

**Министерство образования и науки Кыргызской Республики
Кызыл –Кийский институт природопользования и геотехнологии
КГТУ им.И.Раззакова**

Кафедра «Естественно-технических наук»

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория механизмов и машин» для
студентов специальности «Горные машины и оборудования». Для дневной
формы обучения**

Кызыл Кия - 2011

Рассмотрено

На заседании кафедры
«Естественно технических наук»
Протокол №1 от 07.09.2011г

Одобрено

Методическим советом КИПиГ
КГТУ им. И. Раззакова
Протокол №1 от 09.09.2011г

Составитель: преподаватель кафедры «ЕТН» АБАБАКИРОВА Ю.Х.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория механизмов и машин» для студентов специальности «Горные машины и оборудования». Для дневной формы обучения / -Б.: ИЦ «Текник», 2011.- 23с.

Методические указание к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория механизмов и машин» предназначены для специальности «Горные машины и оборудование» для дневной формы обучения, содержит теоретическую часть, а также образцы оформления отчета.

Рецензент: к.т.н., доцент Асамидинов Ф.М.

Введение

Теория механизмов и машин – наука об общих методах исследования свойств механизмов и машин и проектирования их схем.

Важнейшие задачи теории механизмов и машин – анализ механизмов, синтез механизмов и изложение теории машин-автоматов. Анализ механизмов включает исследования кинематических и динамических свойств механизмов. При синтезе механизмов решаются задачи построения схем механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам. При изложении теории машин-автоматов рассматриваются вопросы механики, а также сведения по теории управления машинами автоматического действия.

Курс теории механизмов и машин подготавливает студентов к изучению специальных дисциплин, посвященных проектированию машин и приборов отдельных отраслей техники.

Общие методические указания

При проведении лабораторных работ студент знакомится с экспериментальными методами исследования и проектирования механизмов и машин. Перед каждым лабораторным занятием преподаватели дают необходимые пояснения, помимо этого студентам рекомендуется пользоваться книгой В.В. Юденича «Лабораторные работы по теории механизмов и машин». После выполнения лабораторных работ и оформления отчетов по ним студент сдает зачет.

Лабораторная работа №1

Структурно-конструктивная классификация механизмов.

Цель работы:

1. изучение условных обозначений звеньев кинематических пар механизмов согласно ГОСТ 2.770-68.
2. Знакомства с устройством и принципам действия механизмов в соответствии с их структурно-конструктивной классификацией.
3. Составления кинематических схем.

Материальное оснащение

Для выполнения лабораторной работы используются модели рычажных, кулачковых, фрикционных, винтовых и клиновых, зубчатых механизмов, с гибкими связями.

Механизмом называется система тел предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других твердых тел.

Для систематизированного изучения всего многообразия механизмов академик И.И Артоболевский предложил классифицировать механизмы по структурно-конструктивным признакам, разделив их на 7 основных групп:

1. Рычажные
2. Фрикционные
3. Зубчатые
4. Кулачковые
5. Винтовые и клиновые
6. Механизмы с гибкими звеньями
7. Прочие: пневматические, гидравлические

Кинематическая схема – это структурная схема которой выполнены в масштабе.

1. Рычажные механизмы

Механизм, звенья которого образуют только вращательные, поступательные, цилиндрические и сферические, кинематические пары, называется рычажным механизмом.

Простейшим широко применяемым в технике рычажным механизмом является шарнирно-четырёхзвенник. Этот механизм предназначен для преобразования вращательного движения ведущего звена I в

плоско параллельное движение звена II и вращательное движение звена III.

2. Фрикционные механизмы

Механизмы для передачи движения между соприкасающимися звеньями используется трение, называется фрикционными.

Простейшая фрикционная передача с параллельными осями состоит из 3 звеньев: двух цилиндрических колес и стойки. Для создания между ними трения катки прижимают друг к другу.

3. Зубчатые механизмы

Зубчатые механизмы – такие механизмы в которых движения передает путем зацепления между зубьями ведущего и ведомого звеньев.

4. Кулачковые механизмы

Механизм в состав которого входит кулачок, называется кулачковым.

Кулачковый механизм предназначенные для преобразования вращательного или поступательного движения ведущего звена в возвратно – поступательное или возвратно-вращательное движение ведомого звена по заданному закону показаны некоторые виды кулачковых механизмов.

5. Винтовые и клиновые механизмы.

Винтовыми – называют такие механизмы, отдельные звенья которых соединены между собой при помощи винтовых пар.

6. Механизмы с гибкой связью.

Под гибкой связью понимают обычно ремни, канаты, цепи, нити, стальные ленты которые охватывают два звена или более в устанавливают определенную взаимосвязь между перемещениями этих звеньев.

7. Гидравлические и пневматические механизмы.

Гидравлическим называется механизм, в котором преобразование движения происходит посредством жидких реагентов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение методического руководства.
2. Изучение конструкции механизмов, предложенных на занятии преподавателем: определение группы к которой относятся данные механизмы согласно структурно-конструктивной классификации.
3. Составление структурной схемы изученных на занятиях механизмов в соответствии с ГОСТ2.770-68.

По лабораторной работе Предварительный отчет не составляется.

