

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА"

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний к лабораторной работе*

САМАРА
Издательство СГАУ
2007

УДК 621.828

Составители: Н.П. Коробова, Б.А. Куликов, В.И. Журавлев

Рецензент Н.Д. Проничев

Кинематический анализ рычажных механизмов: метод. указания к лаб. работе / сост. Н.П. Коробова, Б.А. Куликов, В.И. Журавлев. – Самара: Изд-во СГАУ, 2007. – 12 с.

Лабораторная работа охватывает вопросы кинематики рычажных механизмов и представлена для студентов механических специальностей, изучающих курс «Теория механизмов и машин».

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Основные сведения..... | 3 |
| 2. Аналитический метод кинематического анализа..... | 4 |
| 3. Построение кинематических диаграмм..... | 5 |
| 4. Задания для выполнения лабораторной работы..... | 8 |
| 5. Порядок выполнения лабораторной работы..... | 11 |
| Рекомендуемый библиографический список..... | 12 |

Лабораторная работа

Кинематический анализ рычажных механизмов

Цель работы: приобретение навыков составления кинематических схем механизмов и определение скоростей и ускорений точек и звеньев.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

При кинематическом анализе механизмов решают две основные задачи:

1. Определение положений звеньев и траекторий точек;
2. Определение линейных и угловых скоростей и ускорений.

Кинематический анализ проводят при обязательном задании кинематической схемы механизма, которая в отличие от структурной схемы содержит размеры звеньев и закона движения входного звена. Кинематическая схема вычерчивается с учётом масштабного коэффициента.

Масштабным коэффициентом называется отношение какой-либо линейной или физической величины к отрезку, изображающему её на чертеже:

μ_l – мм/м;

μ_v – м/с/мм;

μ_w – м/с²/мм;

μ_l – масштабный коэффициент длины звеньев;

μ_v – масштабный коэффициент линейных скоростей точек;

μ_w – масштабный коэффициент линейных ускорений точек.

2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Задача кинематического анализа аналитическим методом сводится к совместному решению уравнения проекций на оси координат контура механизма с последующим дифференцированием полученных уравнений для определения скоростей и ускорений.

Аналитические зависимости проекций положения по осям x и y для кривошипно-ползунного механизма на рис. 1 имеют следующий вид:

$$X_B = L_{oa} \cos\varphi + L_{ab} \cdot \cos\beta,$$

$$L_{oa} \sin\varphi = L_{ab} \cdot \sin\beta + e,$$

где L_{oa} – радиус кривошипа, L_{ab} – длина шатуна, e – эксцентриситет.

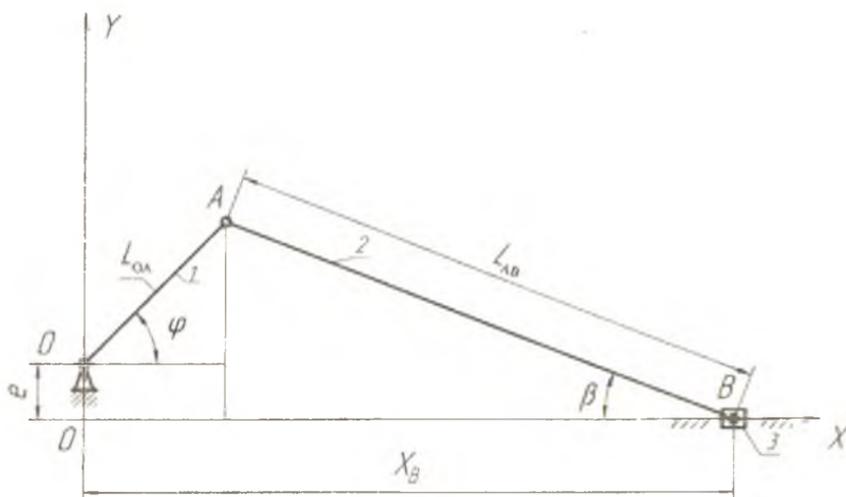


Рис. 1. Схема кривошипно-ползунного механизма

3. ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ДИАГРАММ

Для того чтобы получить представление о характере непрерывного изменения кинематических параметров ползуна за время одного оборота кривошипа, строят кинематические диаграммы:

