Vladimír Bárdoš

Metodická poznámka k skúmaniu ojnicových kriviek majúcich tvar aerodynamického profilu

Aplikace matematiky, Vol. 12 (1967), No. 1, 40–50

Persistent URL: `http://dml.cz/dmlcz/103065`

METODICKÁ POZNÁMKA K SKÚMANIU OJNICOVÝCH KRIVIEK*) MAJÚCICH TVAR AERODYNAMICKÉHO PROFILU

VLADIMÍR BÁRDOŠ

(Došlo dňa 14. augusta 1965.)

ÚVOD

Problém mechanického opracovania aerodynamických profilov, ako sú napríklad prierezy lopatiek obežných kolies turbín, atď., je veľmi náročný a jeho riešením sa zaoberá viac pracovísk ako aj odborníkov či už u nás alebo v zahraničí.

Po jednej z ciest v tejto oblasti výskumu uberajú sa aj doc. Ing. MEDVEC a kolektív. Syntéza rovinných mechanizmov metódou štiepenia rovníc [1], ktorú rozpracoval Medvec, viedla pri aplikovaní tejto metódy k rovinným mechanizmom, ktorých body príslušných ojníc (v češtine tehlíc) opisujú ojnicové krivky (v češtine „tehlicové křivky") tvaru aerodynamického profilu [2]. Nakoľko možno tieto rovinné mechanizmy použiť k opracovaniu lopatkových profilov, bola táto myšlienka ďalej rozvýjaná v prácach [3] a [4], avšak cesta ďalšieho rozvoja viedla ku graficko-geometrickým úvahám.

Cieľom tejto metodickej poznámky je poukázať na možnosť získania diferenciálnej rovnice, ktorá odpovedá rovnici čiary uvedenej v práci [2], ktorú opisuje bod A rovinného mechanizmu na obr. 1, čím sa vytvára možnosť zobraziť príslušné ojnicové krivky pomocou vhodných analogových počítačov, a určenie rovníc ojnicových kriviek bodov E členov 5 rovinných mechanizmov na obr. 3 a obr. 4 pomocou rekurentných vzťahov ([5], [7], [9]), ktorých ekvidištanty majú tiež tvar aerodynamického profilu, a uvedie sa tiež všeobecný postup určenia rovnice ekvidištanty.

1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Rovnica ojnicových kriviek z [2] (obr. 1) pre všeobecné hodnoty parametrov a, b, c a d daného rovinného mechanizmu je

$$(1) \qquad x^2y^2 - 2abxy + b^2y^2 - 2b^2dy + b^2(a^2 - c^2 + d^2) = 0\,,$$

*) V češtine sa používa u viacčlenných rovinných mechanizmov miesto termínu „ojniční křivky" termín „tehlicové křivky".

čiže

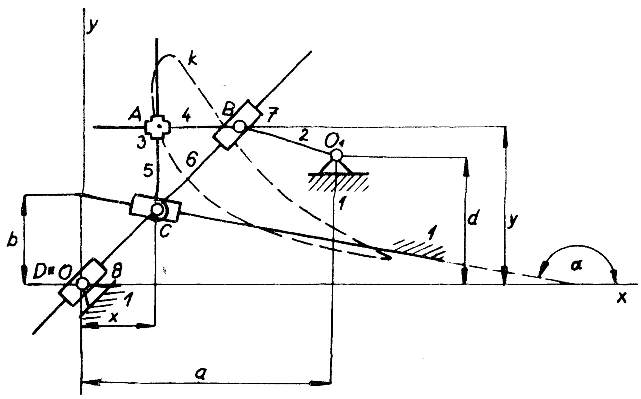
(1a) $$f(x, y, a, b, c, d) = 0 ,$$

alebo vo všeobecnosti

(2) $$f(x, y, a_i) = 0 , \quad i = 1, \ldots, n ,$$

pričom v tomto prípade

$$n = 4 , \quad a_1 = a , \quad a_2 = b , \quad a_3 = c , \quad a_4 = d .$$



Obr. 1.