Список использованной литературы

1. Артоболевский И.И. «Теория механизмов и машин» «Наука», 1975
2. Артоболевский И.И. и Эдельштейн Б.В. сборник задач по теории механизмов и машин, «Наука», 1973
3. Юдин В.А. и Петрокас Л.В. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин, М., «Физматгиз», 1962.

Контрольные вопросы:

1. Что называется механизмом?
2. На какие основные группы делятся механизмы?
3. Что называется кинематической схемой?

Лабораторная работа №2

Структурный и кинематический анализ рычажного механизма.

Цель работы:

1. Изучения основных понятий теории механизмов и машин.
2. Освоение метода структурно анализа.
3. Освоение графического метода кинематического анализа механизмов.

Материальное оснащение

Модели плоских рычажных механизмов.

Механизмом называется система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел.

Звеном называется одно или несколько жестко связанных между собой тел, входящих в состав механизма.

Виды звеньев.

Звена механизма, принимаемое за неподвижное, называется **стойкой**.

Входным звеном называется звено, совершающее движение, которое преобразуется потом в требуемое движение других звеньев.

Выходным звеном называется звено, совершающее движение для выполнения которого предназначен механизм.

Ведущим называется звено для которого элементарная работа внешних сил, действующих на звено.

Начальным называется звено, которому приписывается одна или несколько обобщенных координат механизма, определяющих положение всех звеньев механизма относительно стойки.

Кривошип звено входящее во вращательную пару со стойкой и совершающее полный оборот относительно неподвижной оси.

Коромысло звено входящее во вращательную кинематическую пару со стойкой, и совершающее неполный оборот относительно не подвижной оси.

Шатун звено входящее в кинематические пары с другими подвижными звеньями и совершающее плоскопараллельное движение.

Ползун звено входящее в поступательную пару со стойкой.

Кулиса – звено, входящее во вращательную пару со стойкой и поступательную пару с другим подвижным звеном.

Для пространственных механизмов степень подвижности определяются по формуле Сомова – Малышева.

W1)

где n – число подвижных звеньев, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 – число кинематических пар соответственно одноподвижных, двух подвижных, трех подвижных, четырех подвижных и пяти подвижных.

Для определения степени подвижности плоского механизма на звенья которого наложено три общих условия связи, используется формула Чебышева.

$$W = 3n - 2p_1 - p_2 \quad (2)$$

Группой Асура называется кинематическая цепь с нулевой степенью подвижности относительно внешних кинематических пар. В плоских механизмах с одной подвижными кинематическими парами для групп Асура имеет.

$$w - 3n - 2p_1 - 0 \quad (3)$$

Задачами структурного анализа механизмов является:

- выявления названий звеньев;
- выявление названий и классов кинематических пар;
- определение степени подвижности механизма;
- выделение групп Асура, определение их класса и порядка;
- определение класса механизма;
- составления формулы строения механизма.

Порядок выполнения работы.

Структурный анализ механизма

1. Вычертить кинематическую схему заданного механизма, обозначить на ней цифрами номера звеньев и буквами кинематические пары.
2. Определить название звеньев.
3. Определить виды и классы кинематических пар.
4. Определить степени подвижности механизма.
5. Выделить в механизме группы Асура, определить их класс и порядок. Определить класс механизма.
6. Записать формулу строения механизма.

Кинематический анализ механизма

1. Принять за обобщенную координату механизма угол поворота входного звена U_1 . Задавая входному звену различные углы поворота выходного звена U_3 .
2. Вычертить в масштабе график зависимости $U_3(U_1)$, которая является функцией положения механизмов.
3. Разделить ось абсцисс графика $U_3(U_1)$, на 12 или 24 равных частей и графиками деформируя этот график построит графики зависимости аналогов угловой скорости и углового ускорения выходного звена от угла поворота входного звена (передаточные функции по скорости и ускорению).
4. Определить численные значения передаточного отношения механизма в его крайних положениях.

Контрольные вопросы:

1. Что называется звеном?
2. На какие виды звеньев делятся механизма?
3. По какой формуле определяется степень подвижности?
4. На какие задачи делятся структурный анализ механизма?

Лабораторная работа №3

Определение коэффициента полезного действия винтовой пары.

Цель работы:

Целью выполнения работы является закрепления знаний полученных на лекциях приобретение навыков определения КПД. Механизмов на примере винтовой пары. Для успешного выполнения работы необходимо усвоить следующие понятия: коэффициент полезного действия; коэффициент трения; винтовая линия; винтовая пара; угол подъема; угол профиля резьбы; саматопливание.

Краткие теоретические сведения

Коэффициентом полезного действия (КПД) механизма называется отношения абсолютной величины работы сил, движущих A , за время установившегося движения:

$$\eta = \frac{A_{\text{исп}}}{A_{\text{зат}}} \quad (1)$$

Тогда

$$A_{\text{зат}} = Ft \cdot \pi d^2 \quad (2)$$

$$A_{\text{исп}} = Fa \cdot P \quad (3)$$

$$A_{\text{зат}} = T \cdot 2\pi \quad (4)$$

Подставляя выражения A и s в формулу (1),

Получим

$$\eta = \frac{Fa \cdot P}{T \cdot 2\pi} \quad (5)$$

Из теории винтовой пары известно, что КПД винтовых механизмов определяются формулой.