$$X_B = f(t); \quad \frac{dX_B}{dt} = f(t); \quad \frac{d^2X_B}{dt^2} = f(t).$$

По оси абсцисс откладывают отрезок L в мм, который изображает время T одного полного оборота кривошипа и определяет $\mu = c/\text{мм}$; $\mu = T/L = c/\text{мм}$, где $T = 60/n_{oa}$ с.

Время перехода точки B из любого положения в другое соседнее одинаково, поэтому отрезок L делят на 12 равных частей. По оси ординат, пользуясь результатами расчёта на ЭВМ, откладывают со-

ответственно каждому положению кривошипа значения X_B с учётом $\mu_{XB} = \text{м/мм}$. Аналогично строят и следующие графики.

Применение: по оси абсцисс можно отложить также угол $\varphi = 2\pi$ (для одного оборота кривошипа), тогда $\mu_\varphi = 2\pi/L = \text{рад/мм}$.

Пример построения кинематических диаграмм показан на рис. 2.

В заданиях лабораторной работы определяют $X_B, \frac{dX_B}{dt}, \frac{d^2X_B}{dt^2}$, считая, что $e = 0$.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Радиус кривошипа $L_{oa} = 0,16 \text{ м}$.

Длина шатуна $L_{ав} = 0,48 \text{ м}$.

Угловая скорость $\omega_1 = 39,8 \text{ с}^{-1}$.

Эксцентриситет $e = 0$.

Результаты расчета представлены в табл. 1

Таблица 1

| Угол поворота кривошипа φ , (градус) | Проекция положения т. В на ось x, м | Проек. скорости т. В, шатуна $V_B, \text{ м/с}$ | Проек. ускорения т. В, шатуна $W_B, \text{ м/с}^2$ |
|--|-------------------------------------|---|--|
| 0.00 | 0.64000 | 0.00000 | -337.92800 |
| 30.00 | 0.61190 | -4.10314 | -261.73200 |
| 60.00 | 0.54000 | -6.43399 | -84.48210 |
| 90.00 | 0.45333 | -6.36800 | 84.48210 |
| 120.00 | 0.38000 | -4.59571 | 168.96400 |
| 150.00 | 0.33477 | -2.26486 | 177.24900 |
| 180.00 | 0.32000 | -0.00000 | 168.96400 |
| 210.00 | 0.33477 | 2.26486 | 177.24900 |
| 240.00 | 0.38000 | 4.59571 | 168.96400 |
| 270.00 | 0.45333 | 6.36800 | 84.48190 |
| 300.00 | 0.54000 | 6.43399 | -84.48190 |
| 330.00 | 0.61190 | 4.10314 | -261.73100 |
| 360.00 | 0.64000 | 0.00001 | -337.92800 |

Примечание. За положение "0" принимаем крайнее правое положение точки В, при котором $X_B = L_{oa} + L_{ав}$.