Z rovníc (1), (1a) a (2) plynie, že uvedené ojnicové krivky sú vo všeobecnosti štvorparametrickou sústavou rovinných čiar, ktorých rovnica je rovnicou štvrtého stupňa.

Zavedením nových parametrov

(3) $$\lambda_1 = \frac{a}{b}, \quad \lambda_2 = \frac{c}{b}, \quad \lambda_3 = \frac{d}{b}, \quad b = 1 ,$$

prejde rovnica (1) do tvaru

(4) $$x^2y^2 - \lambda_1 xy + y^2 - 2\lambda_3 y + \lambda_1^2 - \lambda_2^2 + \lambda_3^2 = 0 ,$$

alebo vo všeobecnosti

(4a) $$f_1(x, y, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 0 ,$$

tj. v tomto prípade sa počet parametrov znížil o jednu, pričom jednotkou pre meranie parametrov λ_1, λ_2 a λ_3 je dĺžka b.

Cieľom časti tejto metodickej poznámky je poukázať na možnosť získania diferenciálnej rovnice, ktorá odpovedá rovnici (1), resp. (4), čo potom umožňuje pri daných počiatočných podmienkach zobraziť príslušné ojnicové krivky pomocou vhodných analogových počítačov.

2. VŠEOBECNÝ OPIS POSTUPU

Analogový počítací stroj slúži na riešenie diferenciálnych rovníc a to jak lineárnych tak aj nelineárnych. To znamená, ža ak existuje diferenciálna rovnica, ktorá zobrazuje určitý jav alebo objekt, analogový počítač môže poskytnúť riešenie tejto doferenciálnej rovnice a tým poskytnúť informacie o priebehu javu alebo stave a tvare objektu.

Z uvedených skutočností plynie možnosť zobrazenia ojnicových kriviek, ak sú známe ich rovnice v analytickom tvare.

Z teorie diferenciálnych rovníc ([8]) je známe, že ak existuje rovnica typu (2), možno vo všeobecnosti z tejto rovnice parametre a_i $(i = 1, \ldots, n)$ eliminovať tým spôsobom, že sa rovnica (2) n-krát derivuje, čím sa získa sústava $n + 1$ rovníc, ktoré vo všeobecnosti popri premenných x a y a parametroch a_i obsahujú aj derivácie závisle premennej, a to prvú až n-tú; vylúčením parametrov a_i sa potom získa diferenciálna rovnica, ktorá bude mať vo všeobecnosti tvar

$$F(x, y, y', \ldots, y^{(n)}) = 0\,. \tag{5}$$

Riešením rovnice (5) pri daných počiatočných podmienkách získa sa zas vo všeobecnosti rovnica typu (2).

Z vyššie uvedeného vychádza časť metodickej poznámky, ktorá je obsahom tohoto pojednania.

Ak je známa rovnica ojnicovej krivky, ktorej všeobecný tvar je daný rovnicou (2), potom vo všeobecnosti možno určiť diferenciálnu rovnicu typu (5), ktorá odpovedá príslušnej rovnici ojnicovej krivky; na určenie tejto diferenciálnej rovnice použije sa vyššie uvedený postup. Počiatočné podmienky sú vo všeobecnosti funkciami nezávisle premennej a funkciami parametrov a_i, teda menením počiatočných podmienok v technicky potrebných hraniciach možno získať rôzne tvary ojnicových kriviek skúmaného rovinného mechanizmu, čo znamená, že možno získať aj potrebný tvar ojnicovej krivky; príslušný rovinný mechanizmus potom pomocou parametrov, použitých na určenie počiatočných podmienok, možno navrhnúť.

Postup eliminovania závisí od tvaru východzej rovnice, hlavne od stupňa parametrov, ktoré v nej vystupujú.

V prípade rovníc (1) a (4) možno priamou elimináciu parametrov získať hľadanú diferenciálnu rovnicu, čo sa prevedie v ďalšom odseku.