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\varphi + \rho)} \quad (6)$$

Где ρ – угол трения

При опускании гайки под действием силы F КПД будет

$$\eta = \operatorname{tg}(\varphi - \rho) / \operatorname{tg} \varphi \quad (7) \quad \varphi < \rho \quad (8)$$

$$\eta = \operatorname{tg} \varphi / \operatorname{tg}(\varphi + \rho) \quad (9)$$

Где ρ приведенный угол трения =

$$\rho = P \left(\cos \frac{d}{2} \right) \quad (10)$$

Между углом трения и коэффициентом трения существует связь:

$$f = \operatorname{tg} \rho \quad (11)$$

Угол подъема винтовой линии определяется из выражение

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P \cdot n}{\pi \cdot d^2} \quad (12)$$

Порядок выполнения работы.

1. Записать в бланке – отчете исходные данные: Материалы винта и гайки, тип резьбы, число доходов, наружный, внутренний и средний диаметры резьбы угол Наклона винтовой линии по формуле(12), угол трения по формуле (10); по условию(8) определить саматормозящих резьба или нет.
2. Выбранный винт с гибкой опущенной в нижнее положение, установить в опорах. Верхнюю отодвигающуюся муфту закрепить зажимным винтом. А гайке подвести грузовые тяги.

3. Тумблером включить электродвигатель установки.
4. За время движения вверх снять отсчеты по шкале платы три раза и внести их таблицу отсчета.
5. Снять отсчеты припогружений гайки дополнительными грузами 3,5 и 7 кг.
6. Заменить гайку и провести те же испытания.
7. Зачислить средние отклонения маятника и по тарировочному графику(рис. 4). Определить к гайке крутящие моменты T .
8. Вычислить работу сил полезных сопротивлений по формуле (3).
9. Вычислить работу двигающих сил A_d по формуле (4).
10. Определить экспериментальное значение КПД винтовой пары по формуле (3).

Контрольные вопросы:

1. Что называется КПД?
2. По какой формуле определяется КПД винтовых механизмов?
3. Какая связь между углом трения и коэффициентом трения?

Лабораторная работа №4 Кинематический анализ зубчатых механизмов.

Цель работы:

Овладения аналитическим, графическим и экспериментальным методами кинематического исследования зубчатых механизмов с не подвижными и подвижными геометрическими осями вращения.

Материальноеоснащения

Модели зубчатых механизмов, циркуль, счетная линейка.

1. Кинематический анализ

Кинематический анализ зубчатых механизмов заключается с определении передаточных отношений между зубьями.

При эвольвентам зацеплении передаточное отношение ,согласно основной теореме плоского зацепления ,имеет постоянную величину

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{r\omega_2}{r\omega_1} = \pm \frac{Z_2}{Z_1} = const \quad (1)$$

Где знак «+»относится к внутреннему зацеплению ,»-« к внешнему, r_k и Z - радиусы начальных окружений и числа зубьев колес.

2. Виды зубчатых механизмов и основные кинематические соотношения

Для увеличения передаточного отношения и ступенчатого изменения скорости вращения выходного звена изготавливают зубчатые механизмы, состоящие из нескольких зубчатых передач. Т.е.

$$U_{12} = U_{12} \cdot U_{23} \cdot U_{34} \dots \cdot U_{n-1,n} \quad n = \omega_1 / \omega_2 \quad (2)$$

Передаточное отн-е

$$U_{12}^H = -Z_2(Z_{12}) \quad (3) \quad U_{12}^H = (-1)^2 Z_2 Z_3 / Z_1 Z_2 \quad (4)$$

Передаточное отношение есть отношение угловых скоростей в обращенном движении:

$$U_{13}^H = (\omega_1 - \omega_n) / (\omega_3 - \omega_n) \quad (5)$$

$$U_{13}^H = U_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = (-1)^2 Z_5^1 Z_3 / Z_1 Z_5 \quad (6)$$

$$U_{13}^H = (\omega_1 - \omega_n) / (\omega_3 - \omega_n) = (-1)^1 Z_3 / Z_1 \quad (7)$$

Решая совместно (6) и (7) определяем

$$U_{12}^H = \frac{\omega_1 - \omega_n}{\left(\frac{\omega_1}{U_{13}}\right) - \omega_n} = \frac{U_{12} - 1}{\left(\frac{U_{12}}{U_{13}}\right) - 1};$$

$$U_{12}^H = \frac{U_{12}(1 - U_{13}^H)}{U_{13}^H - U_{12}}$$

Порядок выполнения работы

1. Изучить данное руководство, составить преподавателя отчет и ответить на конце работы.
2. Изучить зубчатый механизм по заданию преподавателя. Подсчитать числа зубьев колес. Вычертить схему механизма, задавшись модулям.
3. Подсчитать степень подвижности зубчатого механизма.
4. Определить передаточное отношение аналитически через числа зубьев колес. Результаты всех замеров и расчетов занести в таблицы окончательного отчета.
5. Построить картины линейных и угловых скоростей звеньев механизма и определить передаточное отношение через отрезки плана угловых скоростей.
6. Определить передаточное отношение этого зубчатого механизма экспериментального. Для этого задать несколько оборотов ведущему звену (вед) и подсчитать число оборотов выходного вала (Новых) механизма
$$U = \frac{N_{\text{вед}}}{N_{\text{выход}}}$$
7. Передаточные отношение, определенные в пунктах 2,4 и5 сопоставить.