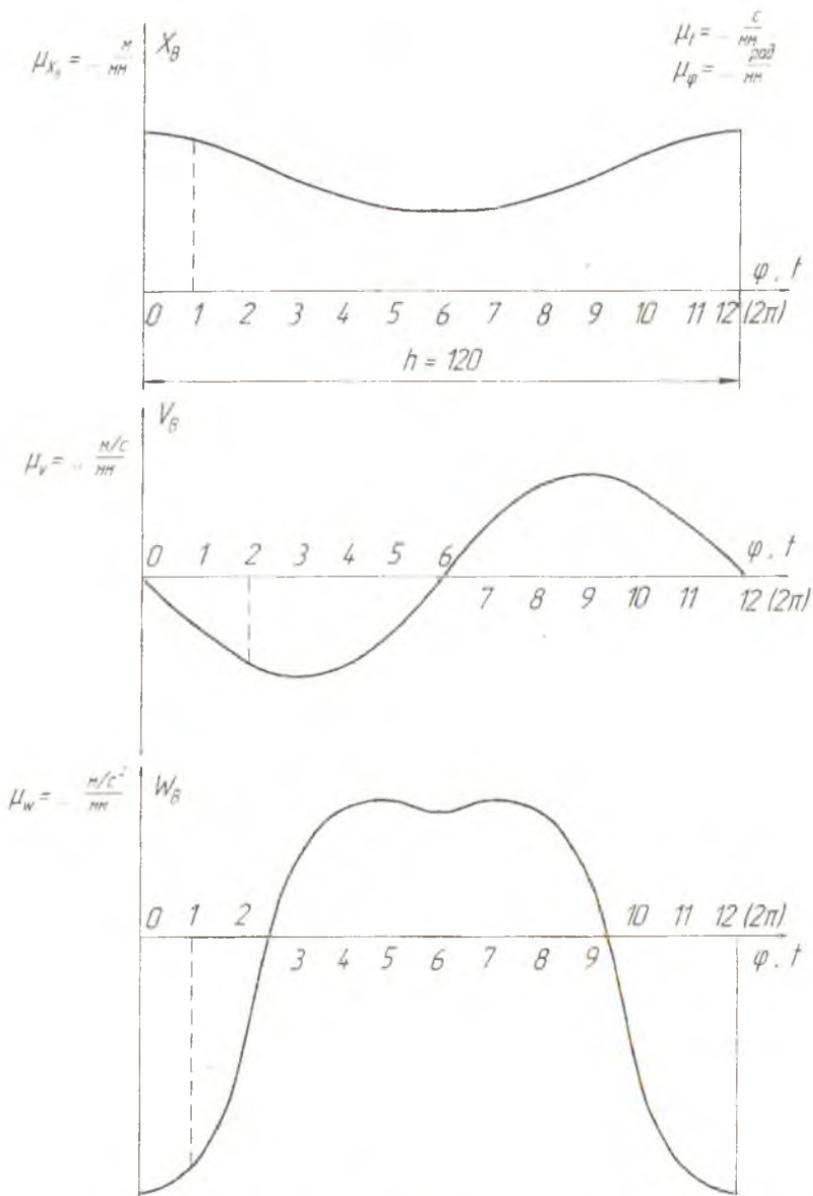


Рис. 2. Графики движения точки В

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

В качестве задания для выполнения лабораторной работы предлагаются кривошипно-ползунные механизмы, в которых при вращательном движении кривошипа ползун совершает возвратно-поступательное движение. Такого типа механизмы применяются в поршневых двигателях, насосах, компрессорах и других машинах. Схема механизма двигателя внутреннего сгорания представлена на рис. 3.

