

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ВОСТОЧНОУКРАИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Даля**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к оформлению текстовых материалов
и графических работ по теории
механизмов и машин
для студентов, обучающихся
по направлению "Инженерная механика"

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
машиноведения
Протокол N 3 от 27.01.04

Луганск ВНУ 2004

УДК 621.01

Методические указания к оформлению текстовых материалов и графических работ по теории механизмов и машин для студентов, обучающихся по направлению "Инженерная механика"/Сост. А.М.Ахтямов, П.В.Филь,- Луганск: Изд-во Восточноукр. гос. ун-та, 2004. - 32 с.

Содержат вступительную часть, общие требования по оформлению текстового и графического материалов, методические указания по выполнению расчетно-графической работы на примере курсового проекта по дисциплине "Теория механизмов и машин".

Составители:	А.М.Ахтямов, доц. П.В.Филь, ст. преп.
--------------	--

Отв. за выпуск	А.М. Ахтямов, доц.
----------------	--------------------

Рецензент	В.Г. Буряк, доц.
-----------	------------------

Наиболее трудоемкой расчетно-графической работой, выполняемой студентами при изучении общинженерных дисциплин, является курсовое проектирование по теории механизмов и машин - первая самостоятельная работа студента по комплексному проектированию и исследованию машин различного назначения. Выполнение курсового проекта предполагает закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, приобретение опыта их использования в комплексном решении инженерных задач.

Целью данных методических указаний является оказание помощи студентам в представлении текстовых и графических материалов в ходе выполнения курсового проекта по теории механизмов и машин с приближением в пределах возможного к требованиям единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

1 ТЕКСТОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1.1 Структура расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие элементы в указанной последовательности:

- обложку;
- титульный лист;
- реферат;
- задание;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Обложка. Для изготовления обложки рекомендуется применить картон или плотную чертежную бумагу. Размеры обложки, как и всех последующих листов записки, должны соответствовать формату А4 (210х297). Посередине ее лицевой стороны наклеивается этикетка размерами 100х160, образец которой представлен в прил. А. Надписи

на этикетке выполняются чертежным шрифтом или машинописным способом.

Титульный лист. Титульный лист, как и весь текстовый материал записки, оформляется в соответствии с "Системой стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу", ДСТУ 3008-95 "Документация. Отчеты в сфере науки и техники. Структура и правила оформления" чертежным шрифтом на писчей нелинованной бумаге формата А4. Образец титульного листа представлен в прил. Б. С титульного листа начинается нумерация листов записки. Номер листа на нем не указывается.

Реферат. Реферат должен содержать:
сведения об объеме, количестве иллюстраций,
таблиц, количестве использованных источников;
перечень ключевых слов;
текст реферата.

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание реферируемой записки. Он включает от 5 до 15 слов в именительном падеже, написанных в строку, через запятые, при этом надпись "Ключевые слова" не делают.

Текст реферата должен отражать следующее:

объект исследования и проектирования;
цель работы;
метод исследования и аппаратуру;
полученные результаты и их новизну;
эффективность;
область применения;
основные конструктивные и технико-эксплуатационные характеристики.

Оптимальный объем реферата не более 500 слов (1страница). Пример составления реферата приведен в прил. В.

Задание. Задание на курсовое проектирование (бланк) выдается преподавателем.

Содержание. Содержание включает нумерацию и наименование всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименование) с указанием номеров страниц, на которых размещается их начало. В содержание не включаются задание и реферат, а введение, заключение

и список использованных источников не нумеруются. Пример составления содержания приведен в прил. Г.

Первый лист содержания должен иметь рамку и основную надпись формы 2, остальные листы записки - рамку и основную надпись формы 2а (прил. 5). В графе 1 указывают название проекта. Графа 2 в учебных документах заполняется упрощенно. Условное обозначение записывают в виде групп букв и цифр, разделенных точкой, например:

ТММ.КП.047.А2В3,

где ТММ - сокращенное название дисциплины;

КП - вид работы (курсовой проект);

047 - номер задания;

А2В3 - номер варианта.

В графе 3 указывают индекс учебного заведения и академической группы, например: ВУГУ каф. машиноведения, гр. М-651. Остальные графы заполняют в соответствии с ЕСКД.

Допускается снабжать рамкой с основной надписью только первый лист каждого раздела записки. В этом случае последующие листы следует заполнять текстом, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 15 мм, нижнее - 20 мм.

Введение. Во введении приводятся назначение и общая характеристика проектируемого механизма и его привода, излагаются цели и задачи анализа и синтеза главного и вспомогательных механизмов согласно заданию на курсовое проектирование, обосновывается необходимость выполненной работы для последующей рациональной разработки конструкторской документации.

Основная часть. Основная часть содержит состав работ, непосредственно относящихся к исследованию и проектированию рассматриваемых механизмов. В пределах каждого раздела расчетно-пояснительной записки излагаются частные цель и задачи, методы их решения, собственно решение, анализ и обобщение полученных результатов, оценка полноты решения поставленных задач и достоверности выходных параметров и характеристик.

