

Задача № 2 по разделу «Теория машин и механизмов»

Задание состоит из трех частей:

1. Структурный анализ зубчато-рычажного механизма.
2. Кинематический анализ зубчато-рычажного механизма.
3. Динамический анализ зубчато-рычажного механизма.

Цель *структурного анализа* – выявить строение (структуру) механизма.

При этом необходимо:

1. Определить число звеньев механизма и назвать каждое из них (например: звено 0 – стойка, звено 1 – кривошип, звено 2 – камень кулисы, звено 3 – кулиса и т.д.);
2. Определить число кинематических пар и дать их характеристику (например: стойка 0 – кривошип, 1 – вращательная кинематическая пара $V_{0,1}$ пятого класса и т.д.);
3. Определить степень подвижности механизма (по формуле П.Л. Чебышева);
4. Выявить структурные группы (группы Ассура), входящие в состав механизма; привести схемы групп, назвать их, определить класс группы, написать формулу строения (например: звено 2 – камень и 3 – кулиса образуют двухзвенную двухповодковую группу второго класса третьего вида с двумя внешними вращательными кинематическими парами $V_{1,2}$, $V_{0,3}$ и внутренней поступательной $P_{2,3}$ – группа Ассура 2–3 [$V_{1,2}$ – $P_{2,3}$ – $V_{3,0}$] и т.д.);
5. Привести формулу строения механизма (в развернутом виде).

Задачами *кинематического анализа* механизма являются:

1. Определение положений механизма и траектории движения его отдельных точек;
2. Определение линейных скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений звеньев.

В данном разделе необходимо:

1. Пользуясь данными табл. 6 построить механизм в масштабе и найти крайние (мертвые) положения механизма по рабочему звену.

2. Построить траектории движения всех характерных точек механизма (шарниров, центров тяжести звеньев) не менее чем по 8 основным и необходимому числу дополнительных положений механизма.

3. Произвести кинематические исследования механизма методом планов. Определить кинематические параметры (скорости, ускорения), найти численные значения линейных скоростей всех характерных точек механизма (кинематических пар, центров тяжести) и угловых скоростей всех звеньев для рассматриваемых положений, для чего – построить планы скоростей для двух положений механизма:

1-е положение – при рабочем ходе (примерно середина рабочего хода);

2-е положение – одно из крайних (мертвых) положений.

Построить планы ускорений (для тех же двух положений) и определить численные значения линейных ускорений всех характерных точек механизма и угловых ускорений всех звеньев для данных положений механизма. Определить направления угловых скоростей и ускорений звеньев механизма, обозначив эти направления знаком плюс (+) или минус (–). За положительное направление угловой скорости и углового ускорения принять направление движения ведущего звена, и отрицательное – при противоположном движении. **Примечания:**

1. Схема механизма вычерчивается в масштабе ГОСТ 2.302–68 и Ст. СЭВ 1180–78 (1:1; 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и т.д.; или 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1 и т.д.).

2. Нумерацию положений следует вести от одного из крайних (мертвого) положений, соответствующего началу рабочего хода, приняв его за нулевое, и обозначить: A_0, A_1, A_2 и т.д., B_0, B_1, B_2 и т.д.

3. Высота букв и цифр основного шрифта – 5 мм для строчных, 7 мм – для прописных. Индексы и степени – 3,5 мм.

4. Основное положение механизма вычерчивается контурной линией S (0,6...1,5 мм); все остальные положения – линиями $S/2...S/3$ (в том числе и крайние положения механизма); траектории движения точек – сплошной тонкой линией $S/2...S/3$.

5. Масштабные коэффициенты планов скоростей μ_v и планов ускорений μ_a следует выбирать из ряда: 1; 2; 4; 5; 10; 20; 25; 40; 50; (75); 100 и т.д.; или 0,5; 0,4; 0,25; 0,2; 0,1; 0,05; 0,01 и т.д.

Целью *динамического анализа* механизма является определение усилий в звеньях механизма, давлений (реакций) в кинематических парах, величины уравновешивающего момента, приложенного к ведущему звену.

