

АНАЛИТИЧНО ПРОФИЛИРАНЕ НА ГЪРБИЧЕН МЕХАНИЗЪМ С РОЛКОВА КОБИЛИЦА

Васко Тенчев

Минно геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. В работата се третира аналитичното профилиране на гърбичен механизъм с ролкова кобилица. Получените резултати позволяват профилирането на гърбицата да се извърши с помощта на компютър.

ANALYTICAL SHAPE OF LOBE MECHANISM WITH ROLL ROCKER

Vasko Tenchev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia,

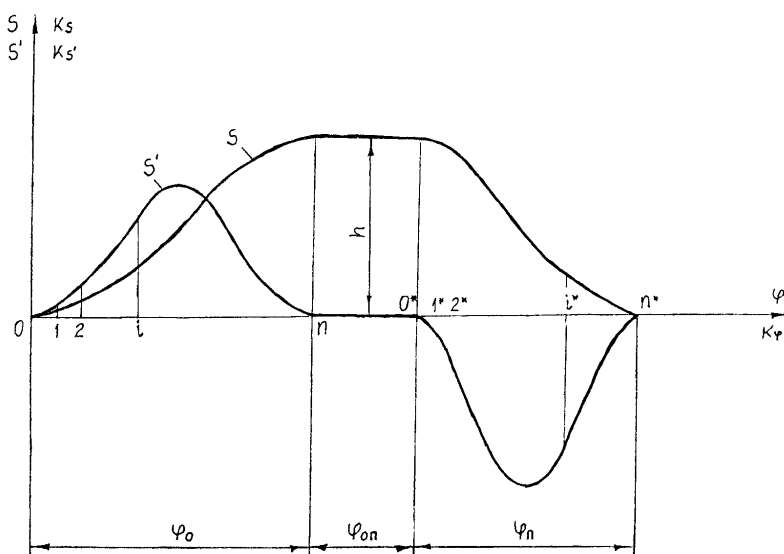
ABSTRACT: In the paper are treated an analytical shape of lobe mechanism with roll rocker. Achieved results allow profiling of the lobe to be calculated with the help of computer.

Целта на настоящата работа е въз основа на известния графичен метод за профилиране на гърбичен механизъм с кобилица [1, 2] да се изведат аналитични зависимости, подходящи за профилиране на гърбицата с помощта на компютър.

Нека аналитичният вид на функцията на положението $\alpha(\varphi)$ и първата предавателна функция $\alpha'(\varphi)$ на гърбичния механизъм са известни (α е ъгълът на завъртане на кобилицата, чиято дължина е ℓ , а φ - ъгълът на завъртането на гърбицата). На фиг. 1 е показан примерен вид на графиките на тези функции. Ъглите φ_0 , $\varphi_{оп}$ и φ_n са съответно фазите на отдалечаване,

отдалечен престой и приближаване на кобилицата, а ψ - нейният ход.

Аналитичното профилиране предполага аналитично определяне на основните размери на гърбичния механизъм (радиусите на основната и върховата окръжност R_0 и R , разстоянието между осите на въртене на гърбицата и кобилицата L и координатите на работния профил на гърбицата в подходяща координатна система (например полярна) при зададени допустими ъгли на предаване на силата от гърбицата към изпълнителното звено ($\theta_{оон}^O$ - във фазата на отдалечаване, и $\theta_{оон}^II$ - във фазата на приближаване).