Заключение. В заключении приводятся краткие выводы по результатам выполнения курсового проекта или отдельных его этапов, предложения по их использованию.

Список использованных источников. Список должен содержать перечень источников, использованных при выполнении проекта. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с ДСТУ 3008-95.

Приложения. Приложения оформляют как продолжение расчетно-пояснительной записки на последующих ее страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. В курсовом проекте по теории механизмов и машин приложениями являются листы с графическими построениями. На каждом листе посередине пишут слово "ПРИЛОЖЕНИЕ" прописными буквами, а ниже, над графическими построениями, посередине листа пишут содержательный заголовок. Приложения следует обозначать буквами, за исключением З и Й, например, ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б и т.д. В основных надписях указывают номера листов в соответствии со сквозной нумерацией расчетно-пояснительной записки.

1.2 Общие требования к тексту расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту по теории механизмов и машин выполняют согласно требованиям Единой системы конструкторской документации и Единой системы программной документации.

Текст выполняется рукописным способом на одной стороне листа. Высота цифр и букв должна составлять не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко, черными, синими чернилами или черной тушью. Допускается применение машинописи через два интервала. Шрифт - четкий, лента - черного цвета.

Расстояние от рамки до ближайших границ текста:

- абзаца 15-17 мм;
- начала строки - 5 мм;
- конца строки - 3 мм;
- верхней или нижней строки - 10 мм.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения расчетно-пояснительной записки в количестве не более трех на страницу, допускается исправлять подчисткой или за-

крашиванием белой краской с нанесением на то же место исправленного текста.

Текст пояснительной записки подразделяют на разделы и подразделы. Разделы обозначаются арабскими цифрами, подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится, например: 3.2 (второй подраздел третьего раздела).

Наименования разделов должны быть краткими и записываются в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами. При этом каждый раздел должен начинаться с нового листа.

Наименования подразделов записывают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной).

В заголовках разделов и подразделов переносы слов не допускаются, точки в конце не ставятся.

Разделы и подразделы могут состоять из пунктов, нумерация которых производится в пределах каждого раздела или подраздела. Пункты, в свою очередь, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь нумерацию в пределах каждого пункта, например 4.4, 4.5 . Текст пункта или подпункта вместе с порядковым номером записывают с абзаца, в конце ставят точку.

Изложение расчетно-пояснительной записки должно быть кратким и четким. Текст рекомендуется излагать от первого лица множественного числа.

Сокращения слов, кроме предусмотренных ДУСТ 3008-95, не допускается.

Наименования, приводимые в тексте записки и на иллюстрациях, в заголовках, должны быть одинаковыми.

Обозначения единиц физических величин, если они употребляют-ся без цифр, приводят без сокращений (за исключением единиц в таблицах и расшифровке буквенных обозначений, входящих в формулы).

Приводимые в тексте расчетно-пояснительной записки теоретические положения, аналитические зависимости должны обязательно сопровождаться ссылками на использованные источники, которые указывают в квадратных скобках. Ссылка должна содержать номер источника и, в необходимых случаях, страницу. Например: На первом

листе проекта методом геометрических мест строим совмещенные планы 10 положений механизма [4, с.3].

При выполнении расчетов после написания формулы производится подстановка числовых значений с сохранением ее структуры и приводится конечный результат с указанием единицы физической величины. При необходимости формулы нумеруются. Номер формулы представляется в той же строке в круглых скобках у правого края листа. Например, номер (2,5) означает пятую формулу во втором разделе записки. При ссылке на формулу указывается ее номер, заключенный в круглые скобки.

В пределах расчетно-пояснительной записки единица физической величины одного и того же параметра должна быть постоянной. Если приводится ряд числовых значений с одной и той же единицей физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: "...в кинематических парах В и С величины реакций составляют 20 и 25 Н соответственно".

Количество иллюстраций в расчетно-пояснительной записке должно быть достаточным для пояснений излагаемого текста. При необходимости иллюстрации могут иметь наименование и поясняющие данные (подрисуночный текст). Наименование и поясняющие надписи иллюстрации помещают под ней. Если иллюстраций больше одной, они нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами с указанием номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Номер иллюстрации располагают ниже поясняющих данных, посередине, например: "Рис. 1.1 - Структурная схема кинематической цепи".

Повторяющиеся расчеты с целью упрощения следует осуществлять табличным методом. Для одного из положений механизма приводится полный расчет величин, отражаемых таблицей. Слева над таблицей пишут слово "Таблица" и, если их в записке больше одной, указывается ее номер, состоящий из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. В необходимых случаях приводится ее название, которое располагают ниже номера, посередине, непосредственно над таблицей.

При переносе таблицы на другой лист ее головку повторяют, над ней пишут слова "Продолжение табл. ..." и ее порядковый номер.

После обозначений отражаемых таблицей физических величин через запятую указываются их единицы. Таблица должна содержать входные переменные величины, промежуточные расчетные значения в соответствии со структурой формулы и выходные величины.