В результате силового расчета можно определить коэффициент полезного действия механизма, а также мощность, необходимую для его привода. Силовой расчет может быть выполнен различными методами.

В данной работе силовой расчет выполняется методом планов сил для одного положения рабочего хода, для которого определены ускорения. При этом необходимо:

1. Определить силы, действующие на звенья механизма. При определении сил, кроме заданных сил (моментов) производственных сопротивлений, учесть силы тяжести, силы и моменты инерции звеньев. Силами трения в кинематических парах пренебречь.

2. Определить реакции во всех кинематических парах механизма методом планов сил.

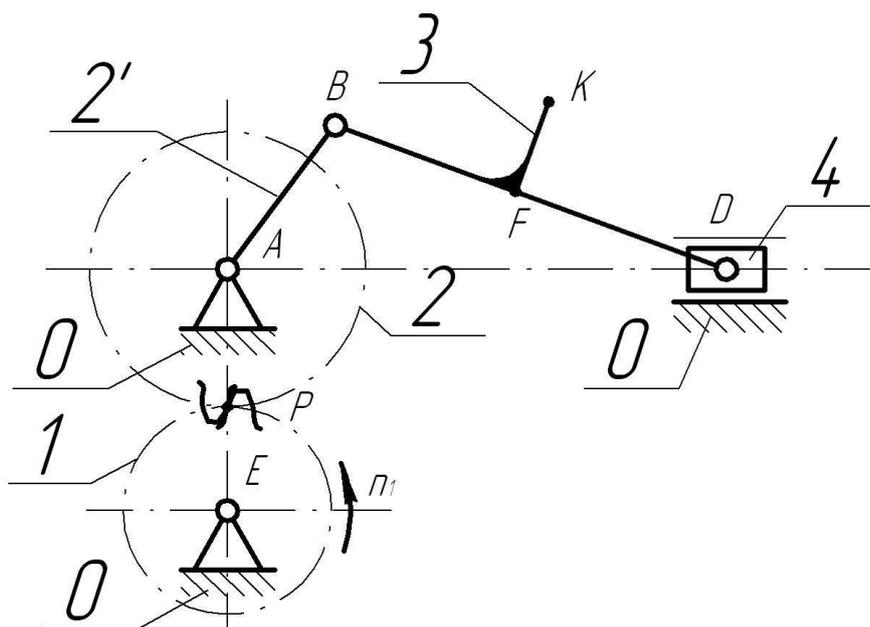
3. Определить величину уравновешивающей силы F_y (или уравновешивающего момента M_y) методом планов сил и на основании принципа возможных перемещений (рычагом Н.Е. Жуковского), результаты сравнить (расхождение не должно превышать 5...7 %).

4. Определить силы, моменты и мгновенные мощности трения в каждой кинематической паре и для всего механизма. Коэффициент трения скольжения можно принять в среднем $f = 0,1$, коэффициент трения качения $k = 0,01$ см, радиусы цапф определить по соотношениям: для кривошипов $r = (0,2...0,3)l$, причем верхний предел относится к коренным, нижний – к мотылевым шейкам; $r = (0,07...0,15) l$ – для шатунов коромысел, кулис. Здесь l – длина звена.

5. Определить мгновенное значение коэффициента полезного действия (КПД) механизма для данного положения.