Контрольные вопросы:

1. Какую постоянную величину имеет передаточное отношение?
2. Какой знак относится к внутреннему зацеплению, а какой к внешнему?
3. Из каких и сколько состоят зубчатые передачи?

Лабораторная работа №5 Уравновешивание вращающихся масс .

Цель работы:

Изучение методики и приобретение практических навыков уравновешивание вращающегося звена.

Материальноеоснащение

Лабораторное установка ТММ-95, транспорир, измерительное линейка.

1. Задачи уравновешивание механизмов.

При движении звеньев действует силы инерции. Эти силы, переменные по величине и направлению, вызывают появление дополнительных нагрузок в кинематических парах, которые передают на фундамент или раму машину.

Возникновение дополнительных реакций проводить к увеличению сил трения в кинематических парах, а следовательно, и к более интенсивному их износу. Изменения величины и направление этих сил переменные по величине и направлению, вызывают появление дополнительных нагрузок в кинематических парах, которые передаются на фундамент или раму машины.

Из сказанного вытекают следующие задачи уравновешивания:

1. Уравновешивания звеньев, вращающихся вокруг неподвижных осей, или как принято, говорить уравновешивание вращающихся масс.
2. Полное или частное уравновешивание равно действующих силы инерции и момента сил инерции, действующей на фундамент машины. Проектируя сил относительно этих же осей, получил.

$$\bar{d}P_u = \bar{d} \left(2 P_u^n + \bar{d} P^t u \right) \quad (1)$$

$$\bar{d}P_{uy} \cdot \omega^2 \bar{P} \sin \alpha \, dm + \varepsilon \bar{P} \sin 2 \, dm \quad (2)$$

$$\bar{d}P_{nx} = \omega^2 \bar{P} \quad (3)$$

$$\bar{d}P_{ux} = \bar{d} \quad (4)$$

$$\bar{d}M_{ux} = \bar{d}P_{ux} \cdot z \quad (5)$$

$$\bar{d}M_{uy} = \bar{d}P_{uy} \cdot z \quad (6)$$

$$\bar{d}M_{uz} = \bar{d}P_{uz} \cdot \gamma - \bar{d}P_{uy} \cdot X \quad (7)$$

Интегрируя по всему объему будем иметь;

$$P_{ux} = S d P_{ux} = \omega^2 S x \, dm - \varepsilon S x \, dm = \omega^2 x S m + \varepsilon y S m \quad (8)$$

$$P_{uy} = S d P_{uy} = \omega^2 S y \, dm - \varepsilon S y \, dm = \omega^2 y S m + \varepsilon x S m \quad (9)$$

$$M_{ux} = S d \cdot M_{ux} = \omega^2 S y z \, dm + \varepsilon S z = x \, dm = \omega [y z] + \varepsilon [z x] \quad (10)$$

$$M_{uy} = S d \cdot M_{uy} = \omega^2 S z x \, dm + \varepsilon S y z \, dm = -\omega [z x] + \varepsilon [y x] \quad (11)$$

$$M_{uz} = S d \cdot M_{uz} = x^2 S y^2 \, dm - \varepsilon S x^2 \, dm = \varepsilon (J^2 x + J y) = \varepsilon J P \quad (12)$$

Значения модулей главного вектора P_u и главного момента найдем из уравнений (8) – (12).

$$P_u = \sqrt{P^2_{ux} + P^2_{uy}} = \sqrt{x^2 + y^2} = m \rho S \sqrt{\omega^2 + \varepsilon^2} \quad (13)$$

$$M_u = \sqrt{M^2_{ux} + M^2_{uz}} \quad (14)$$

$$S x z \, dm = 0 \quad \text{и} \quad S y z \, dm = 0 \quad (15)$$

$$\bar{P}_u = \bar{P}_{u_1} + \bar{P}_{u_2} + \bar{P}_{u_3} + \bar{P}_{u_4} \neq 0 \quad (16)$$

Поставив в (16) значения получим:

$$P_u = \frac{\omega^2}{g(G_1 r_1 + G_2 r_2 + G_3 r_3 - G_4 r_4)} \quad (17)$$

Полное уравновешивание вращающихся масс.

Многим вращающиеся звенья имеют размер вдоль оси, соизмеримый с диаметром или больше диаметра. Такие звенья называют роторами. К ним относятся коленчатые валы, роторы двигателей, турбины и т.д. Для совершенствование таких звеньев необходимо обеспечить условия

$$\sum p_{ui} = 0 \text{ и } \sum M_{ui} = 0$$

т.к. при вращения ротора необходимо уравновесить не только силу инерции, но и момент от сил инерции, т.е. пору сил, то двух. Плоскости перпендикулярные оси вращения, в которых устанавливается противовесы, называется уравнения.

Окончательный отчет.