3. URČENIE HĽADANEJ DIFERENCIÁLNEJ ROVNICE

Diferencovaním rovnice (1) a úpravou získajú sa rovnice

$$xy^2 + x^2yy' - ab(y + xy') + b^2(yy' - dy') = 0\,, \tag{6}$$

$$y^2 + 4xyy' + x^2y'^2 + x^2yy'' - ab(2y' + xy'') + b^2(y'^2 + yy'' - dy'') = 0\,, \tag{7}$$

$$6yy' + 6xy'^2 + 6xyy'' + 3x^2y'y'' + x^2yy''' - ab(3y'' + xy''') + \\ + b^2(3y'y'' + yy''' - dy''') = 0\,, \tag{8}$$

$$(9) \quad 12y'^2 + 12yy'' + 24xy'y'' + 8xyy''' + 4x^2y'y''' + 3x^2y''^2 + x^2yy^{\mathrm{IV}} - \\ - ab(4y''' + y^{\mathrm{IV}}) + b^2(3y''^2 + 4y'y''' + yy^{\mathrm{IV}} - dy^{\mathrm{IV}}) = 0\,;$$

eliminovaním parametrov a, b, c, d z rovníc (1), (6) až (9) získa sa diferenciálna rovnica

$$(10) \quad y'(3y'^2y'' - 3yy'' + yy'y''')\left[(2y'^2 - yy'')(12y'^3 + 12xy'y'' + 24xy'^2y'' + \\ + 8xyy'y''' + 4x^2y'^2y''' + 3x^2y'y''^2 - xy^2y^{\mathrm{IV}}) - (4y'y''' - yy^{\mathrm{IV}})(y^2y' + \\ + 4xyy'^2 + x^2y'^3 - xy^2y'')\right] - (yy'^2y^{\mathrm{IV}} - 4yy'y''y''' + 4y'^3y''' + \\ + 6y'^2y''^2 - 3yy''^2)\left[(3y'y'' - y''')(y^2y' + 4xy'^2 + x^2y'^3 - xy^2y'') + \\ + (yy'' - 2y'^2)(6yy'^2 + 6xy'^3 + 6xyy'y'' + 3x^2y'^2y'' - xy^2y''')\right] = 0\,,$$

pričom počiatočné podmienky vo všeobecnosti sú

$$(11) \quad y_{0_{1,2}} = \frac{1}{x_0^2 + b^2}\left[ax_0 + bd \pm \sqrt{\{(ax_0 + bd)^2 - (x + b^2)(a^2 - c^2 + d^2)\}}\right],$$

$$(12) \quad y_0' = \frac{x_0y_0 - ab}{x_0(ab - x_0y_0) - b^2(d - y_0)}\, y_0\,,$$

$$(13) \quad y_0'' = \frac{y_0^2 + y_0'[2(2x_0y_0 - ab) + y_0'(x_0^2 + b^2)]}{x_0(ab - x_0y_0) + b^2(d - y_0)}\,,$$

$$(14) \quad y_0''' = 3\,\frac{2y_0'(y_0 + x_0y_0') + y_0''(2x_0y_0 + x_0^2y_0' + b^2y_0 - ab)}{x_0(ab - x_0y_0) + b^2(d - y_0)}\,,$$

$$(15) \quad y_0^{\mathrm{IV}} = \frac{4y_0'''[y_0'(x_0^2 + b^2) + 2x_0y_0 - ab] + 3y_0''^2(x_0^2 + b^2) + \\ + 12y_0''(y_0 + x_0y_0') + 12y_0'^2}{x_0(ab - x_0y_0) + b^2(d - y_0)}\,.$$