Повторяющийся в графах текст, если он состоит из одного слова, допускается заменять кавычками, а если из двух и более слов - словом "то же", а далее - кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр не допускается. Если цифровые данные не приводятся - ставится прочерк. Цифры в графах располагаются так, чтобы классы чисел во всех графах были точно один под другим. Числовые значения величин в одной графе должны иметь одинаковое количество знаков после запятой.

Ссылки на иллюстрации, таблицы и приложения, содержащиеся в самой расчетно-пояснительной записке, дают в круглых скобках по типу: рис. 4.2, табл. 3.5, прил. Б. Если они не имеют номеров, то слова в ссылках пишут полностью: рисунок, таблица, приложение. В повторных ссылках на иллюстрации, таблицы, приложения, указывают сокращенное слово "смотри", например: см. табл. 3.5, см. рисунок.

Кроме распространенных обозначений и сокращений физических величин, следует использовать принятые на кафедре "Машиноведение" ВУГУ (прил. Е).

В случае возникновения затруднений при оформлении расчетно-пояснительной записки рекомендуется поступать так, как это делается в технической литературе последних лет.

После оформления всех частей и разделов расчетно-пояснительной записки ее сшивают. Использование металлического крепежа не допускается.

2 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Графическую часть курсового проекта выполняют на чертежной бумаге формата А1(594x841 мм). Чертежи выполняют в соответствии с требованиями стандартов, черным карандашом, соблюдая толщины линий в зависимости от их назначения. Например, совмещенные планы положений механизма (звенья и кинематические пары) выполняют тонкими линиями, однако одно положение обводится сплошными ос-

новными линиями обводки толщиной $S=0,6...1,0$ мм для более четкого представления о строении механизма. Графики следует выполнять следующим образом: функциональные зависимости обводятся линией толщиной S , оси координат - $S/2$, а все остальные - $S/4$. Ординаты графиков для различных моментов времени следует обрывать на линиях графиков.

Построения должны сопровождаться буквенными или числовыми обозначениями точек. Кинематические пары на совмещенных планах положений обозначаются только для наведенного основными линиями, а в остальных положениях проставляются номера положений. Номера положений проставляются и на каждом из графиков. Оси координат обозначаются соответствующими буквенными символами, которые пишут ниже оси абсцисс и слева от оси ординат.

Масштабные коэффициенты с указанием их числовых значений и единиц физических величин указывают над осью абсцисс и справа от оси ординат. К построениям выполняются поясняющие надписи чертежным шрифтом с правильным написанием подстрочных и надстрочных индексов и четким различием прописных и строчных букв. Вспомогательные построения осуществляют тонкими линиями и сохраняют на чертеже.

Каждый лист должен иметь рамку формата листа, выполненную тонкими линиями, и рамку формата чертежа с основной надписью формата A_2 , вычерченную сплошными основными линиями обводки.

Листы графической части проекта должны быть равномерно и плотно заполнены по всему полю, что достигается рациональным выбором значений масштабных коэффициентов, которые, кроме того, должны быть удобными для устного счета. Рекомендуется листы курсового проекта в начале работы спланировать под размещение отдельных построений.

Листы курсового проекта подписываются студентом, а затем руководителем проекта одновременно с частью расчетно-пояснительной записки, относящейся к данному разделу. Полную ответственность за качественное выполнение расчетной и графической частей проекта несет студент.

3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Структурный анализ рычажного механизма

Цель работы: изучить строение кинематической цепи, определить степень ее подвижности и определить класс механизма.

Структурный анализ рычажного механизма выполняется в следующем порядке [1].

Вычерчивается структурная схема кинематической цепи и дается характеристика этой цепи по различным признакам.

Определяются названия звеньев, дается характеристика кинематических пар. Определяются степень подвижности кинематической цепи, анализируется соответствие между этим числом и числом начальных звеньев и делается вывод, удовлетворяет ли заданная кинематическая цепь понятию "механизм".

Выделяются структурные группы, начиная с наиболее удаленной от начального звена, определяется их класс, порядок и вид, делается вывод о классе механизма.

Во всех необходимых случаях делаются рисунки.

3.2 Геометрический синтез рычажного механизма

Цель работы: определить постоянные параметры кинематической схемы механизма по заданным условиям.

Разнообразные условия синтеза изложены в литературе [2,3].

Геометрический синтез рычажного механизма выполняется в следующем порядке.

Рассматривается механизм как образованный группой начальных звеньев и первой присоединенной к ней структурной группой.

После решения задачи синтеза этого механизма присоединяется следующая структурная группа и определяются другие постоянные параметры кинематической схемы и т.д.

Графические построения геометрического синтеза рычажного механизма выполняются на отдельном листе пояснительной записки.

3.3 Динамический синтез рычажного механизма

Цель работы: определить момент инерции, размеры и массу маховика по заданному коэффициенту неравномерности движения механизма.

Механизм представляет собой систему звеньев, нагруженных силами и моментами сил.

Для того чтобы определить закон движения такой системы, используют метод приведения сил и масс, который позволяет заменить реальный механизм эквивалентной ему одностепенной динамической моделью. Звено (кривошип) этой модели, которое называется звеном приведения, движется так, что его угловая координата φ_1 совпадает с обобщенной координатой φ_1 начального звена реального механизма. На звено модели действует приведенный момент всех сил $M^{пр}$, а момент инерции $J^{пр}$ этого звена относительно оси вращения представляет собой суммарный приведенный момент инерции звеньев механизма [4].