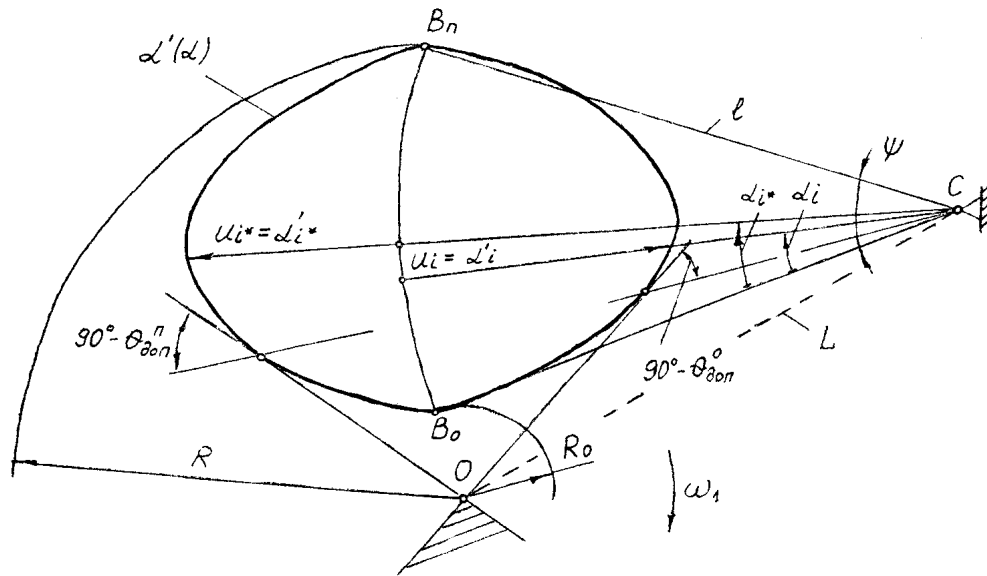


Фиг. 1

При графичното профилиране фазите на отдалечаване и на приближаване се разделят на равни интервали, чийто брой в първата фаза е n , а във втората - n^* (обикновено $n = n^*$). Границите (точките) между отделните интервали се означават с $0, 1, 2, \dots, n$ и $0^*, 1^*, 2^*, \dots, n^*$, (фиг. 1). След това върху траекторията $B_0 B_n$ на центъра на ролката B (дъга от окръжност с център C , радиус ℓ и централен ъгъл ψ) се построява функцията $\alpha'(\alpha)$ (фиг.2), като се използват завъртанията α_i и скоростите α'_i на кобилицата. При еднакви мащабни модули k_α и $k_{\alpha'}$ величините α_i и α'_i се определят чрез ординатите на отделните точки в двете фази от графиките на функциите $\alpha(\varphi)$ и $\alpha'(\varphi)$. Всяка от отсечките $u_i = \alpha'_i$ е завъртяна на 90° , отговарящо на мисле-

ното завъртане на скоростта на центъра B по посока на ъгловата скорост на гърбицата ω_1 . Към така получената крива се построяват две допирателни (наречени гранични прави), сключващи с направлението на кобилицата в допирните точки ъгъл $90^\circ - \theta_{don}^O$ - във фазата на отдалечаване, и $90^\circ - \theta_{don}^I$ - във фазата на приближаване.

Двете гранични прави се пресичат в точка O , която е център на търсената гърбича с най-малки размери. Центърът O и крайните положения на центъра на ролката B_0 и B_n определят радиусите R_0 и R , а точките O и C - разстоянието L . Като се използва методът на инверсията, се построява центровият провил на гърбицата (профилът, по който се движи центърът на ролката B). Накрая допълнително се изчислява радиусът на ролката r и се уточнява работния профил на гърбицата, който е еквидис-



Фиг. 2

тантен на центровия профил.

Аналитичното профилиране има за основа аналитичното определяне на положението на граничните прави на центъра O , които са допирателни към графиката на функцията $\alpha'(\alpha)$ от фиг. 2 в двете фази.

Нека граничната права във фазата на отдалечаване φ_0 минава през върха V_i на отсечката u_i при ъгъл на завъртане на кобилицата α_i и не пресича съседните отсечки u_{i-1} и u_{i+1} при съответни ъгли на завъртания на кобилицата α_{i+1} и α_{i-1} (фиг. 3а). При това положение

$$\begin{cases} CD < \ell - u_{i+1} \\ CM < \ell - u_{i-1} \end{cases} \quad (1)$$