Avšak na určenie diferenciálnej rovnice odpovedajúcej čiaram aerodynamického profilu možno použiť ako východziu rovnicu aj rovnicu (4), pritom je ale výhodné v tomto prípade za závisle premennú považovať premennú x; prevedením potrebného derivovania a potom eliminovaním parametrov λ_1, λ_2, λ_3 získa sa diferenciálna rovnica

$$(16) \quad (yx''' + 3x'')\left[xy^2x'' + yx'(yx' + 4x) + x^2 + 1\right] - \\ -(yx'' + 2x')\left[xy^2x''' + 3yx''(yx' + 2x) + 6x'(x + yx')\right] = 0\,,$$

pričom počiatočné podmienky vo všeobecnosti sú

$$(17) \quad x_{0_{1,2}} = \frac{1}{y_0}\left[\lambda_1 \pm \sqrt{\{\lambda - (y_0 - \lambda_3)^2\}}\right],$$

$$x_0' = \frac{x_0(\lambda_1 - x_0 y_0) + \lambda_3 - y_3}{y_0(x_0 y_0 - \lambda_1)}, \tag{18}$$

$$x_0'' = \frac{x_0[2\lambda_1 - y_0(4x_0 + y_0 x_0')] - (x_0^2 + 1)}{y_0(x_0 y_0 - \lambda_1)}, \tag{19}$$

$$x_0''' = 3\,\frac{x_0''[\lambda_1 - y_0(2x_0 + y_0 x_0')] - 2x_0'(x_0 + y_0 x_0')}{y_0(x_0 y_0 - \lambda_1)}. \tag{20}$$

Poznámky

a) Pri konkrétnom prevádzaní skúmania je vhodné počiatočné podmienky, ktoré sú v prípade vzorcov (11) až (15) vyjadrené v závislosti od parametrov a, b, c a d a volenej súradnici x_0 a v prípade vzorcov (16) až (20) vyjadrené v závislosti od parametrov λ_1, λ_2 a λ_3 a volenej súradnice y_0, zpracovať na číslicovom počítacom stroji do tabuľky, v dôsledku čoho sa potom možno veľmi rýchlo orientovať a získať jednak príslušné parametre rovinného mechanizmu a tým aj jeho schému.

b) Postup, uvedený v tomto odseku, ktorého všeobecné zásady sú veľmi stručne opísané v odseku 2., možno, ak je k dispozícii vhodný analogový počítací stroj, použiť na riešenie problémov približnej syntézy vodiacich mechanizmov [5], pritom je ale potrebné

1. poznať rovnice ojnicových kriviek,
2. zvoliť vhodný postup eliminovania príspušných parametrov v tom-ktorom konkrétnom prípade.

4. URČENIE POTREBNÝCH REKURENTNÝCH VZŤAHOV

Nech je daná binárna skupina *IIIA* (obr. 2), tvorená členmi *5* a *6*, pričom $\overline{CE} = u_3$; rekurentné vzťahy danej binárnej skupiny dané sú rovnicami

$$x_C = (x - u_1)\frac{\varrho - u_3}{\varrho} + u_1, \tag{21}$$

$$y_C = (y + u_2)\frac{\varrho - u_3}{\varrho} - u_2, \tag{22}$$

kde x_C a y_C — súradnice bodu E člena 5,

$$\varrho = \overline{PE} = \sqrt{[(x - u_1)^2 + (y + u_2)^2]}; \tag{22a}$$

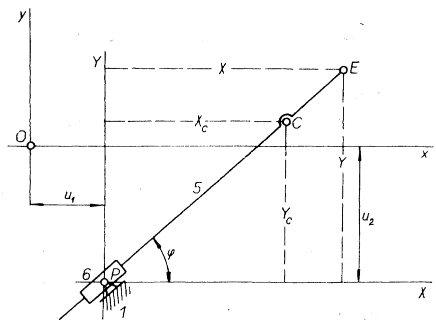
ostatné parametre sú vyznačené na obr. 2.