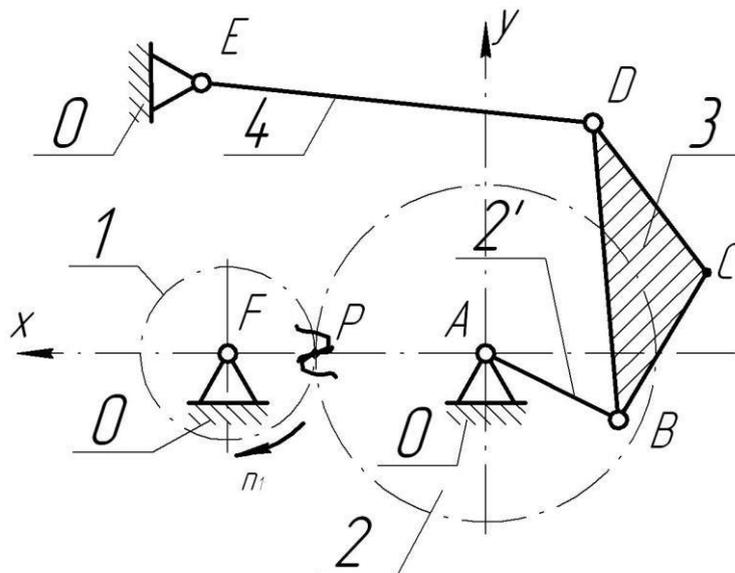
Исходные данные к задаче № 2

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
n_1 , об/мин	500	600	800	1000	1200	750	650	550	950	850
z_1	20	25	30	35	20	18	22	28	32	25
z_2	45	50	60	70	50	72	56	72	64	80
m , мм	2	1,5	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5



$$l_{AB} = 10 \text{ мм}, l_{BD} = 70 \text{ мм}, l_{BF} = 40 \text{ мм}, l_{KF} = 15 \text{ мм}.$$

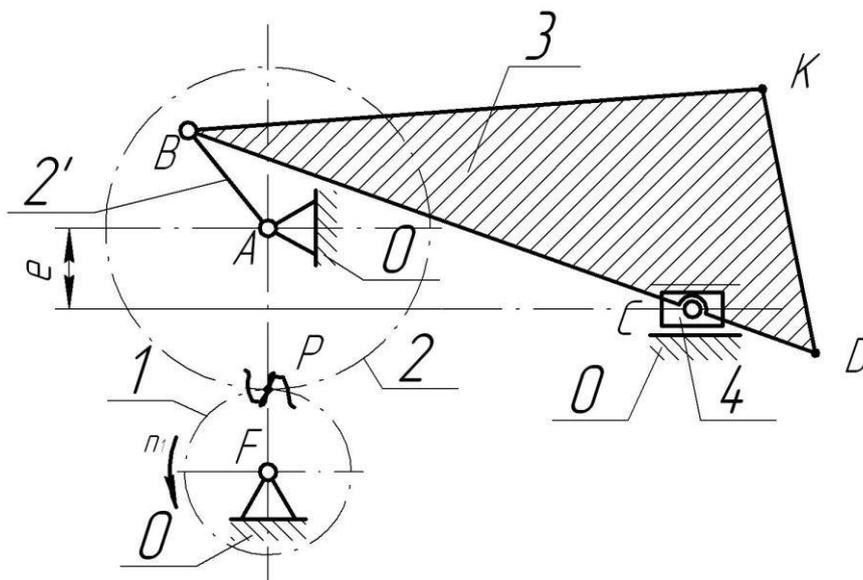
Схема 0



$$l_{AB} = 20 \text{ mm}, l_{BC} = 50 \text{ mm}, l_{BD} = 75 \text{ mm}, l_{CD} = 60 \text{ mm},$$