Динамический синтез рычажного механизма выполняется при использовании методов Виттенбауэра и Мерцалова в следующем порядке.

Начертить рычажный механизм в двух крайних положениях. В направлении угловой скорости кривошипа, приняв за нулевое то положение, которое отвечает началу прямого хода, разделить угол прямого хода φ_{11} на 6 равных частей, а угол обратного хода φ_{10} на 4 части, если φ_{11} намного больше φ_{10} . При $\varphi_{11} \approx \varphi_{10}$ каждый из них делится на 5 равных частей. Используя метод геометрических мест, необходимо построить совмещенные планы положений механизма.

Вблизи от траектории точки исполнительного звена технологической машины или входного звена машины-двигателя с привязкой к ней вычертить с учетом масштабного коэффициента заданный график сил производственных сопротивлений или движущих сил. На последнем для определения силы в каждом положении осуществляется разметка траектории точки.

Для всех положений механизма построить планы аналогов скоростей [4].

Определив силы производственного сопротивления или внешние движущие силы, вычислить значения приведенного момента этих сил для всех положений механизма. Аналогично следует вычислить приведенный момент сил тяжести и определить приведенный момент сил сопротивления $\dot{I}_{\pi}^{\delta}$ или движущих сил $\dot{I}_{\alpha}^{\delta}$.

Путем графического интегрирования полученного приведенного момента сил построить график работ $A_c = A_c(\varphi_1)$ или $A_d = A_d(\varphi_1)$. Принимая момент движущих сил (производственного сопротивления для машин-двигателей) за постоянную величину, построить график работы этих сил для режима установившегося движения. Вычислить масштабный коэффициент графиков работ.

Графически определить приращение кинетической энергии (избыточную работу) и построить зависимость $\Delta E = \Delta E(\varphi_1)$, которая одновременно является графиком $A_{\Sigma} = A_{\Sigma}(\varphi_1)$.

Для всех положений периода установившегося движения механизма табличным методом вычислить величины приведенного момента инерции (при использовании метода Мерцалова следует дополнительно вычислить кинетическую энергию звеньев с переменным передаточным отношением). Построить графическую зависимость $\mathcal{I}^{np} = \mathcal{I}^{np}(\varphi_1)$. При использовании метода Мерцалова зависимость $\mathcal{I}_{II}^{np} = \mathcal{I}_{II}^{np}(\varphi_1)$ одновременно является зависимостью $E_{II}^{np} = E_{II}^{np}(\varphi_1)$.

Исключая графически параметр φ_1 из графиков $\Delta E = \Delta E(\varphi_1)$ и $\dot{J}^{\delta} = \dot{J}^{\delta}(\varphi_1)$, построить диаграмму "энергомасс" (кривую Виттенбауэра). При использовании метода Мерцалова следует получить графическую зависимость $E_1 - E_{нач} = (E_1 - E_{нач})(\varphi_1)$. Определить момент инерции маховика.

Выполнить расчет геометрических размеров и массы маховика.

Графические построения по данному разделу выполняются на первом листе графической части проекта.

3.4. Динамический анализ рычажного механизма

Цель раздела: определить закон движения начального звена, реакции в кинематических парах и внешнюю силу (внешний момент), приложенную к начальному звену.

Динамический анализ рычажного механизма выполняется в следующем порядке.

Построить графическую зависимость $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_1(\varphi_1)$, найти действительные значения угловой скорости начального звена во всех его положениях.

Вычислить масштабные коэффициенты планов скоростей и значения линейных скоростей заданных точек и угловых скоростей звеньев.

Используя дифференциальное уравнение движения машинного агрегата, найти значения угловых ускорений ϵ_1 начального звена для положений, заданных руководителем проекта. Значение ϵ_1 определить также методом графического дифференцирования. По величинам, полученным двумя методами, определить средние значения ϵ_1 и, используя метод планов, определить линейные ускорения точек, включая центры масс звеньев. Найти величины и направления угловых ускорений звеньев.

Вычертить расчетную схему структурной группы, наиболее удаленной от начального звена, и выполнить силовой расчет по методу кинетостатики.

Силовой анализ последующих структурных групп выполняется аналогично. Следует помнить, что в число действующих на звенья сил необходимо включить реакции со стороны ранее рассмотренных структурных групп.

Выполнить силовой анализ начального звена, то есть определить реакцию со стороны стойки и внешнюю силу или момент сил в зависимости от способа передачи движения по отношению к начальному звену. Внешнюю силу необходимо приложить в полюсе зацепления зубчатых колес Z_1 , Z_2 и направить по линии зацепления.

Вычертить повернутый на 90° план скоростей и найти внешнюю силу или пару сил по методу Жуковского.

Сравнить между собой силы, найденные методами кинетостатики и Н.Е. Жуковского, и определить относительную погрешность.

Построения выполняются на втором листе графической части проекта.