5. URČENIE ROVNICE OJNICOVEJ KRIVKY, KTOROU JE ELIPTICKÁ KONCHOIDA

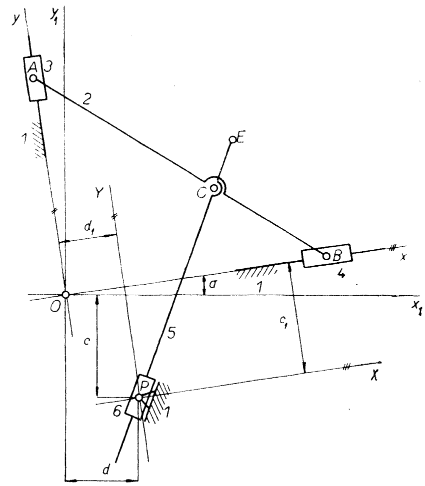
Eliptickú konchoidu ako ojnicovú krivku opisuje bod E člena 5 rovinného šesťčlenného mechanizmu na obr. 3, pre ktorý je dané: $\overline{AC} = a$, $\overline{CB} = b$, $\overline{CE} = k$, pričom poloha bodu P je vzhľadom na súradnicovú rovinu x_1, y_1, O určená súradnicami $P(d, -c)$; nakoľko sa rovnica ojnicovej krivky bude vyjadrovať vzhľadom na rovinu x, y, O, použijú sa miesto súradníc $P(d, -c)$ súradnice $P(d_1, c_1)$, kde (obr. 3)

$$c_1 = -(c \cos \alpha + d \sin \alpha)\,, \tag{23}$$

$$d_1 = -(c \sin \alpha + d \cos \alpha)\,. \tag{24}$$



Obr. 2.



Obr. 3.

Trajektoriou bodu C rovinného šesťčlenného mechanizmu na obr. 3 je elipsa, ktorej rovnica s prihliadnutím k daným parametrom bude ([6], str. 69)

$$b^2 x_C^2 + a^2 y_C^2 - a^2 b^2 = 0\,; \tag{25}$$

rekurentné vzťahy (21) a (22) a rovnica (22a) po prihliadnutí k daným parametrom a k rovniciam (23) a (24) nadobudnú tvar

$$x_C = (x - d_1)\frac{\varrho - k}{\varrho} + d_1\,, \tag{26}$$

$$y_C = (y + c_1)\frac{\varrho - k}{\varrho} - c_1\,, \tag{27}$$

$$\varrho = \sqrt{[(x - d_1)^2 + (y + c_1)^2]}\,; \tag{28}$$

po dosadení z rovníc (26) a (27) do rovnice (25) bude

$$b^2\left[d_1 + (x - d_1)\frac{\varrho - k}{\varrho}\right]^2 + a^2\left[(y + c_1)\frac{\varrho - k}{\varrho} - c_1\right]^2 - a^2 b^2 = 0\,; \tag{29}$$

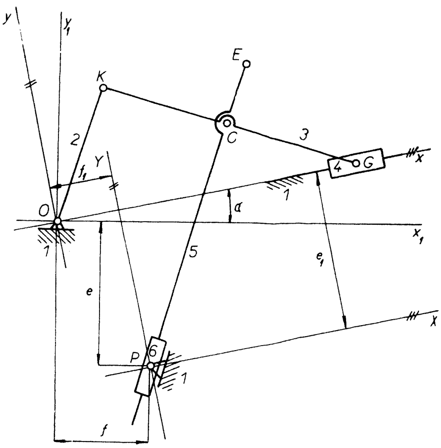
z rovnice (29) po prihliadnutí k rovnici (28) a po úprave rovnica ojnicovej krivky, tj. rovnica trajektorie bodu E členu 5 šesťčlenného rovinného mechanizmu na obr. 3

bude

$$(30)\quad \{(b^2x^2 + a^2y^2 - a^2b^2)[(x - d_1)^2 + (y + c_1)^2] + k^2[b^2(x - d_1)^2 + a^2(y + c_1)^2]\}^2 - 4k^2[(x - d_1)^2 + (y + c_1)^2][b^2x(x - d_1) + a^2y(y + c_1)]^2 = 0\,;$$

rovnica (30) je algebraickou rovnicou ôsmeho stupňa, obsahujúcou päť parametrov a, b, c_1, d_1 a k; táto rovnica je rovnicou trajektorie bodu E člena 5 rovinného šesťčlenného mechanizmu na obr. 3, teda rovnica (30) je rovnicou *eliptickej konchoidy*.

