

JEDNA Z MOŽNOSTÍ GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA DRÔTOV TVORIACICH JEDNU VRSTVU TROJBOKÉHO PRAMEŇA

Eva Stanová¹

Kľúčové slová: ocelové lano, trojboký prameň, geometria konštrukcie prameňa, parametrické rovnice, geometrické modelovanie

Abstrakt:

Príspevok sa zaoberá možnosťou tvorby geometrických modelov drôtov vo vrstve trojbokého prameňa, pričom je využívané matematické vyjadrenie osi jedného drôtu a zhodnosť plôch tvoriacich povrchy drôtov jednej vrstvy.

1. Úvod

Proces výroby ocelových lán pozostáva z niekoľkých etáp: počnúc návrhom konštrukcie lana až po analýzu jeho vlastností. V súčasnosti je možné tento proces zefektívniť využívaním informačných technológií. Využitím vhodných CAD systémov je možné overiť niektoré konštrukčné či fyzikálne vlastnosti lán. Umožňujú vytvoriť matematický model lana, pomocou ktorého je možné analyzovať vhodnosť geometrických parametrov konštrukcie, simulovať a vyhodnocovať niektoré záťažové situácie. K tomuto je potrebné matematické vyjadrenie konštrukčných prvkov lana. Príspevok sa zaoberá jednou z možností, ako zostrojiť geometrické modely jednotlivých drôtov vo vrstvách trojbokého prameňa na základe matematického vyjadrenia ich osí.

2. Geometria konštrukcie prameňa

Usporiadanie a počet drôtov vo vrstve trojbokého prameňa závisia od počtu prameňov tvoriacich lano, od veľkosti priemeru drôtov ako aj od tvaru jadra. Jedna z možností je usporiadať drôty tak, aby body osí troch drôtov ležali na ťažniciach rovnostranného trojuholníka a body osí ostatných drôtov na stranách tohto trojuholníka. Možné je to v prípade lana vytvoreného zo šiestich prameňov pri počte drôtov v 1. vrstve $3n_1$. Pre tento typ konštrukcie bolo v [1] uvedené matematické vyjadrenie osi drôtu vinutého okolo osi prameňa vo forme parametrických rovníc. Na ich základe je možné vytvoriť geometrický model drôtu. Na Obr.1 je zostrojený model drôtu 1. vrstvy prameňa typu (3+9+15) v programe Pro/ENGINEER Wildfire v. 8.



Obr. 1 Drôt vinutý okolo osi prameňa

3. Modelovanie drôtov vo vrstve prameňa

Drôty jednej vrstvy sú zhodné plochy, čo možno pri tvorbe geometrického modelu celej vrstvy prameňa využiť. Osi všetkých drôtov 1. vrstvy sú zhodné krivky, pričom každý drôt vo vrstve je

¹ RNDr. Eva Stanová, PhD., Stavebná fakulta TU v Košiciach, Katedra aplikovanej matematiky, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 43 86, e-mail: eva.stanova@tuke.sk

vzhľadom na predchádzajúci posunutý v smere osi prameňa o určitú veľkosť h_{w1} . Táto veľkosť je závislá od výšky vinutia h_1 drôtu, ktorú podľa [1] odvodíme zo vzťahov

$$h_1 = 3z_s(\gamma) \quad (1)$$

$$z_s(\psi) = (\delta_1 + \Delta_1)(n - 1 + \psi - 2\gamma) \cot \alpha \quad (2)$$

pre $\gamma = 2g + \frac{2p}{3}$. Platí:

$$h_1 = 3(d_1 + \Delta) \left(n_1 - 2 + \frac{2p}{3} \right) \cot a_1, \quad (3)$$

kde d_1 je priemer drôtov vo vrstve, Δ medzera medzi drôtmi, a_1 je uhol vinutia drôtov okolo osi prameňa a n_1 určuje počet drôtov v 1.vrstve (počet je $3n_1$).

Aby boli drôty vo vrstve rovnomerne rozložené, pre posunutie h_{w1} musí platiť:

$$h_{w1} = \frac{h_1}{3n_1}. \quad (4)$$

Z rovníc (3) a (4) potom vyplýva, že veľkosť posunutia drôtu vo vrstve vzhľadom na susedný drôt je:

$$h_{w1} = \frac{d_1 + \Delta}{n_1} \left(n_1 - 2 + \frac{2p}{3} \right) \cot a_1. \quad (5)$$

Podobne pre drôty 2.vrstvy je možné na základe rovníc uvedených v [1] vyjadriť veľkosť h_2 výšky ich vinutia vzťahom:

$$h_2 = 3(d_1 + \Delta) \left(n_1 - 2 + \frac{2p}{3} \right) \cot a_2 + \frac{(d_1 + d_2)p}{3} \cot a_2, \quad (6)$$

z čoho pre posunutie h_{w2} susedných drôtov vo vrstve platí:

