

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСТРОЕНИЙ В КОМПАС-3D ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Одиночко В.Ф.

БНТУ, Минск, Республика Беларусь, OVF46@mail.ru

В статье кратко описана методика использования программы Компас-3D для геометрических построений планов рычажного механизма, а также планов скоростей, ускорений и сил при выполнении курсовых работ по дисциплине «Прикладная механика литейного производства» для специальности 1-36 02 01. Задание на курсовую работу включает кинематическую схему плоского рычажного механизма, а также все необходимые данные для выполнения кинематического и силового анализа механизма графоаналитическим способом.

В качестве возможного варианта задания на курсовую работу представлена кинематическая схема плоского рычажного механизма (рисунок 1) с исходными данными (таблица 1).

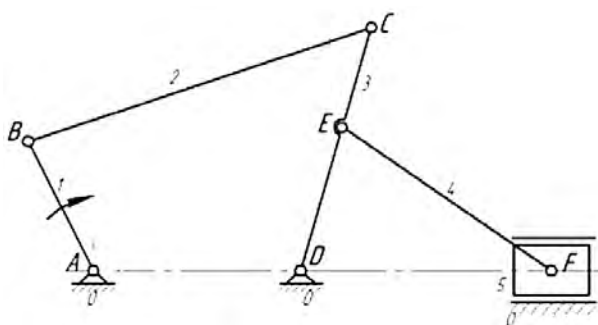


Рисунок 1 – Кинематическая схема плоского рычажного механизма

Таблица 1 – Исходные данные к курсовой работе

l_{AB} , мм	l_{BC} , мм	l_{CD} , мм	l_{DE} , мм	l_{EF} , мм	l_{AD} , мм	m_1 , кг	m_2 , кг	m_4 , кг	m_5 , кг	I_{S2} , кгм ²	I_{S4} , кгм ²	P , Н	Частота вращения кривошипа, об/мин
100	200	140	100	150	190	10	20	15	40	1,0	1,5	250	140

Для выполнения построений, при отсутствии лицензионной программы КОМПАС-3D, может быть использована бесплатная упрощенная версия программы КОМПАС-3D LT, предназначенная для использования в школах, кружках, а также в личных образовательных целях.

Выполнение курсовой работы начинается с построения нескольких (например, шести) совмещенных планов механизма. В первую очередь для построения планов положений механизма необходимо определить масштабный коэффициент μ_l по формуле:

$$\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB} = \frac{0,1}{50} = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}},$$

где $l_{AB}=0,1$ м — истинная длина кривошипа (ведущего звена 1);

$AB=50$ мм – отрезок, изображающий на кинематической схеме длину кривошипа (задан произвольно).

Длины остальных звеньев механизма, отображаемых на кинематической схеме рассчитываются путем деления их истинных длин на масштабный коэффициент μ_l .

Затем в открытой программе «Компас-3D» на вкладке «Создать» выбирается «Фрагмент». Для построения траектории движения точки В выбирается инструмент «Окружность». Окружность диаметром 50 мм изображается штрихпунктирной линией и добавляются оси.

Точка D находится на расстоянии 95 мм правее точки A на горизонтальной оси с учетом масштабного коэффициента. Траекторией точки C будет дуга окружности радиуса $R=70$ мм с центром в точке D.

В качестве начального первого плана механизма принимают план, соответствующий одному из крайних положений выходного звена, т.е. в данном случае, например, крайнее правое положение ползуна. Для этого складываются длины кривошипа АВ и шатуна ВС, и дугой окружности этого радиуса делается засечка на траектории точки С. Далее проводится вспомогательная прямая через полученную засечку и точку А.

Далее основной линией изображается начальное положение кривошипа АВ, ползуна ВС и коромысла CD. Траекторией точки E будет дуга окружности радиуса $R=50$ мм, с центром в точке D. Необходимо провести эту окружность.

