

Tadeusz Młynarski

Instytut Maszyn Budowlanych, Drogowych i Rolniczych  
Politechnika KrakowskaNUMERYCZNA METODA OKREŚLANIA POŁOŻEŃ OGNIW MECHANIZMÓW  
PŁASKICH, DŹWIGNIOWYCH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono numeryczną metodę wyznaczania położenia ogniw, zwaną metodą iteracji jednokrotnej. Podano warunki stosowalności tej metody oraz na przykładzie mechanizmu klasy piątej zilustrowano jej zastosowanie.

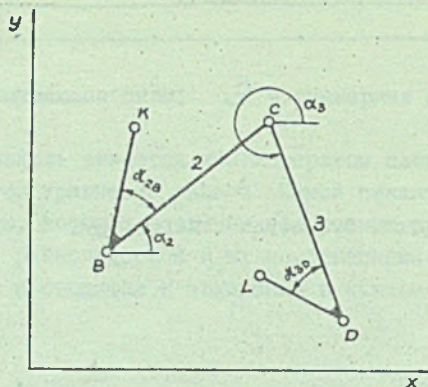
Pierwszym etapem analizy kinematycznej mechanizmów jest określenie położenia jego ogniw. Stanowi ono najtrudniejszy etap całej analizy, ponieważ otrzymane układy równań są silnie nieliniowe. Tak jak w przypadku mechanizmów klasy drugiej można dane układy rozwiązać w sposób jawny określając kąty pochylenia, czy położenia w parach przesuwnych, tak w mechanizmach klas wyższych rozwiązanie układów równań nieliniowych jest praktycznie nie do zrealizowania. Stąd też celowe wydaje się zastosowanie metod numerycznych, takich jak metoda Newtona-Raphsona. Metodę tę jednak cechują pewne niedoskonałości w postaci konieczności wyboru punktu startowego (położenia startowego), który przyjmowany jest przez analizującego w sposób szacunkowy, lub też jak zalecają niektórzy autorzy - wyznaczany jest w graficznie w sposób przybliżony.

Tak jeden, jak i drugi sposób przyjmowania punktu startowego nie koresponduje - zdaniem autora - z wymienioną numeryczną metodą wyznaczania położenia ogniw.

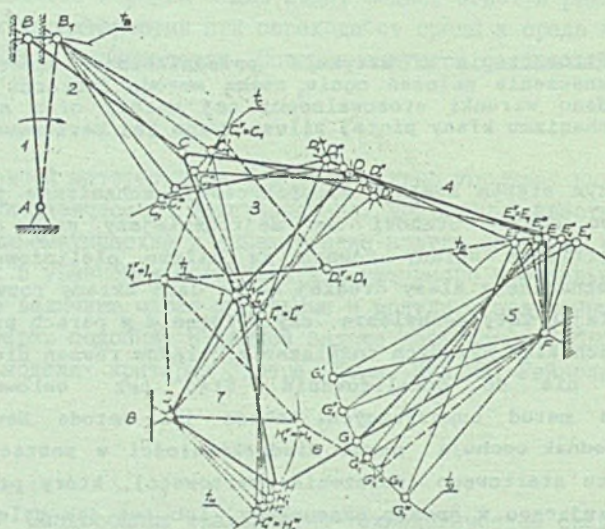
Jak zaznaczono powyżej, w mechanizmach klasy II można w sposób jawny określić położenia ogniw. Na przykład dla zespołu kinematycznego z parami obrotowymi (rys.1) zależność między poszukiwanym kątem  $\alpha_3$  a znanymi parametrami danego zespołu wynosi

$$\alpha_3 = 2\pi - \arccos \frac{l_3^2 + l_{BD}^2 - l_2^2}{2l_3 l_{BD}} - \arcsin \frac{y_B - y_D}{l_{BD}}$$

Ideą zatem zaproponowanej metody jest takie rozpięcie występującego łańcucha kinematycznego w mechanizmach klas wyższych, aby powstały łańcuch składał się jedynie z zespołów klasy drugiej.