1. Записывается исходные данные.
2. Производится определение необходимых данных для статического уравновешивания: строится векторный многоугольник, определяется вес и координаты установки противовеса на одном из крайних дисков.
3. Графическим построением рассчитывается веса противовеса и координаты их установки на дисках r, α_5 для полного уравнения ротора.
4. Все записи, расчеты и графические построения заносятся в бланк лабораторной работы, который по окончании выполнения работы подписывается предложением.

Контрольные вопросы:

1. Что вы знаете о задачах уравновешивания механизмов?
2. Какие задачи уравновешивания вы знаете?
3. По какой формуле определяется главный вектор P_i ?

Лабораторная работа №6

Определение момента инерции звена методом падающего груза.

Описание установки и вывод расчетной формулы.

Общий вид экспериментальной установки и принципиальная схема ее приставлены на рис.1. К стойке 1 прикреплен кронштейн 2 с откидной площадкой 10 и приспособлением для освобождения груза 9, а так же кронштейн 5, несущий шариковые опоры 3 для вертикального валика 7. На последнем закрепляется испытуемое звено А гайками 6 с коническими хвостовиками так, чтобы ось отверстия звена совпало с осью валика. На валик 7 неподвижно посажен барабан 4 радиуса для наматывания нити. Вращение валика с барабана 4. Высота падения груза устанавливается с помощью подвижной подставки 11, закрепляемой на стойке в требуемом положении. Установив время падения груза с помощью секундомера можно найти момент инерции с тела относительно оси вращения. На основании закона об изменении кинематической энергии системе можно написать

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 = mgh - A_{\text{тр}}$$

Где m - масса падающего груза

h - Высота падения груза

v -Скорость груза в конце падения

ω – Угловая скорость вращения валика 7.

g -Ускорения силы тяжести

J -Момент инерции испытуемого звена относительно оси вращения.

$A_{\text{тр}}$ - работа сил трения в вставке.

Подставляя значения и в уравнение (1) получим

$$m\frac{2h^2}{t^2} + J\frac{2h^2}{2r^2t^2} = mgh - A_{\text{тр}}$$

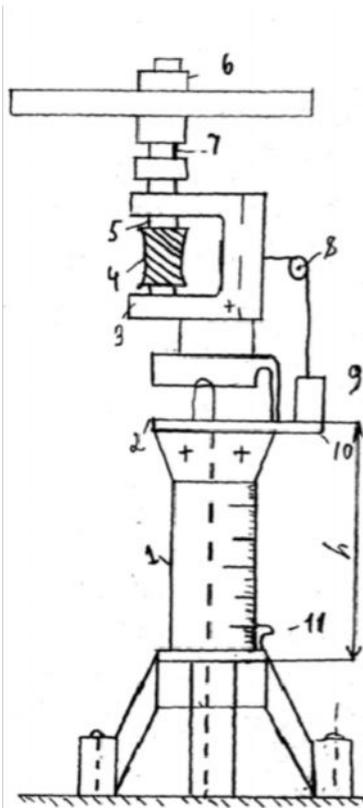
Решив эти уравнения относительно величины J , получим расчетную формулу для искомого момента инерции звена относительно его оси вращения в следующем виде:

$$J = \frac{\alpha^2}{\alpha - 1} [m_1(\alpha - \alpha) - m_2(\alpha - 1)] \quad (3)$$

Где

$$\alpha = \left(\frac{t^2}{t}\right)^2 \quad \alpha = \frac{t^2 g}{2h}$$

Указания по проведению опыта.



Точность определение момента инерции звена описанным методом в основном зависит от точности отсчета времени падения грузов. Для повышения точности результата высота падения грузов должно быть как можно больше ($\sim 1,5\text{м}$). массы грузов m_1 и m_2 следует выбирать сообразуясь с размерами испытуемого звена, причем время падения груза с большой массой должно быть не менее 15 сек. Нить на барабана 4 нужна наматывать правильными рядами с таким шагом чтобы при падении грузов испытуемое звено каждым раз вращалось в одну и ту же сторону. Для данного прибора радиус барабана $Z = 0,025\text{м}$.

Порядок выполнения работы

1. Устанавливают подвижную подставку на определенную высоту падения груза.
2. Закрепляют взвешиванием массы грузов m_1 и m_2 .
3. Закрепляют испытуемое звено на вертикальном валике 7.
4. При помощи секундомера определить время падения грузов с точностью до 0,1с. Опыт проводят не менее трех раз с каждым грузом. Значения t_1 и t_2 находят как среднее арифметическое на результатов опытов.
5. По формуле (3) вычисляют момент инерции исходного звена в кгм.

Контрольные вопросы:

1. Какую форму можно вывести на основании кинематической энергии?
2. Какую формулу мы получим для искомого момента энергии звена относительно его вращения?

Лабораторная работа №7

Определение основных параметров прямозубых цилиндрических эвольвентных колес методом обмера.

Цель работы:

1. Изучение обозначений и терминов основных геометрических параметров и элементов прямозубых цилиндрических эвольвентных колес по ГОСТ 16530-70 и 16531-70
2. Изучение и освоение метода определения модуля, коэффициента смещения исходного контура толщины зуба по хорде с помощью инструментов.
3. Ознакомление с расчетами толщины зубьев по хорде и высоты до хорды для контроля прямозубых эвольвентных колес в соответствии с ГОСТ 16532-70.