6. URČENIE ROVNICE OJNICOVEJ KRIVKY, KTOROU JE KONCHOIDA OJNICOVEJ KRIVKY CENTRICKÉHO KĽUKOVÉHO MECHANIZMU



Obr. 4.

Konchoidu ojnicovej krivky centrického kľukového mechanizmu opisuje bod E člena 5 rovinného šesťčlenného mechanizmu, ktorý je schematicky znázornený na obr. 4 a pre ktorý je dané: $\overline{OK} = a$, $\overline{KC} = b$, $\overline{CG} = c$, $\overline{CE} = d$, pričom polohu bodu P vzhľadom na rovinu x_1, y_1, O určujú súradnice $P(f, -e)$:, nakoľko sa rovnica ojnicovej krivky bude určovať v rovine x, y, O vhodné je zaviesť miesto súradníc $P(f, -e)$ súradnice $P(f_1, -e_1)$, ktoré určujú polohu bodu P vzhľadom na rovinu x, y, O (obr. 4), pričom bude

$$(31)\quad f_1 = -e \sin \alpha + f \cos \alpha\,,$$

$$(32)\quad e_1 = -(e \cos \alpha + f \sin \alpha)\,;$$

rovnica trajektorie bodu C člena *3* rovinného šesťčlenného mechanizmu po prihliadnutí k daným parametrom bude ([6], str. 230)

$$(33)\quad \left(x_C^2 - \frac{2b + c}{c}\, y_C^2 + a^2 - b^2\right)^2 - 4x_C^2\left[a^2 - \left(\frac{b + c}{c}\right)^2 y_C^2\right] = 0\,;$$

rovnica (33) prejde po úprave do tvaru

$$(34)\quad x_C^4 + Ay_C^4 + Bx_C^2y_C^2 - Cx_C^2 - Dy_C^2 + E = 0\,,$$

kde

$$(35)\quad A = \left(\frac{2b + c}{c^2}\right)^2,$$

$$B = 2\,\frac{2b^2 + 2bc + c^2}{c^2}\,, \tag{36}$$

$$C = 2(a^2 + b^2)\,, \tag{37}$$

$$D = 2\sqrt{(A)}\,(a^2 - b^2)\,, \tag{38}$$

$$E = (a^2 - b^2)^2\,; \tag{39}$$

rekurentné vzťahy binárnej skupiny tretieho druhu, dané rovnicami (21) a (22) a rovnica (22a), po prihliadnutí k obr. 2 a obr. 4 a daným parametrom, prejdú do tvaru

$$x_C = (x - f_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} + f_1\,, \tag{40}$$

$$y_C = (y + e_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} - e_1\,, \tag{41}$$

$$\varrho = \sqrt{[(x - f_1)^2 + (y + e_1)^2]}\,; \tag{42}$$

po dosadení z rovníc (40) a (41) do rovnice (34) bude

$$\begin{aligned} &\left[(x - f_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} + f_1\right]^4 + A\left[(y + e_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} - e_1\right]^4 + \\ &+ B\left[(x - f_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} + f_1\right]^2\left[(y + e_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} - e_1\right]^2 - \\ &- C\left[(x - f_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} + f_1\right]^2 - D\left[(y + e_1)\,\frac{\varrho - d}{\varrho} - e_1\right]^2 + E = 0\,; \end{aligned} \tag{43}$$

rovnicu (43) možno upraviť do tvaru

$$\begin{aligned} &[(x - f_1)(\varrho - d) + \varrho f_1]^4 + A[(y + e_1)(\varrho - d) - \varrho e_1]^4 + \\ &+ B[(x - f_1)(\varrho - d) + \varrho f_1]^2\,[(y + e_1)(\varrho - d) - \varrho e_1]^2 - \\ &- C\varrho^2\,[(x - f_1)(\varrho - d) + \varrho f_1]^2 - D\varrho^2[(y + e_1)(\varrho - d) - \varrho e_1]^2 + \\ &+ E\varrho^4 = 0\,; \end{aligned} \tag{44}$$