От триъгълниците CDV_i и CMV_i , след като се използва синусовата теорема, се определят

$$\begin{cases} CD = \frac{(\ell - u_i) \sin(90^\circ - \theta_{don}^O)}{\sin[180^\circ - (90^\circ - \theta_{don}^O) - (\alpha_{i+1} - \alpha_i)]} = \frac{(\ell - u_i) \cos \theta_{don}^O}{\cos(\theta_{don}^O + \alpha_i - \alpha_{i+1})} \\ CM = \frac{(\ell - u_i) \sin[180^\circ - (90^\circ - \theta_{don}^O)]}{\sin[90^\circ - \theta_{don}^O - (\alpha_i - \alpha_{i-1})]} = \frac{(\ell - u_i) \cos \theta_{don}^O}{\cos(\theta_{don}^O + \alpha_i - \alpha_{i-1})} \end{cases} \quad (2)$$

От (1) и (2) следва окончателният критерий граничната права да минава през точката V_i

$$\begin{cases} \frac{(\ell - u_i) \cos \theta_{don}^O}{\cos(\theta_{don}^O + \alpha_i - \alpha_{i+1})} < \ell - u_{i+1} \\ \frac{(\ell - u_i) \cos \theta_{don}^O}{\cos(\theta_{don}^O + \alpha_i - \alpha_{i-1})} < \ell - u_{i-1} \end{cases} \quad (3)$$

приближаване φ_{II} (фиг. 3б)

(4)

НЕН.

центъра O и за фазата на приближаване φ_{Π} . И тук се

точката $i = k^*$, т.е. $\alpha'_{*,*} = \alpha'_{*}$. В случая се прове-

 $B_0 A_k$ се получава

Фиг. 3

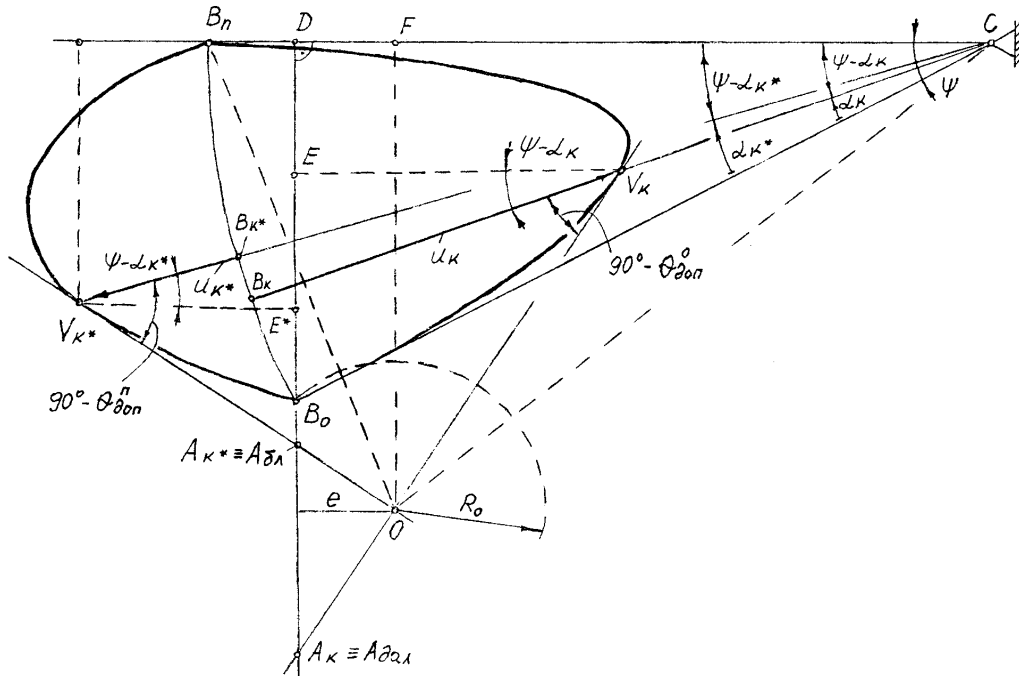
$$\begin{aligned}
B_0 A_k &= DE + EA_k - B_0 D = \\
&= (\ell - u_k) \sin(\psi - \alpha_k) + \\
&+ [\ell \cos \psi - (\ell - u_k) \cos(\psi - \alpha_k)] \times \\
&\times \frac{1}{\tan(\theta_{дон}^O - \psi + \alpha_k)} - \ell \sin \psi. \quad (5)
\end{aligned}$$

