без демонтажа.

Записка включает в себя пять основных разделов: Анализ состояния вопросов, методы исследований, теоретические исследования, конструкторская разработка привода колёсной пары, разработка системы управления станком.

В разделе анализа состояния вопросов был произведен анализ существующих станков- аналогов, даны основные технические характеристики, описан принцип работы и краткое описание основных составных частей станка. Рассмотрены указания к эксплуатации станка и виды его ремонта.

В разделе методов исследования были поставлены задачи исследований и методика проведения исследований.

В разделе теоретических исследований был произведен расчёт предельных режимов резанья для проектируемого станка, определение силы поджима роликов

В разделе конструкторской разработки привода колёсной пары проведен расчёт регулируемого привода, расчёт чисел зубьев, предварительный расчёт валов, расчет модуля и крутящего момента зубчатых колёс, проверочный расчет зубчатых колёс, проверочный расчет валов, проверочный расчет подшипников, проверочный расчет шпоночных соединений и системы смазки.

В разделе разработки системы управления станком проведён анализ задачи, разработка цикла рабочего станка и технологии, разработка структурной

схемы станка, выбор типа датчиков, двигателей и микроконтроллеров, разработка блок-схемы алгоритма работы и разработка программы.

## КОЛЕСОТОКАРНЫЙ СТАНОК, СТАНОК-АНАЛОГ, ПРИВОД ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО.

### АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка містить: з 112 , рис 20., табл. 13, додатків 1 , посилань 47 .

Об'єкт дослідження: Привід головного руху колесотокарного верстата з ЧПУ для обробки колісної пари без демонтажу.

Мета роботи: Розробити прогресивну конструкцію привода головного руху підрейкової колесотокарного верстата з ЧПУ для обробки колісних пар без демонтажу.

Записка містить в собі п'ять основних розділів: Аналіз стану питань, методи досліджень, теоретичні дослідження, конструкторська розробка привода колісної пари, розробка системи керування верстатом.

У розділі аналізу стану питань був проведений аналіз існуючих верстатів - аналогів, дані основні технічні характеристики, описано принцип роботи та короткий опис основних складових частин верстата. Розглянуто вказівки до експлуатації верстата і його види ремонту.

У розділі методів дослідження були поставлені задачі досліджень та методика проведення досліджень.

У розділі теоретичних досліджень був проведений розрахунок граничних режимів різання для проектованого верстата, визначення сили підтиску роликів

У розділі конструкторської розробки приводу колісної пари проведено розрахунок регульованого приводу, розрахунок чисел зубів, попередній розрахунок валів, розрахунок модуля і крутного моменту зубчастих коліс, перевірочний розрахунок зубчастих коліс, перевірочний розрахунок валів, перевірочний розрахунок підшипників, перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань і системи змащення.

У розділі розробки системи управління верстатом проведено аналіз задачі, розробка циклу верстата і технології, розробка структурної схеми верстата, вибір типу датчиків, двигунів і мікроконтролерів, розробка блок-схеми алгоритму роботи і розробка програми.

КОЛЕСОТОКАРНЫЙ ВЕРСТАТ, ВЕРСТАТ-АНАЛОГ, ПРИВОД ГОЛОВНОГО РУХУ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО.

## ESSAY

Settlement and explanatory note contains: a 112, Fig 20., Table. 13, Annex 1 , references 18 .

The object of study: Main drive kolesotokarnogo CNC machine for processing of wheelset without dismantling.

Objective: To develop a progressive design of the main drive rail kolesotokarnogo CNC machine for processing of wheel pairs without dismantling.

Note includes five main sections: Analysis of issues, research methods, theoretical research, engineering development drive wheelset, the development of a control system of the machine.

In the section of analysis of the issues was the analysis of existing machines - counterparts, given the basic specifications described the principle of operation and brief description of the main components of the machine. Reviewed instructions for machine operation and types of repair.

In the methods section of the study were the tasks of the research and the methodology of the research.

In the section of theoretical studies have made estimates of the ultimate cutting parameters for the designed machine, the amount of sealing rollers

In the section of design development drive wheel sets calculation variable speed drive, calculate the number of teeth, pre-calculation of shafts, the calculation module and torque the gears, checking calculation of gears, calculation of the test shaft, test bearing calculation, calculation check splined joints and lubrication systems.

In the section, development of control system of machine analysis of tasks, development of a cycle of the machine and technologies, development of the block diagram of the machine, selection of sensors, motors and microcontrollers, developing a flowchart of the algorithm robots and the development of the program.

**WHEEL LATHE, MACHINE-ANALOG, MAIN DRIVE, INPUT GEAR.**