3.5 Синтез эвольвентной зубчатой передачи

Цель работы: ознакомиться с геометрией и геометрическим расчетом косозубой эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления, колеса которой нарезаны инструментом реечного типа со смещением, определяемым условиями синтеза, вычертить профили зубьев колес и определить качественные характеристики передачи.

Работа выполняется в следующем порядке.

По блокирующему контуру [5], соответствующему эквивалентным числам зубьев передачи, найти коэффициенты смещения, удовлетворяющие поставленным в задании условиям.

Выполнить геометрический расчет зубчатой передачи при свободном межосевом расстоянии. Расчет может быть выполнен на ЭВМ [6].

В поле чертежа отметить центры зубчатых колес и провести линию центров. Нанести все окружности каждого из колес и проверить правильность построений и расчетов по воспринимаемому смещению и радиальным зазорам. Провести линию зацепления, выделить на ней активную линию зацепления.

Построить сопряженные в полюсе зацепления эвольвентные профили. Используя имеющиеся окружности, на свободном месте вычертить галтели зубьев и изготовить шаблоны зубьев по всей их высоте. По делительным окружностям отложить половины делительных толщин зубьев, провести оси симметрии зубьев и с использованием шаблонов вычертить сопряженные в полюсе зацепления зубья колес.

От осей симметрии вычерченных зубьев отложить вправо и влево угловые и делительные шаги, провести оси симметрии и тем же методом построить по 1-2 зуба с каждой стороны.

Выделить активные участки сопряженных в полюсе зацепления профилей зубьев. Найти и измерить углы торцевого перекрытия, вычислить коэффициенты перекрытия и сравнить между собой и с заданным значением.

Рассчитать коэффициенты удельного давления и удельные скольжения, построить графики найденных величин и выделить участ-

ки графиков для активной линии зацепления. Проанализировать полученные результаты.

На свободном месте листа проекта выполнить таблицу значений основных параметров, характеризующих зубчатые колеса.

При использовании ЭВМ на свободном месте выполнить построение профилей зубьев по результатам расчетов и изготовить шаблоны профилей зубьев. Остальные действия аналогичны.

Графические построения по данному разделу выполняются на третьем листе графической части проекта.

3.6 Синтез кулачкового механизма

Цель работы: определить основные размеры кулачкового механизма и вычертить профиль кулачка.

Работа выполняется в следующем порядке.

По заданному закону движения выходного звена кулачкового механизма произвести вычисления и построить графики его перемещения, аналога скорости и аналога ускорения по углу поворота кулачка.

Определить основные размеры кулачкового механизма минимальных габаритов, учитывая угол давления или условие выпуклости профиля кулачка.

Используя метод инверсии, построить профиль кулачка. Для механизмов, выходное звено которых снабжено роликом, предварительно построить центральной профиль кулачка и определить радиус ролика; для механизмов с тарелкой на выходном звене определить ее размеры.

По указанию руководителя проекта построить график изменения угла давления в зависимости от угла поворота кулачка для механизма с роликом на ведомом звене.

При использовании ЭВМ полученные значения основных размеров кулачкового механизма необходимо сравнить со значениями, полученными графическим путем.

Построения производятся на четвертом листе графической части проекта.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов. -4-е изд., перераб. и доп. - М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.-640 с.
2. Носко П.Л., Филь П.В., Манько Н.В., Шисман В.Е. Тексты лекций по дисциплине "Теория механизмов и машин" для студентов заочной формы обучения. –Луганск: Издательство ВУНУ им. В. Даля, 2002. – 122 с.
3. Методические указания к курсовому проектированию по теории механизмов и машин "Синтез рычажных механизмов" / Сост. А.М.Ахтямов. - Луганск: ВУГУ, 1998. - 32 с.
4. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин/ А. С. Коренько, Л. И. Кременштейн, С. Д. Петровский и др. - К.: Выща шк., 1970. -287 с.
5. Методические указания к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин "Динамический синтез и анализ рычажных механизмов" (для студентов механических специальностей) / Сост. В. И. Бирюков. - Луганск: ЛМСИ, 1991. - 17 с.
6. Филь П.В., Ахтямов А.М., Носко П.Л., Манько Н.В. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. - Луганск: Изд-во Восточноукр. национ. ун-та им. В. Даля, 2003. - 105 с.
7. Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач / Т. П. Болотовская, И. А. Болотовский, Г. С. Бочаров и др. - М.: Машгиз, 1964. - 472 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по теории механизмов и машин "Геометрический расчет зубчатых передач с внешним эвольвентным зацеплением с использованием ЭВМ"/Сост.: В.И.Бирюков, Н.И.Величко. - Ворошиловград: ВМСИ, 1990. - 20 с.
9. Методические указания к курсовому проектированию по теории механизмов и машин "Синтез кулачковых механизмов"/ Сост. В.П.Литовченко. - Луганск: ЛМСИ, 1990. - 43 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЭТИКЕТКИ

Министерство образования и науки Украины

Восточноукраинский национальный
университет им. В.Даля

Кафедра "Машиноведение "

"ПРЕСС ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ"

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту

ТММ. КП. 64. А2В3.

Студент группы М-641 Решетник Д.Ю.