z rovnice (44) po prihliadnutí k rovnici (42) a po úprave bude

$$\begin{aligned} (45)\quad &[\![[(x - f_1)^2 + (y + e_1)^2]^2\,(x^4 + Ay^4 + Bx^2y^2 - Cx^2 - Dy^2 + E) + \\ &+ d^2[(x - f_1)^2 + (y + e_1)^2]\,\{6x^2(x - f_1)^2 + 6Ay^2(y + e_1)^2 + \\ &+ B[(x - f_1)^2\,y^2 + 4xy(x - f_1)(y + e_1) + x^2(y + e_1)^2] - C(x - f_1)^2 - \\ &- D(y + e_1)^2\} + d^4[(x - f_1)^4 + A(y + e_1)^4 + B(x - f_1)^2\,(y + e_1)^2]]\!]^2 - \end{aligned}$$

$$- 4d^2[(x - f_1)^2 + (y + e_1)^2] \{2x(x - f_1)[(x^2 + d^2)(x - f_1)^2 +$$
$$+ x^2(y + e_1)^2] + 2Ay(y + e_1)[y^2(x - f_1)^2 + (y^2 + d^2)(y + e_1)^2] +$$
$$+ 2B[(x - f_1) y + (y + e_1) y][xy(x - f_1)^2 + xy(y + e_1)^2 +$$
$$+ d^2(x - f_1)(y + e_1)] - d[(x - f_1)^2 + (y + e_1)^2][Cx(x - f_1) -$$
$$- Dy(y + e_1)]\}^2 = 0 ;$$

parametre A, B, C, D a E, vystupujúce v rovnici (45), dané sú rovnicami (35) až (39); rovnica (45) je rovnicou konchoidy ojnicovej krivky centrického kľukového mechanizmu; je to algebraická rovnica šestnástého stupňa, obsahujúca šesť parametrov.

7. URČENIE ROVNICE EKVIDIŠTANTY

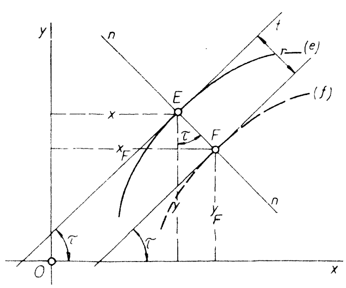
Nech je daná rovnica trajektorie (e) bodu E (obr. 5) v tvare

(46) $$f(x, y) = 0 ,$$

kde x, y sú súradnicami bodu E; ekvidištanta (f) čiary (e), tj. čiara, ktorá má v každom bode s čiarou (e) spoločnú normálu (teda aj rovnobežné dotyčnice), pričom vzdialenosť čiar (e) a (f), meraná na normále, je vždy rovná hodnote r = konšt., závisí od tvaru čiary (e), teda rovnica ekvidištanty bude závisieť od rovnice základnej čiary.

Na základe vyššie povedaného možno určiť súradnice x a y bodu E vo všeobecnej polohe v závislosti od súradníc x_F a y_F bodu F ekvidištanty (f).

Podľa obr. 5 bude



Obr. 5.

(47) $$x = x_F - r \sin \tau ,$$

(48) $$y = y_F + r \cos \tau ;$$

je ale

(49) $$\sin \tau = \frac{\operatorname{tg} \tau}{\pm \sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 \tau)}} ,$$

(50) $$\cos \tau = \frac{1}{\pm \sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 \tau)}} ,$$

kde

(51) $$\operatorname{tg} \tau = y' = y'_F ;$$

po dosadení z rovnice (51) do rovníc (49) a (50) a po dosadení takto upravených rovníc (49) a (50) do rovníc (47) a (48) bude

(52) $$x = x_F - \frac{r y'_F}{\sqrt{(1 + y'^2_F)}} ,$$

(53) $$y = y_F + \frac{r}{\sqrt{(1 + y'^2_F)}} ;$$

po dosadení z rovníc (52) a (53) do rovnice (45) získa sa rovnica

$$f_1(x_F, y_F) = 0 ; \tag{54}$$

rovnica (54) je potom rovnicou hľadanej ekvidištanty.