$$l_{ED} = 60 \text{ mm}, x_E = 15 \text{ mm}, y_E = 80 \text{ mm}.$$

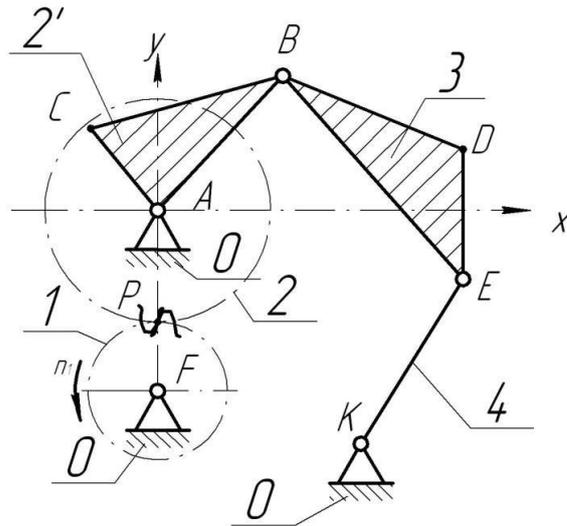
Схема 1



$$l_{AB} = 30 \text{ mm}, l_{BC} = 110 \text{ mm}, l_{BD} = 130 \text{ mm},$$

$$l_{BK} = 100 \text{ mm}, l_{KD} = 50 \text{ mm}, e = 10 \text{ mm}$$

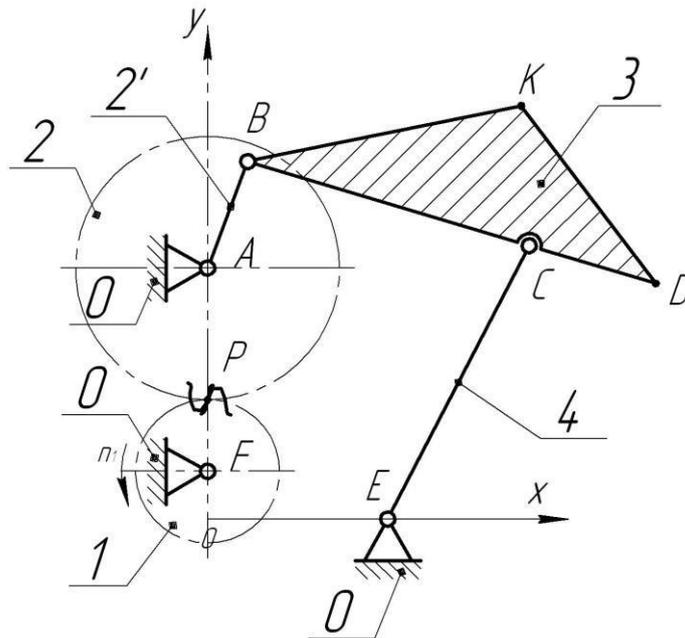
Схема 2



$$l_{AB} = 20 \text{ mm}, l_{BC} = 40 \text{ mm}, l_{AC} = 50 \text{ mm}, l_{EK} = 150 \text{ mm}, l_{BE} = 180 \text{ mm},$$

$$l_{BD} = 100 \text{ mm}, l_{ED} = 100 \text{ mm}, x_K = 150 \text{ mm}, y_K = -120 \text{ mm}.$$

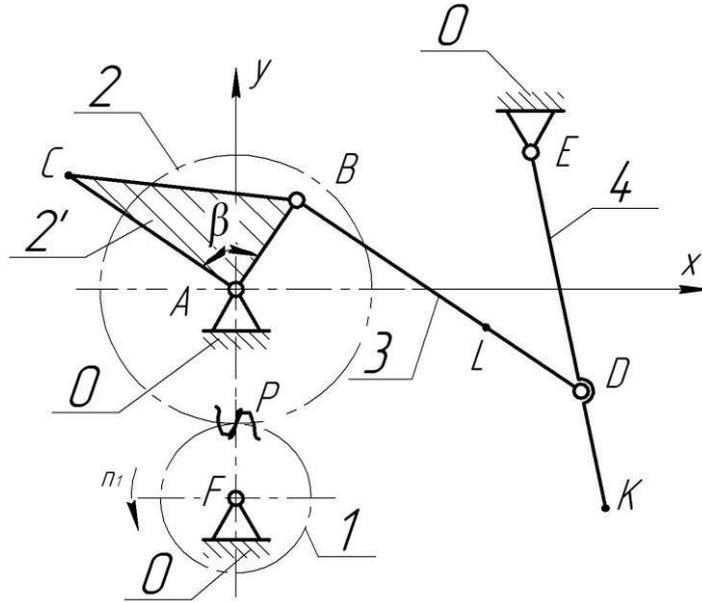
Схема 3



$$l_{AB} = 25 \text{ mm}, l_{BC} = 120 \text{ mm}, l_{BD} = 150 \text{ mm}, l_{BK} = 100 \text{ mm},$$

$$l_{KD} = 100 \text{ mm}, l_{EC} = 100 \text{ mm}, l_{OA} = 70 \text{ mm}, l_{OE} = 50 \text{ mm}$$