Аналогично във фазата на приближаване φ_{II} граничната права, минаваща през точката V_{k^*} , пресича перпендикуляра $B_0 D$ в точката A_{k^*} . Като се отчете, че $B_{k^*} V_{k^*} = u_{k^*}$, за дължината на отсечката $B_0 A_{k^*}$ се получава

$$B_0 A_{k^*} = DE^* + E^* A_{k^*} - B_0 D =$$

$$\begin{aligned}
&= (\ell + u_{k^*}) \sin(\psi - \alpha_{k^*}) + \\
&+ [(\ell + u_{k^*}) \cos(\psi - \alpha_{k^*}) - \ell \cos \psi] \times \\
&\times \frac{1}{\tan(\theta_{дон}^{II} + \psi - \alpha_{k^*})} - \ell \sin \psi. \quad (6)
\end{aligned}$$

За общност с $A_{\bar{o}l}$ се означава по-близко разположената точка A_k или A_{k^*} до точката B_0 , а с $A_{\partial ал}$ - подалечно разположената от тези точки (на фиг. 4 $A_{\bar{o}l} \equiv A_{k^*}$ и $A_{\partial ал} \equiv A_k$). Съответстващите ъгли α_k , α_{k^*} и $\theta_{дон}^O$, $\theta_{дон}^{II}$ на тези точки се означават с $\alpha_{\bar{o}l}$, $\alpha_{\partial ал}$ и $\theta_{\bar{o}l}$, $\theta_{\partial ал}$ (на фиг. 4 $\alpha_{\bar{o}l} \equiv \alpha_{k^*}$, $\alpha_{\partial ал} \equiv \alpha_k$).



Фиг.4

и $\theta_{\bar{o}l} \equiv \theta_{дон}^{II}$, $\theta_{\partial ал} \equiv \theta_{дон}^O$). Ако се означае още разстоянието между центъра на гърбицата O и перпендикуляра $B_0 D$ с e , то от

$$\begin{aligned}
B_0 A_{\partial ал} - B_0 A_{\bar{o}l} &= e \left[\frac{1}{\tan(\theta_{\bar{o}l} \pm \psi \mp \alpha_{\bar{o}l})} + \right. \\
&\left. + \frac{1}{\tan(\theta_{\partial ал} \mp \psi \pm \alpha_{\partial ал})} \right]
\end{aligned}$$

се намира

$$e =$$

$$= \frac{B_0 A_{\partial ал} - B_0 A_{\bar{o}l}}{\frac{1}{\tan(\theta_{\bar{o}l} \pm \psi \mp \alpha_{\bar{o}l})} + \frac{1}{\tan(\theta_{\partial ал} \mp \psi \pm \alpha_{\partial ал})}}. \quad (7)$$

Горните знаци в скобите на тангенсите се използват, когато $A_{\bar{o}l} \equiv A_{k^*}$, а долните, когато $A_{\bar{o}l} \equiv A_k$.

След определяне на разстоянието e , могат да се намерят радиусите на основната и върховата окръжност на гърбицата:

$$R_0 = \sqrt{e^2 + \left[\frac{e}{\tan(\theta_{\bar{o}l} \pm \psi \mp \alpha_{\bar{o}l})} + B_0 A_{\bar{o}l} \right]^2}, \quad (8)$$

$$R = OB_n = \sqrt{OF^2 + B_n F^2} =$$

$$\sqrt{\left[\ell \sin \psi + B_0 A_{\delta i} + \frac{e}{\tan(\theta_{\delta i} \pm \psi \mp \alpha_{\delta i})}\right]^2 + (\ell - \ell \cos \psi \pm e)^2} \cdot \quad (9)$$

Накрая, разстоянието между центровете на въртене на гърбицата и кобилицата е

$$L = OC = \sqrt{OF^2 + CF^2} =$$

$$\sqrt{\left[\ell \sin \psi + B_0 A_{\delta i} + \frac{e}{\tan(\theta_{\delta i} \pm \psi \mp \alpha_{\delta i})}\right]^2 + (\ell \cos \psi \mp e)^2} \quad (10)$$

И тук горните и долните знаци се използват, както е посочено по-горе.