Задание № 1

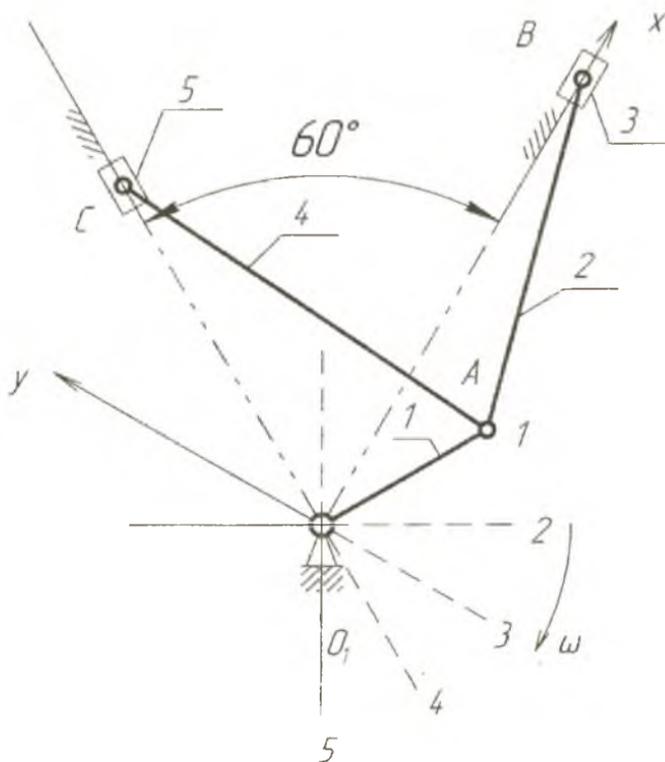


Рис. 3. Схема механизма двигателя внутреннего сгорания

Данные к заданию № 1 представлены в табл. 2

Таблица 2

| Обозн. | Разм. | Варианты | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| L_{OA} | м | 0,06 | 0,065 | 0,07 | 0,075 | 0,08 | 0,085 | 0,06 | 0,065 | 0,07 | 0,075 |
| L_{AB} | м | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,23 | 0,24 | 0,30 | 0,20 | 0,24 | 0,25 | 0,30 |
| ω_1 | c^{-1} | 250 | 255 | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | 250 | 240 | 245 |

$$L_{AC} = L_{AB}$$

Задание № 2

Схема механизма двигателя вездехода представлена на рис. 4.

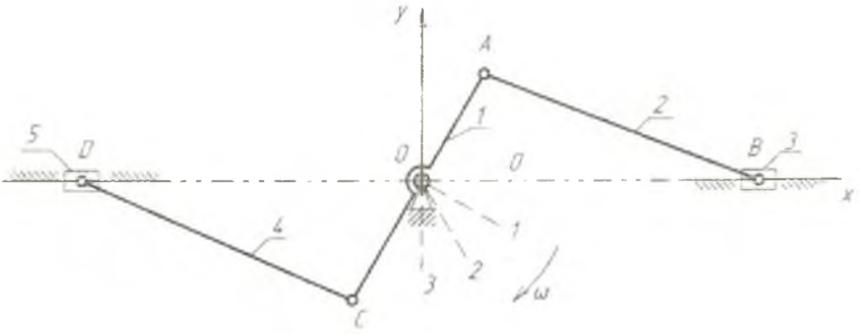


Рис. 4. Схема механизма двигателя вездехода

$$L_{OC} = L_{OA}$$

$$L_{CD} = L_{AB}$$

Данные к заданию № 2 представлены в табл. 3.

Таблица 3

| Обозн. | Разм. | Варианты | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| L_{OA} | м | 0,03 | 0,04 | 0,035 | 0,036 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,035 | 0,04 | 0,03 |
| L_{AB} | м | 0,09 | 0,12 | 0,105 | 0,108 | 0,15 | 0,14 | 0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,12 |
| ω_1 | c^{-1} | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 |

Задание № 3

Схема механизма компрессора показана на рис. 5.

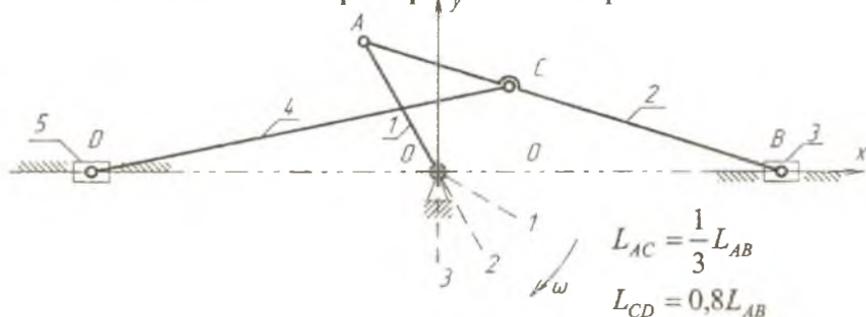


Рис. 5. Схема механизма компрессора

Данные к заданию № 3 представлены в табл. 4

Таблица 4

| Обозн. | Разм. | Варианты | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|----------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| L_{OA} | м | 0,2 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,3 | 0,32 | 0,2 | 0,3 | 0,25 |
| L_{AB} | м | 0,6 | 0,66 | 0,72 | 0,48 | 0,84 | 0,9 | 0,96 | 0,7 | 0,95 | 0,75 |
| ω_1 | с ⁻¹ | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |

Задание № 4

Схема механизма компрессора изображена на рис. 6.