160

100

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ВОСТОЧНОУКРАИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Даля

Кафедра "Машиноведение"

"ПРЕСС ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ"

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту

ТММ. КП. 64. А2ВЗ.

Студент группы М-641

Решетник Д.Ю.

Руководитель проекта
ст. преподаватель

Филь П.В.

Луганск ВНУ 2004

ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное)

ПРИМЕР СОСТАВЛЕНИЯ РЕФЕРАТА

РЕФЕРАТ

Записка, 50 с. Ил. 12. Табл. 18: Библиогр. : 8 назв.

Структурный анализ, аналог скорости, приведенный момент, работа сил, кинетическая энергия, маховик, ускорение, зубчатая передача, кулачок.

Объект исследования - механизм строгального станка, его зубчатая передача и кулачковый механизм с роликовым толкателем.

Цель работы - динамический синтез и анализ механизма и привода строгального станка.

В проекте выполнены: геометрический синтез рычажного механизма по заданному коэффициенту изменения средней скорости ползуна; динамический синтез и анализ рычажного механизма, в результате которого определен необходимый момент инерции маховика для заданного коэффициента неравномерности хода, основные кинематические характеристики механизма, реакции в кинематических парах и внешняя сила, приложенная к начальному звену; синтез зубчатой передачи и кулачкового механизма с роликовым толкателем.

Геометрический синтез рычажного механизма выполнен аналитически, динамический синтез - графоаналитическим методом, динамический анализ - методом кинетостатики и по методу "жесткого" рычага Жуковского. Синтез зубчатой передачи и кулачкового механизма произведен с использованием алгоритмического языка ФОРТРАН.

Курсовой проект по ТММ выполнен на кафедре "Машиноведение" Восточноукраинского государственного университета. В результате получены исходные данные для конструкторской разработки механизма строгального станка.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

ПРИМЕР СОДЕРЖАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ					стр
Введение.....					4
1. Структурный анализ рычажного механизма.....					5
2. Геометрический синтез рычажного механизма.....					6
3. Динамический синтез рычажного механизма.....					7
3.1. Определение положений звеньев.....					7
3.2. Определение передаточных функций скоростей.....					8
3.2.1. Составление уравнений для структурных групп.....					9
3.2.2. Построение планов аналогов скоростей.....					10
3.2.3. Определение аналогов угловых скоростей звеньев.....					11
3.3. Определение внешних сил.....					13
3.4. Приведение внешних сил и сил тяжести.....					16
3.5. Определение работ сил сопротивления и движущих сил.....					18
3.6. Определение приведенного момента движущих сил.....					20
3.7. Определение приведенного момента инерции звеньев механизма.....					21
3.8. Определение момента инерции маховика.....					23
4. Динамический анализ механизма.....					26
4.1. Определение закона движения начального звена.....					28
4.2. Определение скоростей точек и угловых скоростей звеньев.....					29
4.3. Определение ускорений точек и угловых ускорений звеньев.....					30
4.4. Определение реакций в кинематических парах структурных групп.....					32
4.5. Определение внешней силы по методу кинестатики.....					34
4.6. Определение внешней силы по методу жесткого "рычага" Жуковского Н.Е.					35
5. Синтез зубчатой передачи.....					36
5.1. Выбор коэффициентов смещения.....					36
5.2. Геометрический расчет передачи.....					36
ТММ. КП. 64. А2В3.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Решетников				
Пров.	Ахтиямов				
Н. контр.					
Утв.					
Пресс двойного действия					
Лит.	Лист	Листов			
1	3	50			
ВУГУ					
каф. Машиноведение					
гр. Т-241					

Формат А4

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛ. Г

5.3. Аналитический расчет качественных показателей зацепления.....	38
5.4. Графические построения.....	39
6. Синтез кулачкового механизма.....	40
6.1. Закон движения ведомого звена кулачкового механизма.....	41
6.2. Определение основных размеров кулачка.....	42
6.3. Построение профиля кулачка.....	43
6.4. Определение углов давления.....	44
Заключение.....	45
Список использованных источников.....	46
Приложение 1.....	47
Приложение 2.....	48
Приложение 3.....	49
Приложение 4.....	50

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТММ. КП. 64. А2В3.	Лист
						4

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ НАДПИСЕЙ

185																		
7		10		23		15		10		67			53					
8:5=40 5											(2)							
	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.		Дата											
	Разраб.								(1)			Лист (5)		Лист		Листов		
	Пров.																	
	Н. контр.																	
Утв.								(3)			5		5		15		20	
										50								

Форма 2

Форма 2а

185															
7		10		23		15		10		110			10		
3:5=15 5											(2)			Лист (4)	
	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.		Дата								
										8					

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное)

ОБОЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (приведены по разделам)

1 Геометрический синтез рычажного механизма

- φ_{Π} - угол прямого хода, [град];
 φ_{Π} - угол обратного хода, [град];
 θ - угол между линиями кривошипа в крайних положениях механизма, [град];
 H_3 - ход данного звена, [м];
 l_{AB} - длина данного звена реальная, [м];
 AB - длина отрезка, отображающего длину l_{AB} на кинематической схеме, [мм];
 K - коэффициент изменения средней скорости выходного звена;
 μ_l - масштабный коэффициент длины, $[\frac{l}{l}]$.