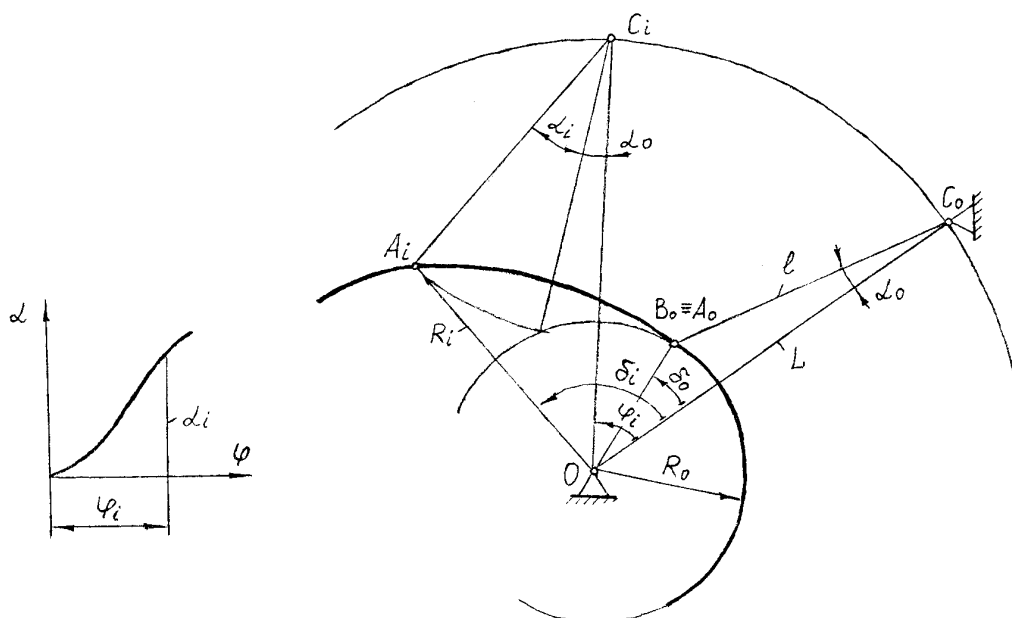
Профилирането на центровата крива на гърбицата се извършва съгласно фиг. 5, като се работи в полярните координати R_i и δ_i , определящи се с изразите

$$R_i = \sqrt{L^2 + \ell^2 - 2\ell L \cos(\alpha_0 + \alpha_i)}; \quad (11)$$

$$\sin(\delta_i - \varphi_i) = \frac{\ell}{R_i} \sin(\alpha_0 + \alpha_i), \text{ т.е.}$$

$$\delta_i = \varphi_i + \arcsin\left[\frac{\ell}{R_i} \sin(\alpha_0 + \alpha_i)\right], \quad (12)$$

$$\text{където } \alpha_0 = \arcsin \frac{L^2 + \ell^2 - R_0^2}{2\ell L}.$$



Фиг. 5

Профилирането започва от началото на фазата φ_0 , където $\varphi_i = \varphi_0 = 0$ и съгласно (11), (12) и фиг. 5

$$R_i = R_0 \text{ и } \delta_i = \delta_0 = \arcsin\left(\frac{\ell}{R_0} \sin \alpha_0\right).$$

Радиусът на ролката r се определя по зависимостите

$$r \leq 0,7\rho_{\min} \text{ и } r \leq 0,4R_0. \quad (13)$$

Тук $\rho_{\min}$ е минималният радиус на кривина на центровата крива, който може да се намира в една от фазите φ_0 и φ_{π} .

Работния профил на гърбицата е еквилистен на центровата крива. Неговите точки се получават от точките

на центровата крива, като в нормално направление са преместени навътре на разстояние r .

Заклучение

Изведени са редица аналитични зависимости, които позволяват да се профилират гърбични механизми с ролкова кобилица с помощта на компютър.

Литература

- Вригазов, А., М. Милков, С. Павлов. 1993. *Теория на механизмите и машините*. С., Издателство на ТУ - София, 310 с.
- Тенчев В. 2005. *Теория на механизмите и машините с подробно решени примери*. С., МГУ - Издателска къща "Св. Иван Рилски", 285 с.