Материальноеоснащение

Эквивалентное цилиндрическое прямозубое колесо, штангенциркуль, штангензубомер.

Эволютой – называется геометрическое место центров кривизны какой-либо кривой, а сама кривая по отношению к эволюте называется эвольвентой (розеткой). Эволютой эвольвент профилей зубьев круглых колес является окружность как траектория точки прямой, называемой производящей, перекатывающейся по основной окружности без скольжения т.о. если измерить длину общей

нормами W_n при $Z_n = n$ и W_{n+1} при $Z_{n+1} = n+1$, то

$$Pb = W_{n+1} - W_n \quad (1)$$

Можно подсчитать порезультатом измерений модуль:

$$m = \frac{Pb}{\pi \cos \alpha} = \frac{W_{n+1} - W_n}{\pi \cos \alpha} \quad (2)$$

Делительный и основной диаметры рассчитываются по известным зависимостям:

$$a^1 = mz \quad (3)$$

$$d_n = d \cos \alpha = mz \cos \alpha \quad (4)$$

По результатов измерений основная толщина S_k зуба

$$S_b = W_{n+1} - n \cdot pb \quad (5)$$

Расчетная основная толщина зуба

$$S_b = \frac{db}{z} \left(\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha + j \operatorname{in} \vartheta \alpha \right)$$

Откуда с учетом (4) и (5) коэффициент смещения исходного контура

$$x = \frac{1}{2 \operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{W_{n+1} - n \cdot pb}{m \cos \alpha} \right) - \left(\frac{\pi}{2} - z \cdot \operatorname{in} \vartheta \alpha \right) \quad (6)$$

1. Расчет постоянной хорды и высоты до постоянного ходы.
а) постоянная хорда

$$\bar{s}_c = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha \right) \quad (7)$$

б) высота до постоянной хорды

$$\bar{h}_c = 0.5 (d_u - d - \bar{s}_c \cdot \operatorname{tg} \alpha) \quad (8)$$

Порядок выполнения работы

1. Изучить данное руководство, подготовиться к ответам на контрольные вопросы и составить предварительный отчет.
2. Составить число Z зубьев заданного колеса и по таблицам установить число $Z_n = n$ зубьев в длине общей нормали.
3. Измерить штангенциркулем длины W_n и W_{n+1} общих нормалей соответственно для чисел зубьев $Z_n = n$ и Z_{n+1} и вычислить их средние значения.
4. По формуле (2) вычислить модуль и уточнить по ГОСТ 9563-60. При дальнейших расчетах брать уточненное значение модуля.
5. По формулам (1), (3) и (4) вычислить значения основного диаметра.
6. По формуле (6) найти величину коэффициента смещения исходного контура.
7. Определить диаметр вершин зубьев заданного колеса: при четном числе зубьев – непосредственным измерением, при нечетном с помощью зависимости (9).

Контрольные вопросы:

1. Что называется эволютой?
2. Какая расчетная основная толщина зуба?
3. Дайте формулу до постоянной хорды?

Лабораторная работа №8 Профилирование кулачкового механизма.

Цель работы:

1. Знакомства с видами кулачковых механизмов.
2. Построение профилей шаблонов различных дисковых кулачков с качающимся и поступательно движущимся толкателями по заданному движению толкателя.

$$\varphi = \varphi \quad (4) \quad \rho = S(\varphi)$$

Материальноеоснащение

Для выполнения лабораторной работы используются модели кулачковых механизмов и лабораторная установка ТММ-21, линейка, транспортир.

1. Общие сведения

Рабочий процесс многих машин называет необходимость иметь в их составе механизмы, движение выходных звеньев, которых должно быть выполнено строго по заданному закону и согласовано с движений других механизмов. Наиболее простыми, надежным и компактными для выполнения такой задачи является кулачковым механизмы. Кулачковым механизмам называется механизм, в состав которого входит кулачок.

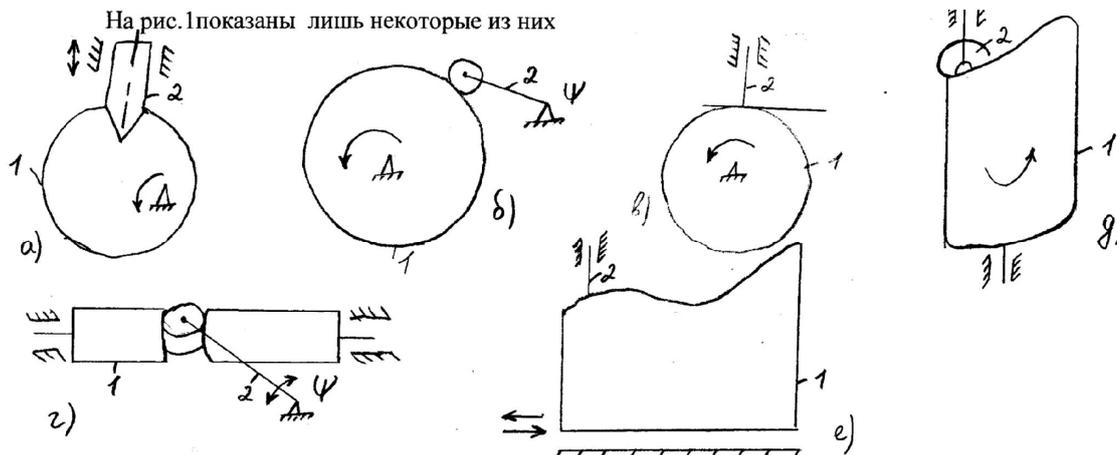
Кулачок – есть звено, имеющее элемент высшей пары, выполнений в виде поверхности переменной кривизны.