Aplikáciou uvedeného všeobecného postupu možno určiť v konkrétnych prípadoch rovnice ekvidištant príslušných ojnicových kriviek.

ZÁVER

V úvode predkladanej práce vytýčená úloha bola splnená, lebo hľadané diferenciálne rovnice ako aj hľadané rovnice ojnicových kriviek sú určené. Uvedené sú tiež rovnice, pomocou ktorých je možno pri známej rovnici nejakej čiary určiť rovnicu jej ekvidištanty.

Literatúra

[1] *Medvec, A.:* Príspevok k syntéze rovinných mechanizmov z geometrického hľadiska. Metóda zobrazovania rovníc mechanizmov. Strojnícky časopis SAV, č. 3, 1961.

[2] *Medvec, A. - Kuniak, M.:* Vytváranie aerodynamického profilu definovaného matematickou funkciou. Strojírenství, č. 6, 1963.

[3] *Medvec, A. - Kuniak, M.:* Príspevok ku kinematike brúsenia lopatkových profilov. Strojnícky časopis SAV, č. 1, 1965.

[4] *Medvec, A. - Kuniak, M.:* Sedem až *n*-parametrické mechanizmy na vytváranie čiar aerodynamických profilov. Strojnícky časopis SAV, r. XVII, č. 2, 1966.

[5] *Bárdoš, V.:* Približná syntéza rovinných mechanizmov. Zborník prednášok z konferencie o konštrukcii výrobných strojov, KRČSVTS, 1964.

[6] *Bárdoš, V.:* Kinematika v príkladoch. SVTL, SNTL, 1964.

[7] *Артроболевский, И. И. - Левитский, Н. И. - Черкудинов, С. А.:* Синтез плоских механизмов, Физматгиз, 1959.

[8] *Štěpanov, V. V.:* Kurs diferenciálních rovníc. Přírodovědecké vydavatelství, 1952.

[9] *Bárdoš, V.:* Metódy približnej syntézy rovinných mechanizmcv s nižšími kinematickými dvojicami. Strojírenství, sv. 16, č. 1, 1966.

Резюме

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЗАМЕТКА К ИССЛЕДОВАНИЮ ШАТУННЫХ КРИВЫХ, ИМЕЮЩИХ ВИД АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

ВЛАДИМИР БАРДОШ (VLADIMÍR BÁRDOŠ)

Работа содержит короткое описание метода определения дифференциального уравнения шатунной кривой, вид которой соответствует аэродинамическому профилю. Полученное уравнение может быть применено как одна из возмож-

ностей для изображения соответствующей линии при помощи подходящих аналоговых счетно-решающих машин. В работе находится также определение уравнения шатунных кривых при помощи рекуррентных соотношений у плоских механизмов. Эквидистанты соответствующих шатунных кривых — тоже аэродинамичесекие профилы. В заключение работы приведено общее описание определения уравнения эквидистанты полученной шатунной кривой.

METHODISCHE BEMERKUNG ZUR UNTERSUCHUNG VON AERODYNAMISCH GEFORMTEN KOPPELKURVEN

Vladimír Bárdoš

Im Aufsatz ist eine kurze Beschreibung einer Methode zur Bestimmung der Differentialgleichung von Koppelkurven deren Formen aerodynamischen Profilen gleichen angeführt. Die abgeleitete Gleichung kann als eine der Möglichkeiten zur Abbildung der untersuchten Kurve mittels Analog-Rechenanlagen dienen. Im Aufsatz ist auch die Bestimmung von Koppelkurven ebener Mechanismen mittels einer rekurrenten Beziehung angeführt. Die Aquidistanten der untersuchten Kurven bilden gleichfalls aerodynamische Profile. Die Arbeit wird mit einer allgemeinen Beschreibung einer Methode zur Bestimmung der Gleichung einer Aquidistante zur gegebenen Kuppelkurve abgeschlossen.

Adresa autora: Ing. *Vladimír Bárdoš* C.Sc., Pekná cesta 5/44, Bratislava.