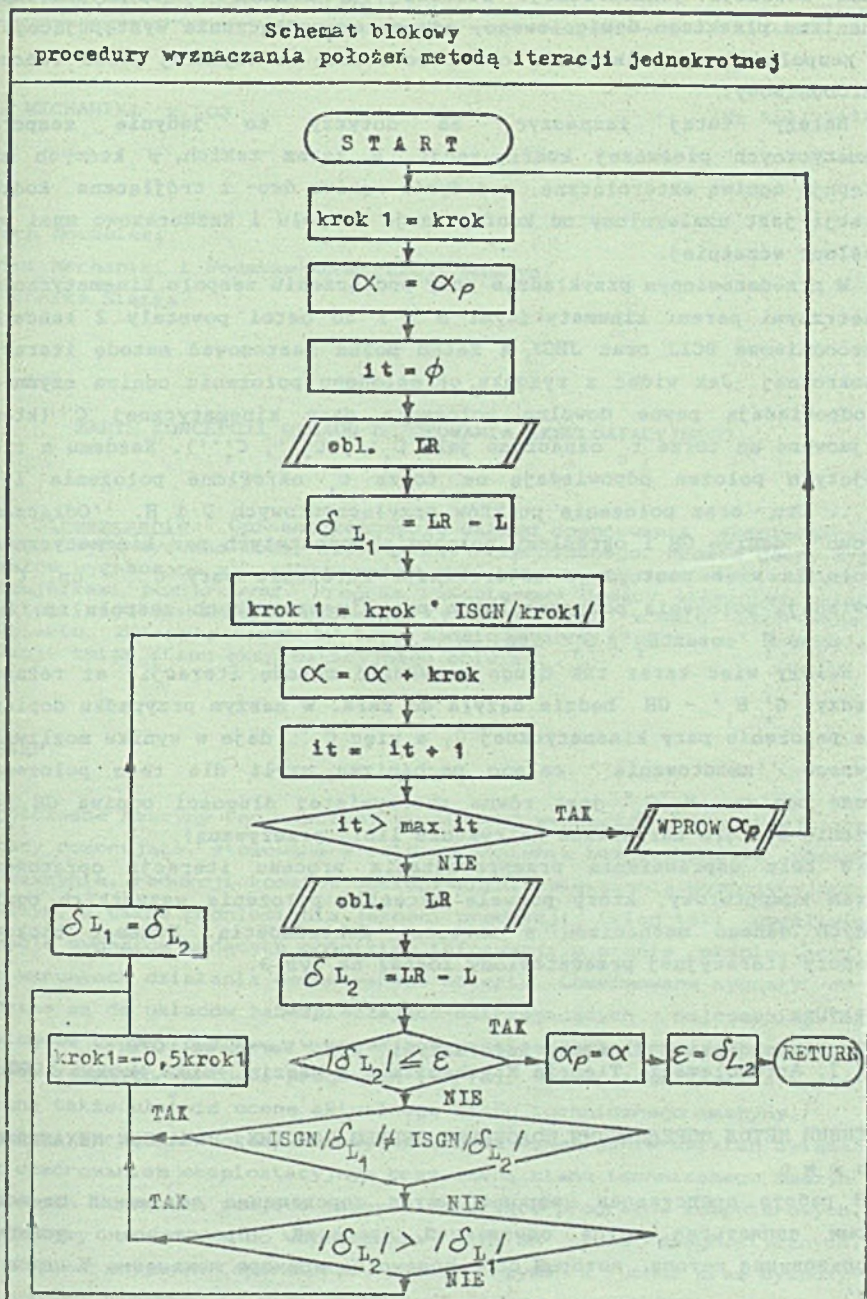
Rys.1. Zespół kinematyczny z parami obrotowymi  
Fig.1. The kinematic system with rotation pairs



Rys.2. Graficzne przedstawienie zastosowania metody iteracji jednokrokowej do wyznaczenia położenia ogniw mechanizmu klasy piątej  
Fig.2. The graphical display of iteration onestep method for determination of location of links of V class mechanism

