

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.

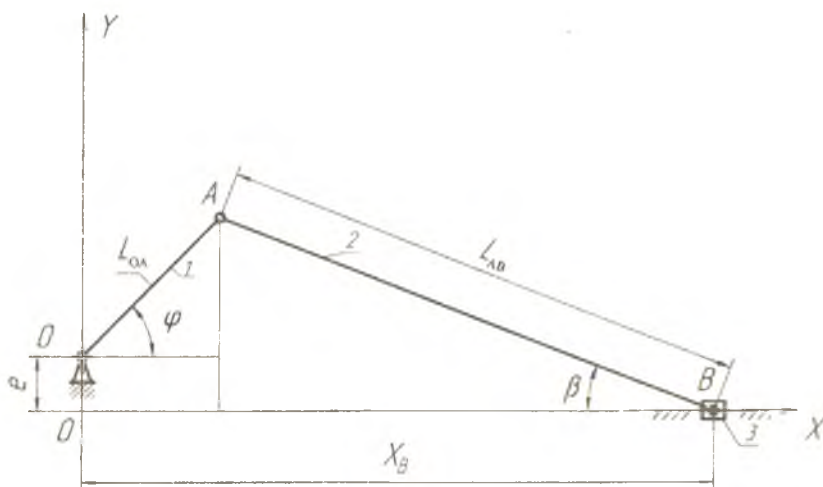


Рис. 1. Схема кривошипно-ползунного механизма

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 $X_B = L_{oa} + L_{ав}$.

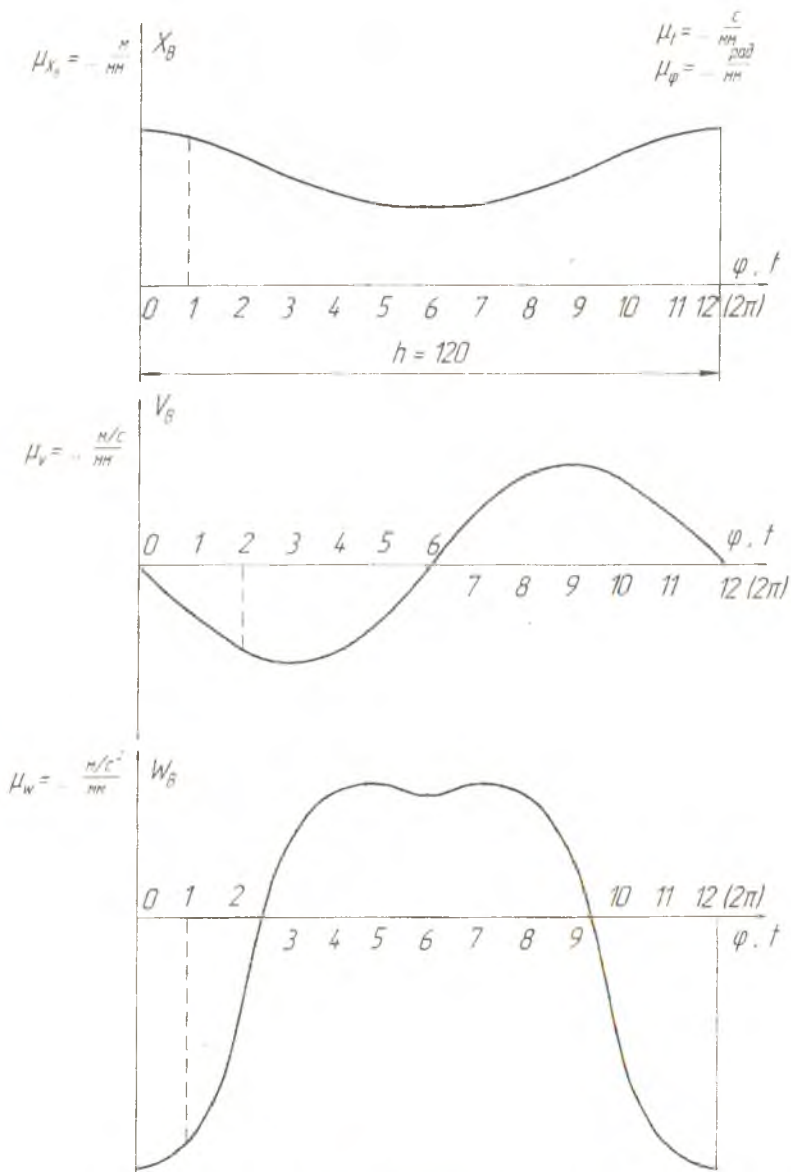


Рис. 2. Графики движения точки В

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 представления на рис. 3.