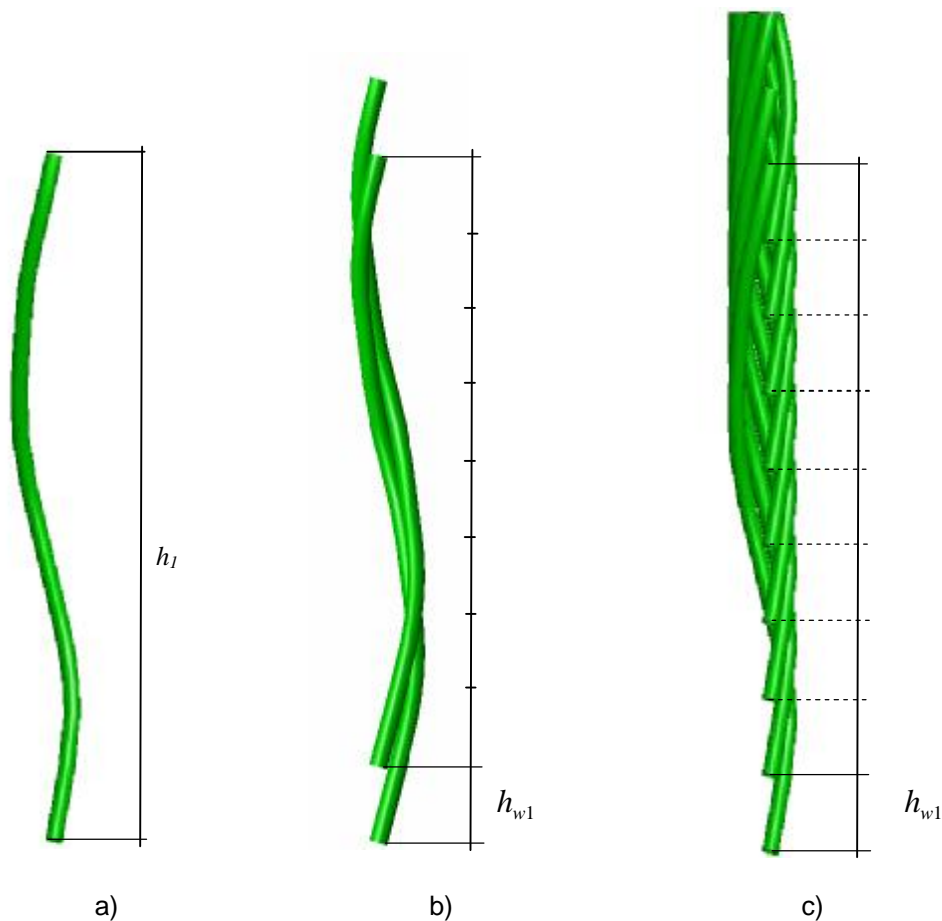
$$h_{w2} = \frac{(d_1 + \Delta)}{n_2} \left(n_1 - 2 + \frac{2p}{3} \right) \cot a_2 + \frac{(d_1 + d_2)p}{3n_2} \cot a_2, \quad (7)$$

kde d_2 je priemer drôtov vo vrstve, a_2 je uhol vinutia drôtov okolo osi prameňa a n_2 určuje počet drôtov 2.vrstvy (počet je $3n_2$).

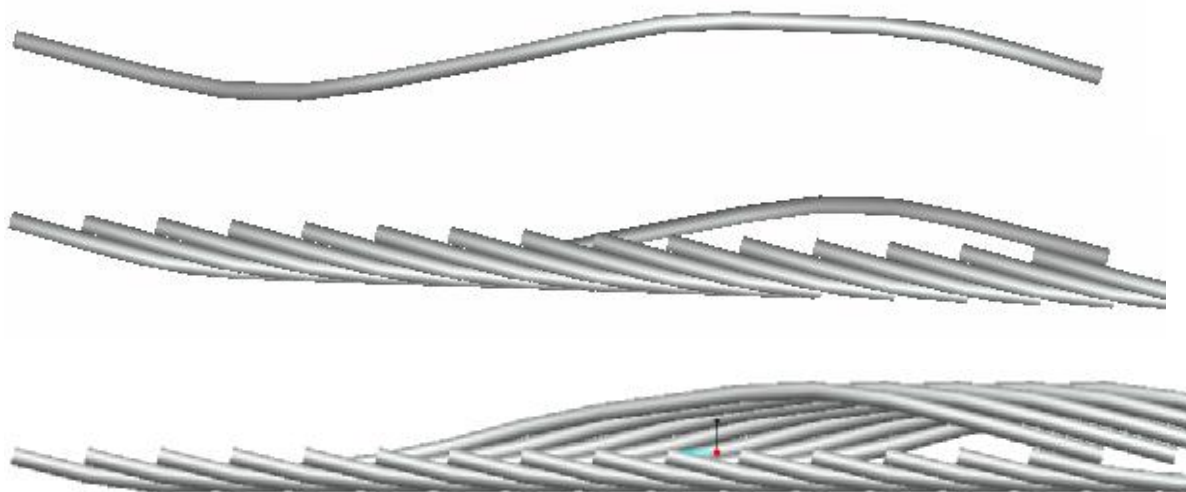
Využitím uvedených vlastností je možné postupne zostrojiť geometrické modely všetkých drôtov vo vrstve prameňa. Na overenie matematického vyjadrenia bol zostrojený model 1. vrstvy drôtov (Obr. 2) a 2.vrstvy drôtov (Obr. 3) pre prameň typu (3+9+15). Základné parametre prameňa sú uvedené v Tab. 1.