Затем нужно продлить вправо горизонтальную ось, которая будет является траекторией движения точки F. Дугой окружности радиуса $R=75$ мм, с центром в точке E, делается засечка на горизонтальной прямой AF, и получается начальное положение точки F. После соединения точек E и F построение плана механизма, соответствующего крайнему правому положению ползуна закончено.

Для построения нескольких планов механизма, например, шести нужно разделить траекторию точки В на шесть равных частей, начиная от начальной точки с помощью инструмента «Точки по кривой» и начертить шесть положений кривошипа АВ.

Используя инструменты программы «Компас», с помощью геометрического калькулятора, находятся последовательное положение всех точек механизма в каждом из шести положений. Точки соединяются контурными линиями.

Далее с использованием инструментов «Геометрия», «Окружность» «Редактирование» «Усечь кривую» строятся кинематические пары механизма. На рисунке 2 представлены совмещённые планы механизма в окончательном виде.

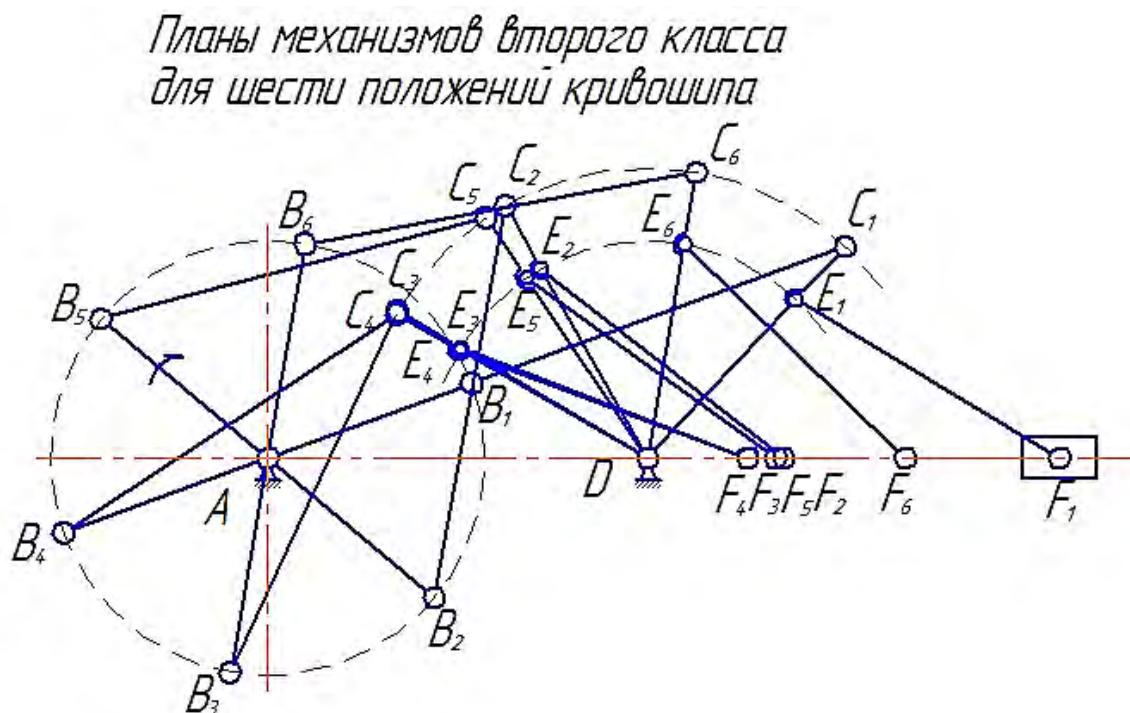


Рисунок 2 – Шесть положений плоского рычажного механизма

После построения совмещённых планов механизма следует приступить к кинематическому анализу, целью которого является определение ускорений центров масс и угловых ускорений звеньев во всех шести положениях ведущего звена. Инструментарий КОМПАС-3D позволяет выполнить эти построения с высокой точностью. Для построения полюсов

планов скоростей и ускорений используется инструмент «Точка» на активизированной инструментальной панели «Геометрия». Для ввода надписей используется инструмент «Ввод текста» на инструментальной панели «Обозначения». Для отображения стрелок применяется инструмент «Линия-выноска». Измерение длин векторов осуществляется инструментом «Расстояние между 2 точками» на инструментальной панели «Измерения (2D)». Для точности построений необходимо использовать вспомогательные линии и привязки.

