

Рассмотрим решение задач синтеза шарнирного четырехзвенника на основе аналитических зависимостей метода замкнутых контуров. Каждое из звеньев механизма можно представить как вектор \vec{l} . При заданном положении четырехзвенника (рис. 2.2.3) можно записать следующее векторное уравнение:

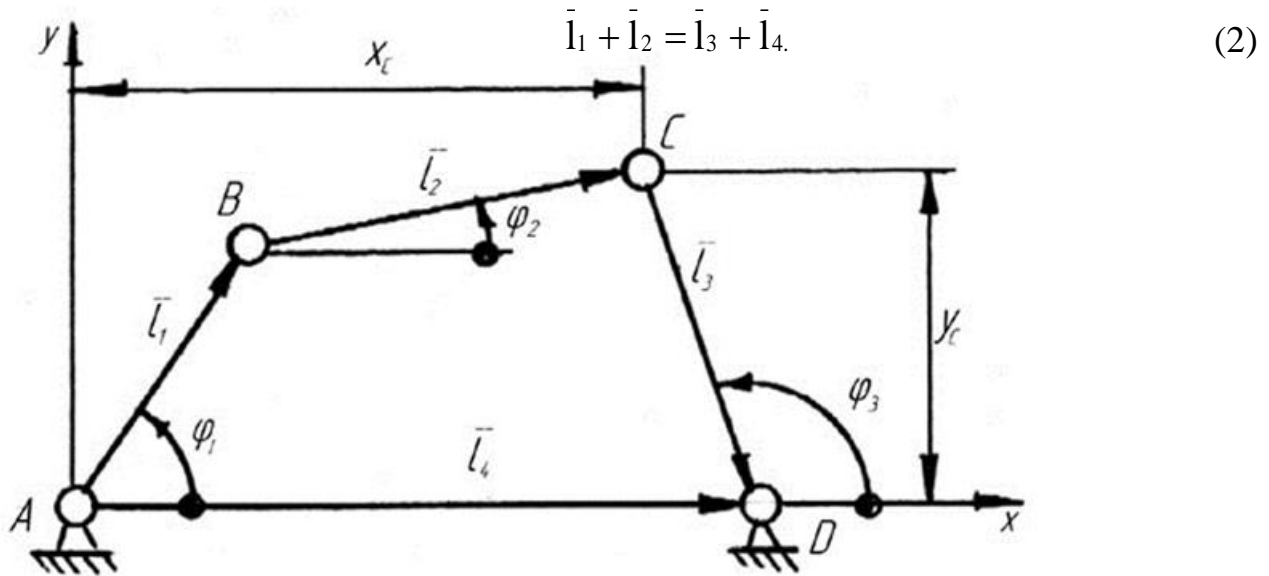


Рисунок 2.2.3. Шарнирный четырехзвенник

Спроектируем эти уравнения на оси координат. И при исключении из двух полученных уравнений параметра φ_2 будем иметь

$$l_2^2 = l_1^2 + l_3^2 + l_4^2 + 2l_3l_4 \cos \varphi_3 - 2l_1l_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) - 2l_1l_4 \cos \varphi_1, \quad (3)$$

или в относительных единицах

$$\lambda_2^2 = 1 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + 2\lambda_3\lambda_4 \cos \varphi_3 - 2\lambda_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) - 2\lambda_4 \cos \varphi_1, \quad (4)$$

$$\text{где } \lambda_2 = \frac{l_2}{l_1}; \quad \lambda_3 = \frac{l_3}{l_1}; \quad \lambda_4 = \frac{l_4}{l_1};$$

разделив (4) на $2 \cdot l_3l_4$, получим

$$P_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + P_2 \cos \varphi_1 + P_3 = \cos \varphi_3, \quad (5)$$

$$\text{где } P_1 = \frac{l_1}{l_4}; \quad P_2 = \frac{l_1}{l_3}; \quad P_3 = \frac{l_2^2 - l_1^2 - l_3^2 - l_4^2}{2l_3l_4}; \quad (6)$$

В формуле (3) шесть параметров: размеры четырех звеньев, две угловые координаты кривошипа 1 (φ_1) и коромысла 3 (φ_3). Если задать указанные угловые координаты для одного положения, то будем иметь одно уравнение, следовательно, неизвестным должен быть размер только одного звена. Если заданы угловые координаты для двух положений, то, подставляя их поочередно в (3), будем иметь два уравнения, тогда размер двух звеньев должны быть заданы, а двух других – найдены по уравнениям. Соответственно, если заданы

углы для трех положений, получим три уравнения, и заданным должен быть размер только одного звена. Формулу (4) удобно применять при заданном размере кривошипа. При заданных угловых координатах кривошипа и коромысла для одного двух или трех величин P_1, P_2, P_3 можно определить соответственно одну из них, две или все три, а затем по формулам (6) – искомые размеры звеньев.

При синтезе шарнирных четырехзвенников в качестве дополнительных могут быть использованы следующие зависимости:

$$\varphi_2 = \psi + \arccos[(p + q)/2l_2]; \quad (7)$$

$$\varphi_3 = \psi + \arccos[(p - q)/2l_3]; \quad (8)$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 l_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_3)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}; \quad \omega_3 = \frac{\omega_1 l_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_2)}{l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}; \quad (9)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + \omega_2^2 l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) - \omega_3^2 l_3}{-l_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} + \varepsilon_1 \frac{\omega_2}{\omega_1}; \quad (10)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) - \omega_3^2 l_3 \cos(\varphi_3 - \varphi_2) - \omega_2^2 l_2}{-l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)} + \varepsilon_1 \frac{\omega_3}{\omega_1}; \quad (11)$$

$$\text{где } \psi = \arctg \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_1 \cos \varphi_1 - l_4}; \quad p = \frac{l_2^2 - l_3^2}{q}; \quad q = \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1 l_4 \cos \varphi_1}$$

По последним формулам (7)–(11) определяются угловые перемещения φ_2 и φ_3 , угловые скорости ω_2 и ω_3 , угловые ускорения ε_2 и ε_3 для шатуна 2 и коромысла 3, с учетом направления их вращения.