Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

 Разраб.

Ступкин Н.С.

 Провер.

Ерёмин В.И.

 Реценз.

 Н. Контр.

Ерёмин В.И.

 Утверд.

Название работы

Лит.

Листов

00

Организация

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего

образования

«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСВЕННЫЙ

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»

Бронницкий филиал

Факультет: автомобильный транспорт

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Дисциплина: «Теория механизмов и машин»

**РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовому проекту по дисциплине**

**«Теория механизмов и машин»**

Вариант 20

Выполнил студент группы: АХ-21Д

Руководитель курсового проекта: Ерёмин В.И.

Проект защищён с оценкой: \_\_\_\_\_\_\_

Дата защиты проекта: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

БРОННИЦЫ 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Стр.

[Введение 3](#_Toc135261831)

[Задание – 1 Геометрический синтез и проектирование прямозубого эвольвентного зацеплен 5](#_Toc135261832)

[1.2 Нахождение коэффициента суммы смещения 4](#_Toc135261833)

[1.3 Расчёт угла зацепления 5](#_Toc135261834)

[1.4 Расчёт межосевое расстояние 6](#_Toc135261835)

[1.5 Расчёт диаметров делительных окружностей 6](#_Toc135261836)

[1.6 Расчет делительного межосевого расстояния 6](#_Toc135261837)

[1.8 Коэффициент уравнительного смещения 7](#_Toc135261838)

[1.9 Радиусы начальной окружности 7](#_Toc135261839)

[1.10 Рассчитываем радиусы окружностей вершин зубьев 8](#_Toc135261840)

# **Введение**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Теория машин и механизмов является важной областью знаний, изучающей свойства и принципы работы различных типов механизмов, широко используемых в машинах, приборах и устройствах. Эта наука предоставляет общие методы анализа и синтеза механизмов, что позволяет проектировать и создавать новые высокопроизводительные машины и системы, освобождающие человека от трудоемких и утомительных процессов.

В основе теории механизмов и машин лежат методы математического анализа, векторной и линейной алгебры, дифференциальной геометрии и других смежных областей. В рамках данного курса будут рассмотрены структура и кинематика механизмов, динамика машин с абсолютно жесткими звеньями, а также проектирование рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов. Этот курс является основой для дальнейшего изучения специализированных дисциплин, связанных с машиностроением и механикой. смежных областей. В рамках данного курса будут рассмотрены структура и кинематика механизмов, динамика машин с абсолютно жесткими звеньями, а также проектирование рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов. В теории механизмов и машин используются различные методы для исследования и проектирования механизмов и машин. Основные методы можно сгруппировать по следующим разделам:

Кинематика механизмов, включая синтез механизмов. В этом разделе применяются методы кинематического анализа, такие как графоаналитический метод для определения положения звеньев, система векторных уравнений для определения скоростей и ускорений групп.

Динамика механизмов и машин. Здесь используются методы аналитической механики и нелинейной теории колебаний, механики переменной массы и теории упругости для получения динамических критериев расчета механизмов по частотам и амплитудам установившихся колебаний, определения границ устойчивости систем и т.п.

Теория машин-автоматов, которая включает в себя задачи управления, информационного обеспечения и диагностики состояния машины или механизма

Цель курсового проектирования развивать навыки использования общих методов проектирования и исследования механизмов для создания конкретных машин в приборов разнообразного назначения.

Курсовое проектирование ставит задачи:

1. Проектирование зубчатого механизма и расчёт оптимальной геометрии зубчатого зацепления;
2. Анализ структурной схемы механизма и отдельно кинематических пар;
3. Анализ структурной и кинематической схемы рычажного механизма графическим способом;
4. Силовой анализ механизма с учетом геометрии масс звеньев при движении их с ускорением;
5. Проектирование кулачкового механизма и построение рабочего профиля кулачка

Целесообразность принятия конкретных решений при проектировании механизмов обосновываются функциональным назначением данной машины.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

**Задание – 1 Геометрический синтез и проектирование прямозубого эвольвентного зацеплен**

Цель: Для заданных параметров цилиндрической зубчатой передачи провести геометрический расчёт и выполнить чертеж эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления.