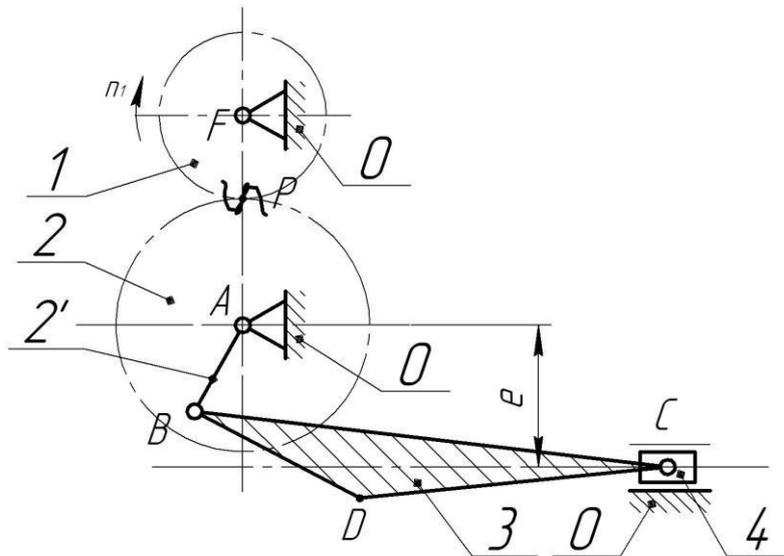
Схема 4



$$l_{AB} = 30 \text{ mm}, l_{AC} = 40 \text{ mm}, l_{BD} = 100 \text{ mm}, l_{EK} = 100 \text{ mm},$$

$$l_{ED} = 80 \text{ mm}, x_E = 50 \text{ mm}, y_E = 100 \text{ mm}, \beta = 150^\circ$$