2 Динамический синтез рычажного механизма

- $\mu_{\varphi 1}$ - масштабный коэффициент угла поворота кривошипа, $[\frac{\ddot{\varphi}_1}{\ddot{\varphi}_1}]$;
 $P_{(1)}$ - полюс плана аналогов скоростей в данном положении;
 $\mu_{s'}$ - масштабный коэффициент аналога

скорости, $[\frac{1}{11}]$;

S'_{BA} - аналог относительной скорости точки, [м];

ϕ'_2 - аналог угловой скорости данного звена;

P - давление, [МПа];

F - сила, [Н];

μ_F - масштабный коэффициент силы, $[\frac{H}{11}]$;

μ_P - масштабный коэффициент давления, $[\frac{11 \ddot{a}}{11}]$;

M_{nc}^{np} - приведенный момент сил производственного сопротивления, [Н·м];

M_c^{np} - приведенный момент сил сопротивления, [Н·м];

A - работа, [Дж];

μ_A - масштабный коэффициент работы, $[\frac{Дж}{11}]$;

ΔE - приращение кинетической энергии, [Дж];

μ_E - масштабный коэффициент кинетической энергии, $[\frac{Дж}{11}]$;

$\mathfrak{I}^{np}$ - приведенный момент инерции, [кг·м²];

$\mu_{\mathfrak{I}}$ - масштабный коэффициент момента

инерции, $[\frac{\ddot{a} \cdot 1^2}{11}]$;

δ - коэффициент неравномерности движения механизма;

$\mathfrak{I}_m$ - момент инерции маховика, [кг·м²];

H - полюсное расстояние графического интегрирования или дифференцирования, [мм].

3 Динамический анализ рычажного механизма

- ω_1 - угловая скорость данного звена, $[\frac{\partial \dot{\alpha} \ddot{\alpha}}{\text{сек}}]$;
- μ_v - масштабный коэффициент скорости, $[\frac{\dot{l} \cdot c^{-1}}{\dot{l} \dot{l}}]$;
- $P_{v(1)}$ - полюс плана скоростей в данном положении;
- $|\overline{ab}|$ - модуль вектора скорости (ускорения), [мм];
- V_{BA} - относительная скорость точки, $[\dot{l} \cdot \ddot{n}^{-1}]$;
- $\pi_{(1)}$ - полюс плана ускорений в данном положении;
- a_{BA}^n - нормальная составляющая относительного ускорения точки, $[\dot{l} \cdot \ddot{n}^{-2}]$;
- a_{BA}^{τ} - тангенциальная составляющая относительного ускорения точки, $[\dot{l} \cdot \ddot{n}^{-2}]$;
- $a_{B_3B}^k$ - кориолисова составляющая относительного ускорения точки, $[\dot{l} \cdot \ddot{n}^{-2}]$;
- μ_a - масштабный коэффициент ускорения, $[\frac{\dot{l} \cdot c^{-2}}{\dot{l} \dot{l}}]$;
- F_{12} - реакция на первое звено со стороны второго, [Н];
- $F_{и1}$ - сила инерции данного звена, [Н];
- M_b - момент сил внешний, [Н·м].

4 Синтез зубчатой передачи

- Z_1 - число зубьев данного колеса;
- $Z_{\Sigma 1}$ - эквивалентное число зубьев данного колеса;
- m - расчетный модуль зубчатого колеса, [мм];
- α - угол профиля исходного контура, [град];
- h_a^* - коэффициент высоты головки зуба;

- c^* - коэффициент радиального зазора;
- χ - коэффициент смещения исходного контура;
- y - коэффициент воспринимаемого смещения;
- Δy - коэффициент уравнивающего смещения;
- ρ_{tf}^* - коэффициент кривизны переходной кривой
исходного контура;
- $m_t, \alpha_t, h_{ta}, C_t, \chi_t, y_t, \Delta y_t, \rho_{tf}^*$ - вышеуказанные
величины, отнесенные к торцевому сечению
исходного контура и торцевому сечению
зубчатого зацепления;
- β - делительный угол наклона линии зуба, [град];
- C - радиальный зазор, [мм];
- r - делительный радиус зубчатого колеса, [мм];
- r_b - основной радиус зубчатого колеса, [мм];
- r_a - радиус вершин зубчатого колеса, [мм];
- r_f - радиус впадин зубчатого колеса, [мм];
- r_w - начальный радиус зубчатого колеса, [мм];
- r_t - радиус окружности граничных точек
зубчатого колеса, [мм];
- r_y - радиус произвольной окружности, [мм];
- α_{tw} - угол зацепления, [град];
- $\text{inv } \alpha_t$ - эвольвентный угол профиля зуба в торцевом
сечении колеса для точки профиля, лежащей
на делительной окружности, [рад];
- $\text{inv } \alpha_{tw}$ - то же на начальной окружности, [рад];
- P - шаг исходного контура, [мм];
- P_t - торцевой шаг исходного контура,
делительный окружной шаг зубьев, [мм];
- a_w - межосевое расстояние зубчатой передачи,
[мм];
- b_w - рабочая ширина венца зубчатого колеса, [мм];