Tab. 1 Parametre geometrickej konštrukcie prameňa

Trojboký prameň (3+9+15)	Počet drôtov vo vrstve $3n$	Priemer drôtov δ [mm]	Uhol vinutia α [°]	Medzera Δ [mm]
1.vrstva	9	1,18	15	0,0416
2.vrstva	15	1,18	15	-

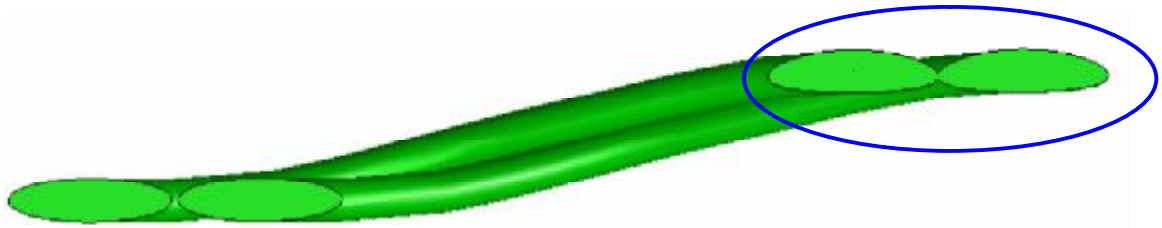


Obr. 2 Modely drôtov 1.vrstvy: a) výška h_1 vinutia drôtov, b) určenie posunutia h_{w1} jedného drôtu, c) posunutie jednotlivých drôtov vo vrstve



Obr. 3 Modely drôtov 2.vrstvy

Geometrický model je možné využiť na overenie vhodnosti zadaných parametrov konštrukcie prameňa. Na reze dvoch susedných drôtov rovinou prechádzajúcou osou prameňa je viditeľné, že v jednej časti rezu sa rezové krivky pretínajú (Obr. 4). To znamená, že drôty by sa v tejto časti pretínali, čo technicky nie je možné. Zmenou jedného alebo viacerých parametrov možno tento problém odstrániť. Na Obr. 5 je rez modelu dvoch susedných drôtov, kde sa už rezové krivky nepretínajú. Tento stav bol dosiahnutý zmenou veľkosti medzery Δ medzi drôtmi.



Obr. 4 Rez modelov susedných drôtov s medzerou $\Delta = 0,0416 \text{ mm}$



Obr. 5 Rez modelov susedných drôtov s medzerou $\Delta = 0,050 \text{ mm}$

4. Záver

V príspevku je popísaná jedna z možností, ako modelovať drôty vo vrstve trojbokého prameňa. Využitie sú fakty, že sú známe parametrické rovnice osi jedného drôtu vrstvy a že povrchy drôtov jednej vrstvy sú zhodné plochy. Potom podľa spôsobu práce so softvérom je možné zostrojiť model jedného drôtu a modely ďalších drôtov zostrojovať kopírovaním prvého modelu a jeho posunutím v smere osi prameňa o príslušnú veľkosť h_w , alebo túto veľkosť zakomponovať do parametrických rovníc a model každého drôtu vytvoriť na základe týchto rovníc.

Príspevok je súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0400/09 Integrovaná analýza inteligentných lanových a tensegrity sústav s regulovateľným pôsobením

Literatúra:

- [1] Stanová, E.: *Mathematical interpretation of the wire axis in the layer of trihedral rope strand*. In: TRANSPORT & LOGISTICS, No.16 (2010), Košice, pp. 91 – 96, ISSN 1451-107X.
- [2] Fabian, Michal - Spišák, Emil: *Navrhování a výroba s pomocí CA.. technologií*. 1. vyd. Brno: CCB, 2009. 398 p. ISBN 978-80-85825-65-7.
- [3] Fedorko, G., Molnár, V., Madáč, K.: *Základy aplikácie Pro/Engineer v technickej konštrukcii*, Vydavateľstvo Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Košice, 2008, s. 87, ISBN 978-80-8073-972-0.

Recenzia/Review: *prof. doc. Ing. Eduard Štroffek, CSc.*