Задание № 1

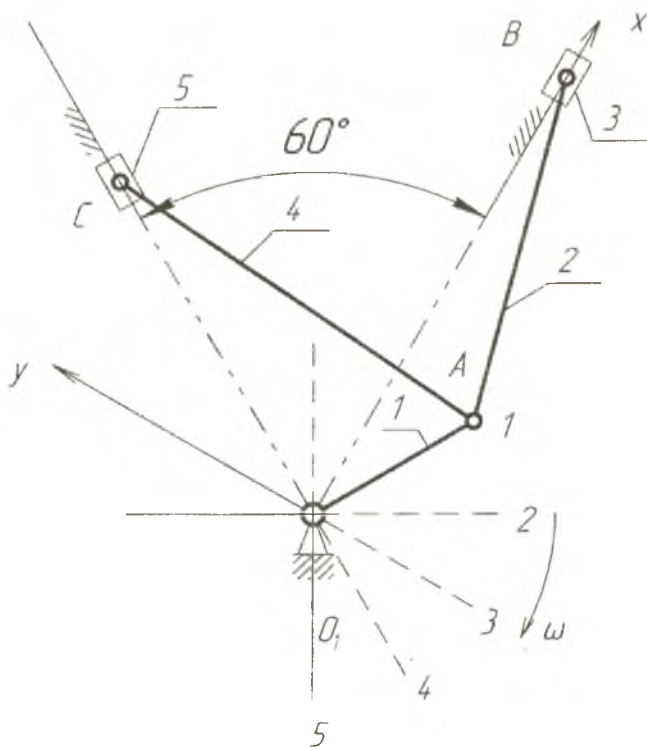


Рис. 3. Схема механизма двигателя внутреннего сгорания

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.

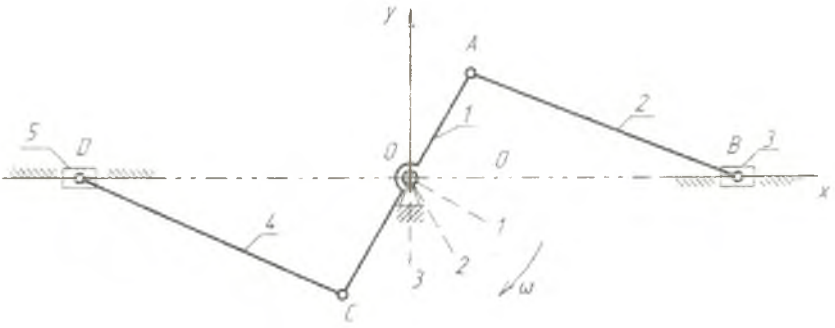


Рис. 4. Схема механизма двигателя вездехода

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

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

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.

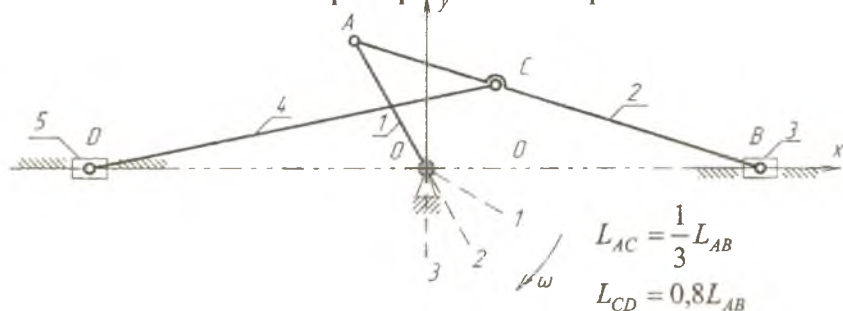


Рис. 5. Схема механизма компрессора

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	c^{-1}	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Задание № 4

Схема механизма компрессора изображена на рис. 6.

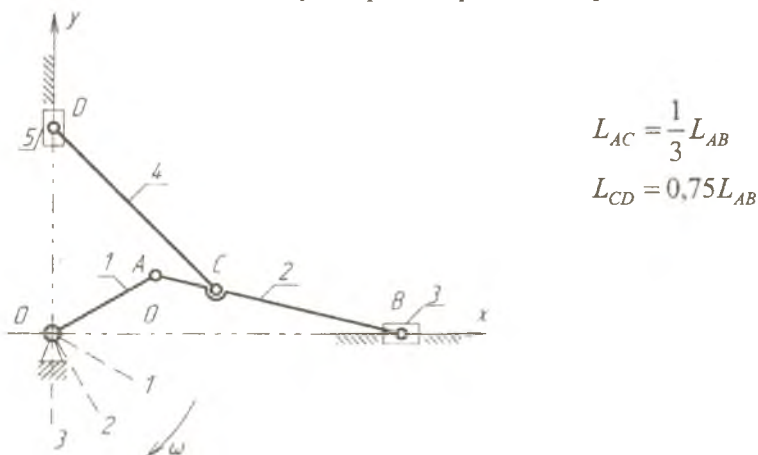


Рис. 6. Схема механизма компрессора

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.