**1.1 Исходные данные**

Таблица – 1 Исходные данные к заданию – 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Обозначение** | **Наименование** | **Числовые данные** |
| *fa\** | коэффициент высоты делительной головки зуба | 1.0 |
| *с\** | коэффициент радиального зазора | 0,25 |
| *а* | угол профиля рейки | 20˚ |
| *m* | модуль  | 2 |
|  | число зубьев: шестерни | 8 |
|  | число зубьев: колеса  | 20 |



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Рисунок – 1 Зубчатый механизм

## **1.2 Определение геометрических размеров колес**

1. Определим радиус делительной окружности шестерни и колеса
2. Коэффициент смещения и исходного контура определим в зависимости от числа зубьев 𝑧4 и 𝑧5 (по формулам ISO) в таблице 2.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Лист.

6

НАЗВА ДОКУМЕНТУ

Таблица – 2 Расчёты коэффициентов смещения шестерни и колеса

|  |  |
| --- | --- |
| Число зубьев | Коэффициент смещения |
|  |  |
| ˂ ( |  = 0,03 (30 - ) |  |
|  ˂ 30,30 ≤ ( |  = 0,03 (30 - ) |  0,03 (30 -  |
| () ≤ 30 | = 0,9  | = 0,9 -  |
| Расчёт |
| () ≤ 30 | = 0,9 =0,643 | = 0,9 - =0,257 |

1. Смещение исходного контура у шестерни x1 ∙ 𝑚 = 0,643 ∙ 3 = 1,929 мм. у колеса x2 ∙ 𝑚 = 0,257 ∙ 3 = 0,771 мм.
2. Определим радиусы основных окружностей

𝑟𝑏1 = 𝑟1 ∙ cos20° = 12 ∙ cos20° = 11,276 мм,

𝑟𝑏2 = 𝑟2 ∙ cos20° = 20 ∙ cos20° = 18,8 мм.

1. Определим угол зацепления зубчатой передачи

 *inv = inv a +*

 Используя таблицы инвалют находим угол зацепления 𝑎𝑤 = 26,9°

 *–*  коэффициент суммы смещения;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

 *–*  число зубьев: шестерни;

 *–* число зубьев: колеса;

 – тангенс угла профиля рейки.

1. Определим радиусы начальных окружностей шестерни и колеса

1. Определим делительное межосевое расстояние

#  =

1. Определим межосевое расстояние

 = () ==

где: m – модуль;

 *–*  число зубьев шестерни;

 *–* число зубьев колеса;

 – косинус угла профиля рейки.

 – косинус угла зацепления.

1. Определим коэффициент воспринимаемого смещения

 y =

где: *–* межосевое расстояние;

а *–* делительное межосевое расстояние;

m – модуль.

1. Определим коэффициент суммы смещения.
2. Определим коэффициент уравнительного смещения.

∆y = – y = 0,9 – 0,752 = 0,148

1. Высота делительной ножки зуба (высота головки):

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

У шестерни

 1,495 мм

У колеса

3,327 мм

1. Высота делительной ножки зуба (высота ножки):

 1,821 мм

 0,993 мм

1. Определим радиусы вершин зубьев шестерни и колеса:

 *–*  число зубьев шестерни;

 *–* число зубьев колеса;

 *–* коэффициент высоты делительной головки зуба;

 *–* коэффициент радиального зазора.

1. Окружной делительный шаг:

1. Толщина зуба по делительной окружностям шестерни и колеса:

 + 2 + 2

 + 2 + 2

где: m – модуль;

 и *–* коэффициент суммы смещения;

 – тангенс угла профиля рейки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

1. Углы профиля в точке на окружности вершин:

где: и радиусы основных окружностей;

 и радиус окружностей вершин зубьев.

1. Окружная толщина зуба на окружности вершин:

 = 11,65 мм

 = 16,95 мм

где: и радиус окружностей вершин зубьев;

и *–* диаметры делительных окружностей;

и *–* толщина зубьев по делительной окружности;

*inv a –* угол эвольвентой функции;

 *и –* Углы профиля в точке на окружности вершин эвольвентой функции;

1. Коэффициенты толщины зубьев по окружности вершин:

 =

 =

где: m – модуль;

и – Толщину зубьев по окружности вершин.

1. Определим радиусы окружностей впадин:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

1. Для построения эвольвенты следует воспользоваться определением эвольвенты, по которому эвольвенту описывает любая точка нерастяжимой нити при разматывании её окружности. Пусть точка О – конец нити, намотанной на окружности rb. Будем разматывать её по кусочкам, на которых хорда близка к окружности. Отложим на окружности несколько отрезков и получим точки 1, 2, 3, 4, 5. В каждой точке проведём касательную.