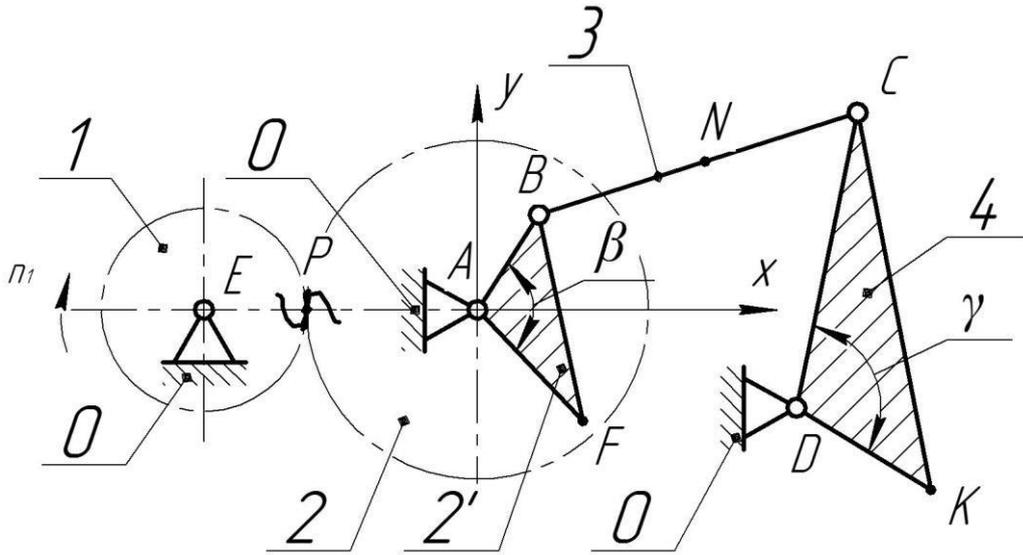
Схема 5



$$l_{AB} = 40 \text{ mm}, l_{BC} = 110 \text{ mm}, l_{BD} = 60 \text{ mm},$$

$$l_{CD} = 70 \text{ mm}, e = 50 \text{ mm}$$

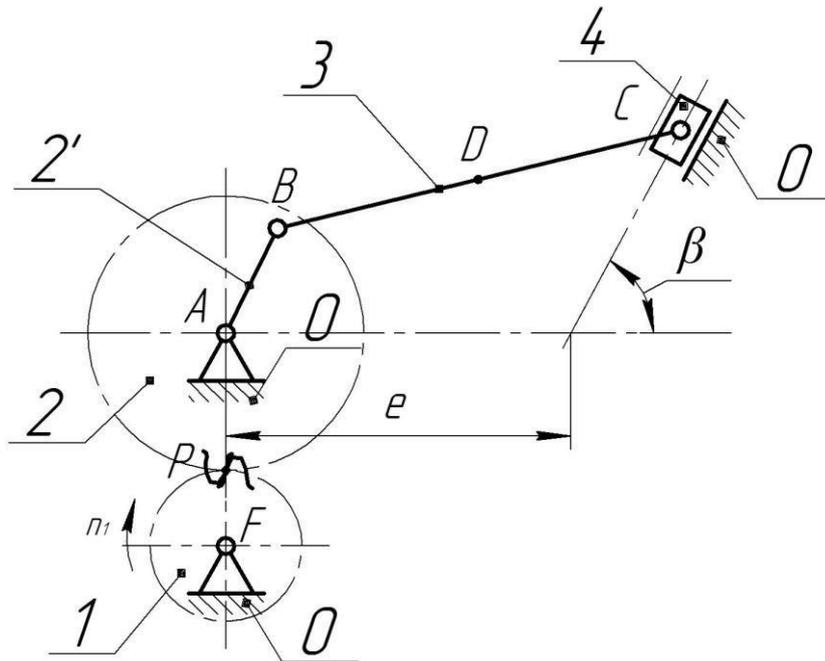
Схема 6



$$l_{AB} = 35 \text{ mm}, l_{AF} = 40 \text{ mm}, l_{BC} = 90 \text{ mm}, l_{BN} = 40 \text{ mm}, l_{CD} = 50 \text{ mm},$$

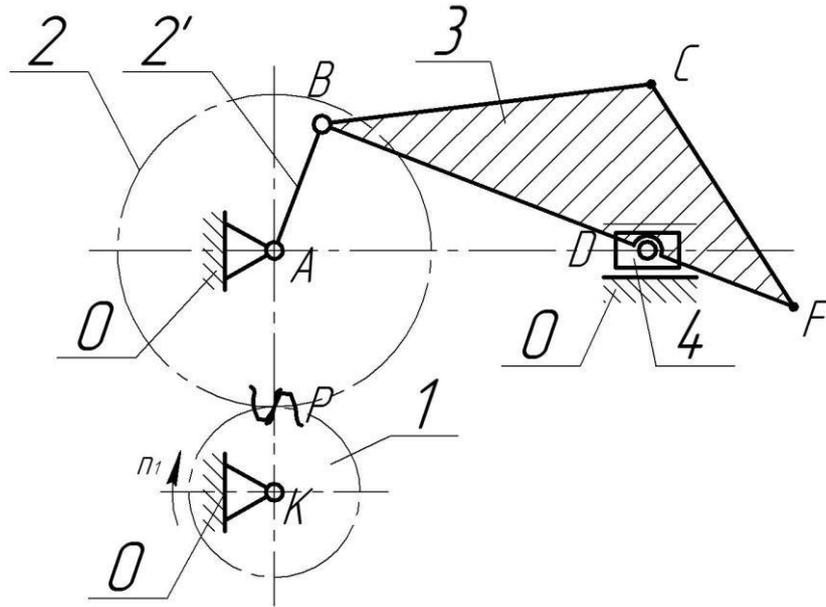
$$l_{DK} = 35 \text{ mm}, x_D = 85, y_D = 0 \text{ mm}, \beta = 150^\circ, \gamma = 90^\circ$$

Схема 7



$$l_{AB} = 20 \text{ mm}, l_{BC} = 105 \text{ mm}, l_{BD} = 50 \text{ mm}, e = 80 \text{ mm}, \beta = 45^\circ$$

Схема 8



$$l_{AB} = 20 \text{ mm}, l_{BD} = 65 \text{ mm}, l_{BF} = 125 \text{ mm},$$

$$l_{CF} = 60 \text{ mm}, l_{BC} = 80 \text{ mm}$$

Схема 9