

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА И ГРАФИКА»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Тема проекта: «Анализ и синтез долбежного станка с рычажно-  
реечным механизмом»

ПГУ 2.15.03.05.07.07.000.ПЗ.

Направление подготовки: 15.03.05—«Конструкторско-  
технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Профиль подготовки— Технология машиностроения.

Выполнил : студент Бун Буньгин Д.А.

Группа: 21 ЗММ 31

Руководитель:

К.т.н., доцент Шорин Шорин В.А.

Работа защищена с оценкой хорошо

Дата защиты 13.01.23

ПЕНЗА 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра «Теоретическая и прикладная механика и графика»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой ТПМГ  
д.т.н., профессор А.Ю. Мухомин  
«2» сентября 2022 г.

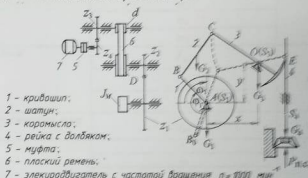
ЗАДАНИЕ 7/7

на курсовой проект по дисциплине «Теория механизмов и машин»

Студенту Бунин Илья Александрович 213ММ31

Тема: «Анализ и синтез долбежного станка с рычажно-реечным механизмом»

Долбежный станок с рычажно-реечным механизмом



Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и 3-х листов графических построений.

Для долбежного станка с рычажно-реечным механизмом необходимо провести:

Кинематическое исследование и силовой расчет механизма (лист 1).

1. Построить 12 планов положений механизма согласно равноотстоящим положениям выходного звена.
2. Для найденных положений механизма построить 12 планов скоростей (лучше из одного полюса).
3. Построить два плана ускорений для указанных преподавателем положений механизма.
4. К механизму в указанном положении (на схеме его нужно обвести «жирной» линией) приложить действующие силы (активные заданные и силы инерции с моментами от сил инерции).
5. Разбить механизм на структурные группы Ассура, изобразить их отдельно и произвести их силовой расчет, определить при этом реакции в кинематических парах и уравновешивающую силу. При этом при определении моментов инерции массу валов считать сосредоточенной в зубчатых колесах, которые принять однородными дисками с диаметрам, равным делительной окружностям.

Динамический синтез механизма по коэффициенту неравномерности движения (лист 2).

1. Построить график зависимости приведенного момента инерции от углов поворота кривошипа (кривошип принимается за звено приведения).
2. Построить график зависимости приведенных моментов от сил сопротивления и движущих сил от углов поворота кривошипа.
3. Построить график зависимости приращения кинетической энергии от углов поворота кривошипа.
4. Исключить угол поворота кривошипа из графиков изменения кинетической энергии и приведенного момента инерции построить диаграмму «энергомасс».
5. Определить момент инерции, размер и вес маховика по заданному коэффициенту неравномерности движения.

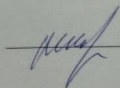
Синтез эвольвентной зубчатой передачи (лист 3).

Исходя из условия отсутствия подрезания зубьев определить геометрические параметры зубчатых колес и в приемлемом масштабе на чертеже отразить процесс зацепления.

## Исходные данные, задание 7/7

| № п/п | Наименование параметра                           | Обозначение     | Единица изм.      | Числ. знач. |
|-------|--------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| 1     | Модуль зубчатых колес                            | $m$             | мм                | 5           |
| 2     | Число зубьев колес                               | $z_1$           | —                 | 24          |
|       |                                                  | $z_2$           |                   | 12          |
|       |                                                  | $z_3$           |                   | 21          |
|       |                                                  | $z_4$           |                   | 13          |
| 3     | Масса звеньев                                    | $m_{z_2}$       | кг                | 2           |
|       |                                                  | $m_{z_3}$       |                   | 4,5         |
|       |                                                  | $m_{z_4}$       |                   | 3           |
|       |                                                  | $m_d$           |                   | 9           |
|       |                                                  | $m_{11}$        |                   | 17          |
|       |                                                  | $m_1 + m_{z_1}$ |                   | 21          |
|       |                                                  | $m_2$           |                   | 18          |
|       |                                                  | $m_3$           |                   | 65          |
|       |                                                  | $m_4$           |                   | 12          |
|       |                                                  | $m_6$           |                   | 11          |
| 4     | Момент инерции звеньев                           | $J_{S_1}$       | кг·м <sup>2</sup> | 0,10        |
|       |                                                  | $J_{S_2}$       |                   | 0,13        |
|       |                                                  | $J_{S_3}$       |                   | 2,5         |
| 5     | Момент инерции вращающихся масс электродвигателя | $J_{\Sigma}$    | кг·м <sup>2</sup> | 0,05        |
| 6     | Размеры                                          | $l_1$           | м                 | 0,21        |
|       |                                                  | $l_2$           |                   | 0,65        |
|       |                                                  | $l_{OC}$        |                   | 0,4         |
|       |                                                  | $l_{OE}$        |                   | 0,21        |
|       |                                                  | $X$             |                   | 0,55        |
|       |                                                  | $Y$             |                   | 0,28        |
|       |                                                  | $d$             |                   | 0,2         |
|       |                                                  | $D$             |                   | 0,36        |
|       |                                                  | $l_{BS_2}$      |                   | 0,26        |
| 7     | Положение механизма для силового расчета         | $\varphi_1$     | град.             | 90          |
| 8     | Сила полезного сопротивления                     | $P_{п.с.}$      | кН                | 2,1         |
| 9     | Коэффициент неравномерности движения             | $\delta$        | —                 | 0,03        |
| 10    | Синтез зубчатой передачи                         |                 | —                 | $z_1$       |
|       |                                                  |                 |                   | $z_2$       |