Кулачок обычно является входным звеном. Входное звено называется толкателем, если оно совершает возвратно прямолинейное движения, или коромыслом, если совершает возвратно вращательное движение.

2. Виды кулачковых механизмов.

Кулачковые механизмы классифицируются по следующим признакам: по характеру движение кулачка (разделяют механизмы с вращающимся, начинающимся или поступательно движущимся кулачком), по характеру движения выходного звена (с поступательно движущимся качающимся или сложно двигающимся звеном), по выполнению элемента кулачковой пары у выходного звена (с заостренным плоским или с роликовым толкателем или с роликовым толкателем или коромыслом), по относительному движению звеньев (на плоские механизмы, если подвижные звеньев совершают плоское движения, параллельное одно и той же неподвижной плоскости, или же пространственные), по положению оси движения толкателя относительно оси вращения кулачка (на центральные, если ось толкателя пересекает ось вращения кулачка, и на в внецентризованные или смещенные), по количеству роликов и толкателя и т.д

На рис.1 показаны лишь некоторые из них



- А) плоский внецентренный кулачковый механизм с вращающимся кулачком 1 и с заостренным толкателем 2.
 Б) с вращающимся кулачком 1 и коромыслом 2
 В) с плоским толкателем
 Г) с пространственно кулачковые механизмы
 Д) поступательно движущимся механизм толкателем

Фазовые углы кулачковых механизмов

Полный цикл движения толкателя (коромысло) рис.2 слогаается из четырех периодов.

1. Удаление из крайнего ближнего положения по отношению к центру кулачка в дальнее крайнее положение.
2. Состояние в дальнем крайнем положении
3. Возвращение из дальнего крайнего положения в крайнее ближнее положение.
4. Состояние в ближнем дальнем положений .

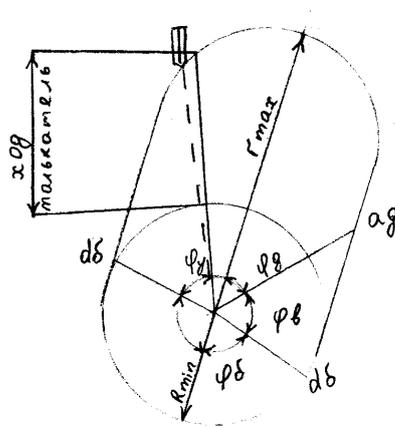


Рис.2 центральное кулачковый механизм.

Введём (в ближнем дальнем положении) следующие обозначения и названия.

$\varphi_{\gamma} - \varphi_{\gamma}$ - угол и время удаления

φ_{g}, t_{g} - угол и время дальнего стояния

$\varphi_{в}, t_{в}$ - угол и время возвращения

$\varphi_{б}, t_{б}$ - угол и время ближнего стояния т.о. очевидно что

$$\varphi_{\gamma} + \varphi_{g} + \varphi_{в} + \varphi_{б} = 2\pi$$

$$t_{\gamma} + t_{g} + t_{в} + t_{б} = T$$

Где T-время одного оборота кулачка.

Порядок выполнения работы

1. Изучить данное руководство, составить преподавателя отчет и ответить на конце работы.
2. Изучить кулачковый механизм по заданию преподавателя. Вычертить схему механизма, задавшись модулям.
3. Определить виды кулачковых механизмов.

Список использованной литературы:

1. Артоболевский И.И., Теория механизмов и машин, «Наука», 1975г.
2. Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. сборник задач по теории механизмов и машин, ... «Наука», 1973г.
3. Юдин В.А. и Петрокас Л.Б. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин, М. «Физматгиз», 1962г.

Контрольные вопросы

1. Что называется кулачком?
2. Расскажите о видах кулачковых механизмов?
3. Что вы знаете о фазовых углах кулачковых механизмов?

Лабораторная работа № 9

Определение момента инерции детали методом физического маятника.

1. Общие положения

1.1. Цель работы: Целью работы является изучение, метода определения момента инерции детали методом маятника.

1.2. Необходимые инструменты и приборы:

1.2.1. Секундомеры и чертежные инструменты.