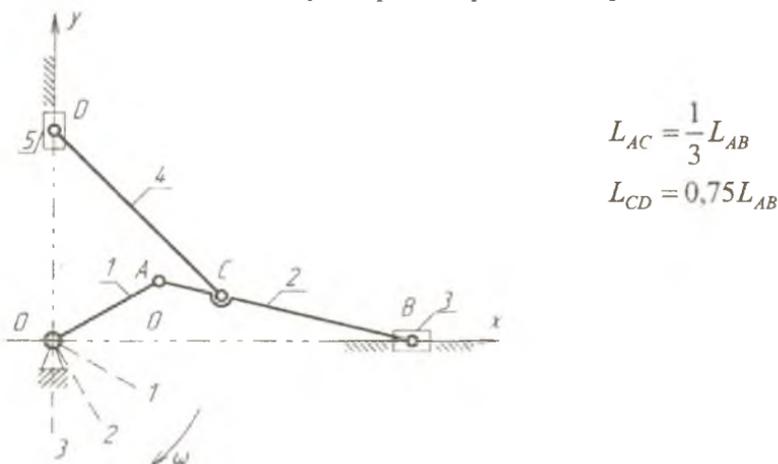


Рис. 6. Схема механизма компрессора

Данные к заданию № 4 представлены в табл. 5.

Таблица 5

| Обозн. | Разм. | Варианты | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| L_{OA} | м | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 |
| L_{AB} | м | 0,33 | 0,36 | 0,39 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,4 | 0,42 | 0,45 | 0,5 |
| ω_1 | c^{-1} | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 45 |

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Используя схемы заданий 1-4, по указанию преподавателя:

- а) определить масштабный коэффициент μ_1 :
 L_{OA} – истинный размер звена (задан в таблице задания в м);
 OA – чертёжный размер (задают произвольно в мм);
 б) определить чертёжные размеры других звеньев:
 $AB = L_{AB} / \mu_1$ мм и т.д;
 в) вычерчивать кинематическую схему механизма в указанном положении с учётом μ_1 .
- Применяя аналитический метод решения, определить на ЭВМ:

$$X_B, \frac{dX_B}{dt}, \frac{d^2X_B}{dt^2} \text{ (табл. 1).}$$

В машину вводятся следующие данные:

Радиус кривошипа – L_{OA} , м;

Длина шатуна – L_{AB} , м;

Угловая скорость – ω_1 в c^{-1} .

- Используя результаты расчёта на ЭВМ, построить графики движения т. В (рис. 3):
 1) $X_B = f(t)$;
 2) $V_B = f(t)$;
 3) $W_B = f(t)$.
- Построить планы скоростей и ускорений для заданного положения механизма.
- Сравнить V_B и W_B , определённые аналитическим и графическим методами, $\Delta_v \leq 5\%$, $\Delta_w \leq 5\%$.

Рекомендуемый библиографический список

1. Теория механизмов и машин / К.В. Фролов [и др.]. – М.: Высшая школа, 1987. – 196с.
2. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975. – 640с.

Учебное издание

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Методические указания к лабораторной работе

Составители: Коробова Нинель Петровна
Куликов Борис Александрович
Журавлев Валентин Иванович

Редактор Т.И. Кузнецова
Компьютерная верстка О.А. Ананьев

Подписано в печать 07.11.2007 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,75
Тираж 150 экз. Заказ 272. Арт. С - 34/2007

Самарский государственный аэрокосмический
университет. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического
университета. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.