В качестве примера на рисунке 3 представлен план механизма в пятом положении ведущего звена, а также планы скоростей и ускорений. Результаты вычислений значений скоростей и ускорений для пятого положения механизма представлены в таблицах 2 и 3.

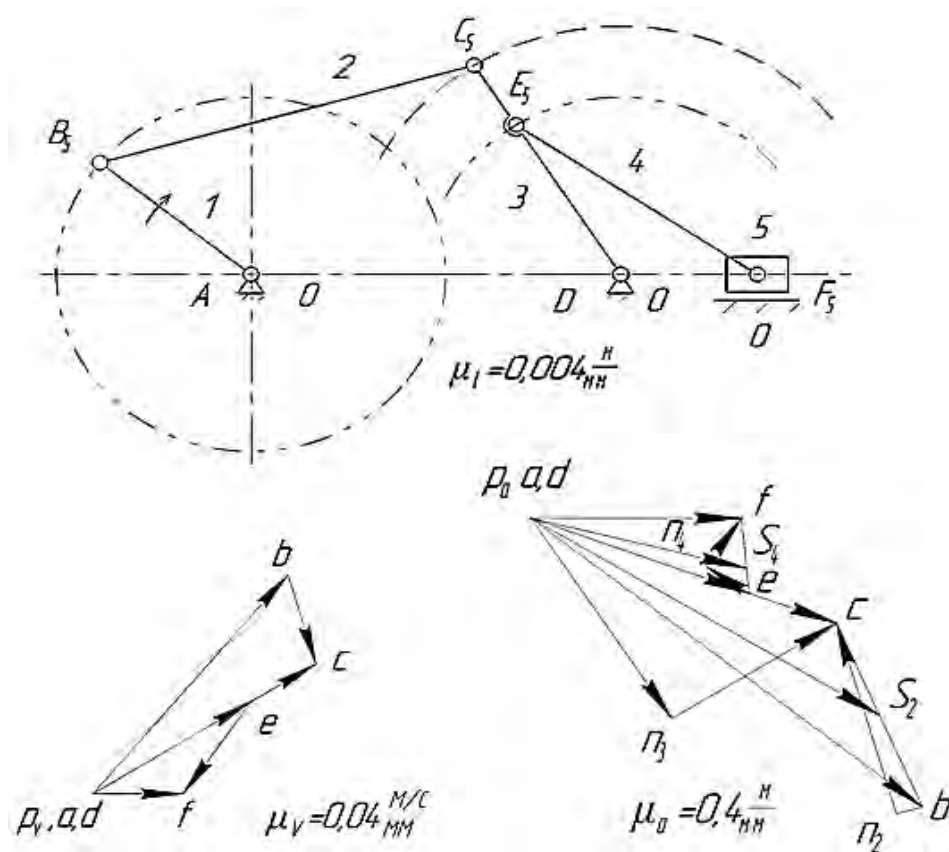


Рисунок 3 – Планы скоростей и ускорений

Таблица 2 – Результаты вычислений скоростей

$\omega_1,$ c^{-1}	$V_B,$ m/c	$V_{CB},$ m/c	$V_C,$ m/c	$V_E,$ m/c	$V_{FE},$ m/c	$V_F,$ m/c	$\omega_2,$ c^{-1}	$\omega_3,$ c^{-1}	$\omega_4,$ c^{-1}
-14,66	1,466	0,48	1,25	0,9	0,58	0,43	-2,4	-8,93	-3,87