2. Необходимые сведения и указания для выполнения работы

Момент инерции тела относительно оси называется предел суммы (интеграл, взятый по всему объёму) произведений элементарных масс тела на квадрат расстояния этих масс до выбранной оси I, т.е.

$$dm \quad (1)$$

Момент инерции детали относительно оси, проходящей через центр тяжести, называется центральным моментом инерции и обозначается момент инерции детали относительно любой оси J_i параллельной центральной оси S , находят по формуле

$$J_i = J_s + m L_{is}^2 \quad (2)$$

Где m -масса детали;

L_{is} -расстояние между центральной осью i и осью S

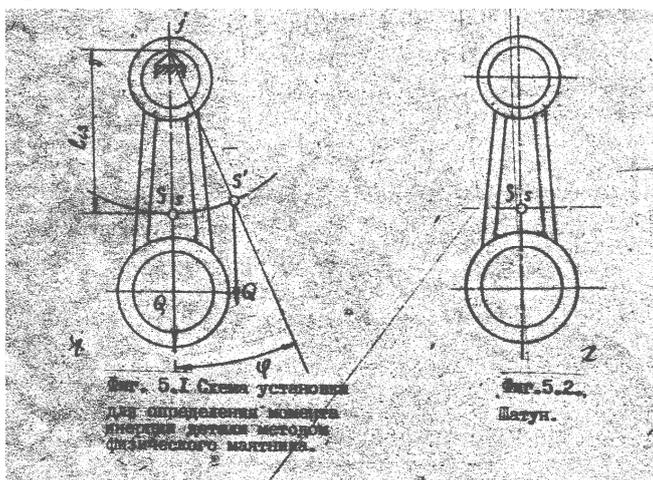
Момент инерции машинных деталей(которые можно подвесить на призму, чье ребро принимается за ось качения детали)определяется обычно методом физического маятника.

Порядок выполнения работы

Требуется найти центральный момент инерции шатуна относительно оси, проходящей через его центр тяжести перпендикулярно плоскости чертежа (перпендикулярно плоскости движения шатуна). Для этого :

3.1. Определяют вес шатуна Q в кг.

3.2. Находят центр тяжести S шатуна, для чего кладут его горизонтально на ребро призмы (на которой в дальнейшем прокачивают шатун). При совпадении центра тяжести с ребром призмы шатун будет находиться в равновесном состоянии.



3.3 Определяют расстояние L_{is} от центра тяжести до места соприкосновения шатуна с ребром призмы i , на которой он будет подвешен.

3.4. Подвешивают шатун на призму i так чтобы центральная ось была параллельна ребру призмы i .

3.5. Сообщают шатуну малые колебания, для чего отклоняют его на небольшой угол α ($5-10^\circ$) и предоставляют ему возможность свободно качаться около оси i .

3.6. С помощью секундомера устанавливают время T_{20} полных колебаний шатуна.

Время определяют трижды и берут среднее арифметическое из трех измерений:

$$T_{20} = \frac{T_{20}^I + T_{20}^{II} + T_{20}^{III}}{3} \quad (5.3)$$

3.7. Вычисляют время одного полного колебания шатуна по формуле

$$T_{20} = \frac{T_{20}}{20} \quad (5.4)$$

3.8. находят момент инерции шатуна относительно оси по формуле

$$J_i = \frac{T^2}{4\pi^2} Q l_{is}, \quad (5.5)$$

Момент инерции относительно центральной оси / с учетом формулы (5,2) по формуле

$$J_s = J_i - m l_{is}^2$$

Так как где Q – вес шатуна, а a – ускорение силы тяжести, то, учитывая формулу (4,5), получим окончательно

$$J_s = \frac{T^2}{4\pi^2} Q l_{is}, \quad (5.6)$$

Здесь l_{is} – расстояние между осью качания и центральной осью в м.

Вывод формулу (5,5)

Как известно, усилие (сила или момент пары), зависящее от координаты, определяющей положение тела, и имеющее знак, обратный этой координате, вызывает гармоническое колебание тела.

В рассматриваемом случае (Фиг.5,1) равновесное положение маятника принято за начало отсчета угла (координаты).

Момент пары

$$M = -Q l_{is} \sin \varphi. \quad (5.7)$$

Ввиду того, что угол φ мал, можно принять

$$M = -Q l_{is} \varphi = -C \varphi, \quad (5.8)$$

Где

Знак минус показывает, что момент направлен противоположно координате φ .

Если учесть, что в гармоническом движении момент

$$M = -\beta^2 J_i \varphi.$$

Где β – круговая частота; J_i – момент инерции тела относительно оси качания; φ – координата тела, то согласно формулам (5,8) и (5,10)

$$J_i = \frac{Q l_{is}}{\beta^2} \quad (5.11)$$

Круговая частота

$$\beta = \frac{2\pi}{T} \quad (5.12)$$

Из формул (5,11) и (5,12) получаем формулу (4,4)

Величины, входящие в эту формулу, определяют опытным путем.

Для выполнения эксперимента необходима весы, мерная линейка, призма для прокачивания и секундомер.

Список рекомендуемой литературы

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов машин, «Наука», 1975
2. Артоболевский И.И. и Эдельштейн Б.В. сборник задач по теории механизмов и машин, «Наука», 1973г.
3. Юдин В.А. и Петрокас Л.В. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин, М., «Физматгиз», 1962.

Контрольные вопросы

1. Как найти центральный момент энергии шатуна?
2. Как определить расстояние L_{isot} центра тяжести до момента соприкосновения шатуна?
3. Опишите вывод формулы?

Подписано к печати 18.11.2011г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,0 п.л. Тираж 50 экз.

г.Бишкек, ул, Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ, т.: 54-29-43

Е-mail: beknur@mail.ru