- S_t - делительная окружная толщина зуба, [мм];
- $\bar{S}_t$ - делительная толщина зуба по хорде, [мм];
- ψ - половина делительной угловой толщины
зуба, [град , рад];
- g - длина линии зацепления, [мм];
- g_a - длина активной линии зацепления, [мм];
- τ - угловой шаг, [град];
- φ_α - торцевой угол перекрытия, [град];
- φ_β - осевой угол перекрытия, [град];
- φ_γ - угол перекрытия, [град];
- ε_α - коэффициент торцевого перекрытия;
- ε_β - коэффициент осевого перекрытия;
- ε_γ - коэффициент перекрытия;
- γ - коэффициент удельного давления;
- ν - коэффициент скольжения.

5 Синтез кулачкового механизма

- φ - угол поворота кулачка, [град , рад];
- φ_δ - фазовый угол удаления, [град , рад];
- $\varphi_{\bar{n}}$ - фазовый угол сближения, [град , рад];
- $\varphi_{a\bar{n}}$ - фазовый угол дальнего стояния, [град , рад];
- $\varphi_{a\bar{n}}$ - фазовый угол ближнего стояния, [град , рад];
- φ_u - обобщенное обозначение фазового угла φ_δ
или $\varphi_{\bar{n}}$;
- $S = S_0 + S$ - линейное перемещение точки ведомого
звена, [м];
- S_0 - начальная координата центра вращения

- ролика (острия толкателя), постоянная составляющая перемещения S , [м];
- S' - аналог линейной скорости, [м];
- S'' - аналог линейного ускорения, [м];
- $\Psi = \Psi_0 + \psi$ - угловое перемещение коромысла, отсчитываемое от линии, соединяющей центры вращения кулачка и коромысла, [град, рад];
- Ψ_0 - минимальный угол между коромыслом и линией центров, постоянная составляющая углового перемещения, [град, рад];
- ψ - угловое перемещение коромысла от положения, принятого за начальное, переменная составляющая Ψ , [град, рад];
- ψ' - аналог угловой скорости коромысла;
- ψ'' - аналог углового ускорения;
- S_u - ход толкателя, [м];
- Ψ_u - угловой ход коромысла, [град, рад];
- e - эксцентриситет, [м];
- ϑ - угол давления, [град, рад];
- $[\vartheta]$ - допускаемый угол давления, [град, рад];
- r_0 - минимальный радиус центрового профиля кулачка, [м];
- ρ - радиус кривизны профиля кулачка, [м];
- r_p - радиус ролика, [м];
- $k = \phi/\phi_u$ - относительный угол поворота кулачка;
- y, y', y'' - ординаты графиков соответственно перемещений, аналогов скоростей и аналогов ускорений, [мм];
- $\mu_s, \mu_{s'}, \mu_{s''}$ - масштабные коэффициенты графиков соответственно перемещений, аналогов скоростей и аналогов ускорений, $[\frac{1}{11}]$;

μ_{ψ}, μ_{ψ}^* - масштабные коэффициенты угловых

перемещений коромысла, $[\frac{\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}}{\dot{\dot{\alpha}}\dot{\dot{\alpha}}}, \frac{\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}}{\dot{\dot{\alpha}}\dot{\dot{\alpha}}}]$;

$\mu_{\psi'}, \mu_{\psi''}$ - масштабные коэффициенты соответственно

аналогов угловых скоростей и аналогов

угловых ускорений, $[\frac{1}{\dot{\dot{\alpha}}\dot{\dot{\alpha}}}]$;

$\mu_{\varphi}, \mu_{\varphi}^*$ - масштабные коэффициенты углов поворота

кулачка, $[\frac{\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}}{\dot{\dot{\alpha}}\dot{\dot{\alpha}}}, \frac{\ddot{\alpha}\ddot{\alpha}}{\dot{\dot{\alpha}}\dot{\dot{\alpha}}}]$.

Для ЗАМЕТОК

Для ЗАМЕТОК

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к оформлению текстовых материалов
и графических работ по теории механизмов
и машин для студентов, обучающихся
по направлению "Инженерная механика"

Составители Альберт Михайлович Ахтямов
 Павел Владимирович Филь

Редактор	Л.В.Бугокова
Техн. редактор	Л.В.Хлевнюк
Компьютерный набор и оригинал-макет	П.В.Филь

Подписано в печать 12.05.98 Формат 60х84 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Jornal. Печать типогр.
Усл. печ. л. 1.92 Физ. печ. л 2.06. Уч.-изд. печ. л. 1.77.
Тираж 150. Изд. № 73 Заказ ____ Цена договорная

Издательство Восточноукраинского
государственного университета
348034, г. Луганск,
кв. Молодежный, 20а

Участок оперативной полиграфии
Восточноукраинского государственного
университета
348034, г. Луганск,
кв. Молодежный, 20а

Адрес редакции: 348034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а
Телефон: 8(0642) 46-13-04. **Факс:** 8(0642) 46-13-64.