Таблица 2 – Результаты вычислений ускорений

$a_b,$ m/c^2	$a_{CB}^n,$ m/c^2	$a_{CB}^t,$ m/c^2	$a_{CD}^n,$ m/c^2	$a_{CD}^t,$ m/c^2	$a_c,$ m/c^2	$a_e,$ m/c^2	$a_{FE}^n,$ m/c^2	$a_{FE}^t,$ m/c^2	$a_f,$ m/c^2	$\epsilon_2,$ c^{-2}	$\epsilon_3,$ c^{-2}	$\epsilon_4,$ c^{-2}	$as_2,$ m/c^2	$as_4,$ m/c^2
21,49	1,15	9,3	11,16	8,32	13,92	9,94	2,25	2,73	8,97	46,45	59,4	18,2	17,5	9,48

Задачей кинестатического (силового) анализа является определение реакций в кинематических парах механизма и внешнего уравновешивающего момента сил, приложенного к входному звену. При силовом анализе механизмов используют принцип кинестатики, в соответствии с которым, для нахождения реакций в кинематических парах можно использовать уравнения равновесия статики, если к внешним силам, действующим на звенья механизма, прибавить силы инерции.

Силовой анализ механизма производят в последовательности, обратной последовательности исследования его кинематики. Простейшими кинематическими цепями, обладающими кинестатической определемостью, являются структурные группы Ассура. Силовой анализ производят по группам Ассура, начиная с последней, включающей в себя выходное звено. При построении планов сил используется тот же инструментарий, как и при построении планов положений, скоростей и ускорений.

Силовой анализ завершается определением уравновешивающего момента приложенного к ведущему звену 1 (рисунок 4). Для этого в точке В звена 1 прикладывается реакция R_{21} и затем умножается на плечо H_{21} с учетом масштабного коэффициента длины.

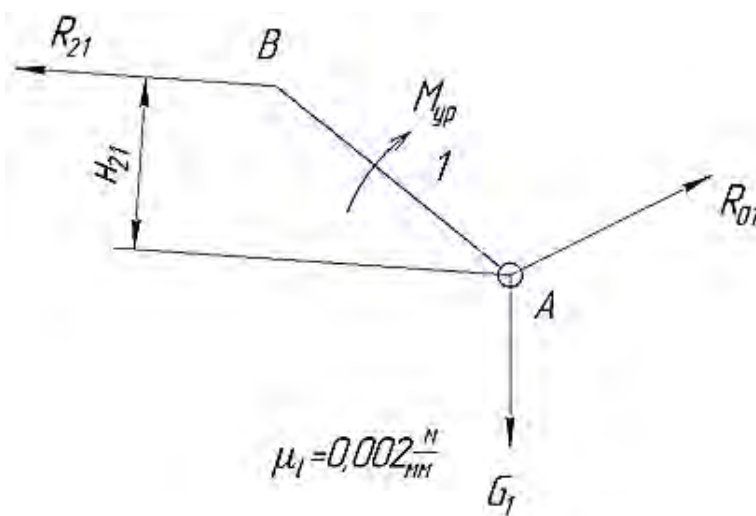


Рисунок 4 – Ведущее звено механизма

Результаты силового анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты силового анализа

План	R_{01}	R_{12}	R_{23}	R_{03}	R_{34}	R_{45}	R_{05}	$M_{уп}$
5	680,8	696,7	406,1	589,4	950,5	930,1	1103,2	27,52

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Одиночко В.Ф. Использование программы КОМПАС-3D для построения планов рычажного механизма. Учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства». Учебное электронное издание. Регистрационный номер БНТУ/МТФ 32–46.2015, 26 с.
2. <http://kompas.ru/kompas-3d-lt/download/>. КОМПАС-3D-LT V12.
3. <http://www.twirpx.com/file/1512443/>. АСКОН. КОМПАС-3D V15. Руководство пользователя.