Rzeczywiste położenie ogniw analizowanego zespołu kinematycznego, czyli ponowne jego "zmontowanie" (połączenie) będzie możliwe wtedy, gdy analizowana odległość między parami kinematycznymi wyłączzonego ogniw będzie równa rzeczywistej jego długości. Funkcją celu więc w tej metodzie iteracji jednokrotnej jest minimalizacja różnicy odległości między parami kinematycznymi a rzeczywistą długością danego ogniw. Zagadnienie to zostało zilustrowane na przykładzie mechanizmu klasy V (rys.2). Zadaniem zatem będzie określenie w sposób numeryczny nowych położenia ogniw biernych po obrocie ogniw napędzającego o kąt  $\Delta\alpha_1$ , czyli po przemieszczeniu pary kinematycznej B w położenie  $B_1$ . W celu uzyskania parametrów określających położenie wszystkich ogniw biernych zastosujemy

Schemat blokowy  
 procedury wyznaczania położenia metodą iteracji jednokrotnej



Rys.3. Schemat blokowy procedury wyznaczania położenia metodą iteracji jednokrotnej

Fig.3. The block diagram of procedure for determination of locations with the onestep iteration method

metodę iteracji jednokrotnej. Stosować ją można w każdym przypadku mechanizmu płaskiego dźwigniowego, gdy przez podłączenie występującego w nim zespołu klasy wyższej do ostoi powstanie co najmniej jeden łańcuch czteroogniowy.

Należy tutaj zaznaczyć, że dotyczy to jedynie zespołów kinematycznych pierwszej konfiguracji, a zatem takich, w których nie występują ogniwa czterołączne, a jedynie ogniwa dwu- i trójłączne. Rodzaj iteracji jest uzależniony od konfiguracji zespołu i każdorazowo musi być określony wcześniej.

W przedstawionym przykładzie przy podłączeniu zespołu kinematycznego zewnętrznymi parami kinematycznymi B i F do ostoi powstały 2 łańcuchy czteroogniowe BCIJ oraz JHGF, a zatem można zastosować metodę iteracji jednokrotnej. Jak widać z rysunku, określonym położeniu ogniwa czynnego  $B_1$  odpowiadają pewne dowolne położenia pary kinematycznej C (które przyjmowane na torze  $t_c$  oznaczono jako  $C_1'$ ,  $C_1''$ ,  $C_1'''$ ). Każdemu z tych przyjętych położen odpowiadają na torze  $t_1$  określone położenia  $I_1'$ ,  $I_1''$ ... itp. oraz położenia punktów przyłączeniowych D i H. "Odłączamy myślowo" ogniwo GH i określamy położenie pozostałych par kinematycznych zespołu (a więc następnego czworoboku). Położeniu pary C - np.  $C_1''$  odpowiadają położenia poszczególnych par kinematycznych zespołu np.  $D_1'$ ,  $I_1'$ ,  $J_1'$ ,  $H_1'$  oraz  $E_1'$ ,  $G_1'$  itd.

Należy więc teraz tak długo prowadzić metodę iteracji, aż różnica pomiędzy  $G_1' H_1'$  - GH będzie dążyła do zera. W naszym przypadku dopiero piąte położenie pary kinematycznej C, a więc  $C_1^v$  daje w wyniku możliwość ponownego "zmontowania" całego mechanizmu, czyli dla tego położenia długość ogniwa  $H_1^v G_1^v$  jest równa rzeczywistej długości ogniwa GH (to położenie zostało narysowane na rysunku linią przerywaną).

W celu usprawnienia przeprowadzania procesu iteracji opracowano program komputerowy, który pozwala określić położenia wszystkich ogniw biernych danego mechanizmu z założoną dokładnością. Schemat blokowy procedury iteracyjnej przedstawiony został na rys.3.

#### LITERATURA

- [1] Z. Kierzkowski: Elementy informatyki. PWN. Warszawa 1978.
- [2] I.I. Artobolewski: Teoria Mechanizmów i Maszyn. Nauka, Moskwa 1988.

#### ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЗВЕНЕВ ПЛОСКИХ, РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

#### Резюме

В работе представлен цифровой метод определения положений звеньев, которым являться метод одношаговой итераций. Представлено условия использования метода, который собразовано на примере механизма V класса.

#### NUMERIC METHOD FOR POSITION DETERMINATION OF PLANAR LINKAGES

#### Summary

In the paper the numeric single iteration method for position determination of links is presented. The applicability conditions and illustrative example based on the fifth class mechanism are given.