Руководитель курсового проекта  
к.т.н., доцент



Шорин В.А.

Дата выдачи задания

« 3 »

09

2022 г.

## РЕФЕРАТ

Курсовой проект содержит 3 листа формата А1 графической части, 25 страниц формата А4 расчетно- пояснительной записки, 5 таблиц, 9 библиографических источников.

Ключевые слова : КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА, СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ, ГРУППА АССУРА, СИЛОВОЙ РАСЧЕТ, СИЛА ИНЕРЦИИ, СИЛА ПОЛЕЗНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, РЕАКЦИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЕ, СТОЙКА, ПОЛЗУН, ШАТУН, МОМЕНТ ИНЕРЦИИ, КЛАСС МЕХАНИЗМА, ЭВОЛЬВЕНТА, РЫЧАГ ЖУКОВСКОГО, ПЛАН СКОРОСТЕЙ, ПЛАН УСКОРЕНИЙ, ПЛАН СИЛ, МАХОВИК.

Выполнен структурный анализ заданного на курсовое проектирование механизма, произведено кинематическое исследование механизма, при этом определены линейные и угловые скорости и ускорения характерных точек механизма.

Сделан расчет зубчатой передачи по исходным данным задания, начерчена картина эвольвентного зацепления по расчетам.

Выполнен силовой расчет механизма, при этом рассчитаны силы и моменты инерции, приложенные к звеньям, определены реакции в кинематических парах, величина уравновешивающей силы, также сделана проверка при помощи жесткого рычага Жуковского.

Выполнено динамическое исследование механизма, результатом которого является определение наибольшего перепада кинетической энергии за цикл работы механизма и размеров маховика.

|                                                                       |      |          |                  |        |
|-----------------------------------------------------------------------|------|----------|------------------|--------|
| <p>ПГУ 2. 15. 03. 05. 07. 07. 000. ПЗ</p>                             |      |          |                  |        |
| Изм.                                                                  | Лист | № докум. | Подпись          | Дата   |
| разраб.                                                               |      | БУНЫСИА  | <i>[подпись]</i> | 2003   |
| проб.                                                                 |      | ИВРИИ    | <i>[подпись]</i> |        |
| Контр.                                                                |      |          |                  |        |
| <p>Анализ и синтез долбежного станка с рычажно-режущим механизмом</p> |      |          |                  |        |
|                                                                       |      | Автор    | Лист             | Листов |
|                                                                       |      | 1        | 2                | 25     |
| <p>Каф. «ТММ»<br/>Гр. 203ММ3/</p>                                     |      |          |                  |        |

# СОДЕРЖАНИЕ

## Задание

3

1. Структурное и кинематическое исследование механизма

5

2. Силовой расчет механизма

12

3. Динамическое исследование механизма

16

4. Проектирование зубчатой передачи

21

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

25

|     |       |         |         |      |  |                               |      |
|-----|-------|---------|---------|------|--|-------------------------------|------|
|     |       |         |         |      |  | ПГУ 2. 15.03.05.07.07.000, ПЗ | Лист |
| Изм | Листы | Недокум | Подпись | Дата |  |                               | 4    |