

EXPERIMENTÁLNE URČENIE MODULU PRUŽNOSTI OCEĽOVÝCH LÁN

Doc. Ing. Eduard Štroffek, CSc.

Katedra banskej mechanizácie a automatizácie BF VST Košice

Otázkam modulu pružnosti oceľového lana nebola u nás doteraz venovaná takmer žiadna pozornosť. Pritom v súčasnej dobe význam tejto veličiny rastie, najmä v súvislosti s narastaním ťažných hĺbok šácht, ako aj v súvislosti s používaním viaclanových ťažných zariadení. Znalosť hodnôt modulu pružnosti lán je veľmi dôležitá ako pre konštruktérov, tak aj pre užívateľov. Hodnota modulu pružnosti bude podobne ako krútiaci moment ovplyvňovať životnosť lana tým, že obidve veličiny vyvolávajú dynamické namáhanie lana, nepriaznivo vplývajúce na životnosť. Z hľadiska rôzneho vplyvu jednotlivých parametrov (napr. textilná vložka, uhol vinutia, mazadlo atď.) je zisťovanie modulu pružnosti oceľového lana pomerne obtiažne. Zatiaľ sa u nás pri výpočtoch používali hodnoty uvádzané Vyssom.

V literatúre (1, 2, 3) sa stretávame s empirickými vzťahmi pre výpočet modulu pružnosti, ktorých aplikácia, vzhľadom na veľký počet konštrukcií lán, môže slúžiť len pre hrubú orientáciu. Známy je napr. vzťah Prof. Dinnika, podľa ktorého hodnota modulu pružnosti je závislá na veľkosti uhlu vinutia prameňa a module pružnosti materiálu drôtov. Prof. Dinnik uvádza dva vzorce, a to pre laná jedno-prameenné

$$E_1 = E_m \cdot \cos^4 \psi \quad (1)$$

a pre viacprameenné laná s vložkou

$$E_1 = E_m \cdot \cos^4 \psi \cdot \cos^4 \psi' \quad (2)$$

kde E_1 - modul pružnosti lana

E_m - modul pružnosti materiálu drôtov

ψ - uhol vinutia drôtov v prameni

ψ' - uhol vinutia prameňov v lane.

Presnejší spôsob určenia modulu pružnosti je pomocou ťahových diagramov a ich vyhodnotenia. Známych je niekoľko spôsobov zisťovania modulu pružnosti, avšak všetky vychádzajú

jú z určenia závislosti napätia na deformácii. V závislosti na použitej metodike skúšok, môžeme modul pružnosti definovať niekoľkými spôsobmi.

My sme použili určenie modulu pružnosti lana z krivky odľahčovania, čo je vlastne pružné skracovanie lana. Podľa nášho názoru je práve táto metóda vzhľadom na prevádzkové podmienky práce oceľových lán najvhodnejšia, nakoľko lano v priebehu svojej práce je nesutále zatažované a odľahčované. Modul pružnosti oceľového lana sa pri použití tejto metódy určuje zo vzťahov:

$$E_1 = \frac{\sigma}{\varepsilon_c} = \frac{(F - F_0) \cdot l}{S \cdot \Delta l_c} \quad \text{pre zatažovanie} \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{\bar{\sigma} - \bar{\sigma}_0}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} = \frac{(F - F_0) \cdot l}{S \Delta l_s} \quad \text{pre odľahčovanie} \quad (4)$$

kde $\bar{\sigma}$ - napätie pri danom zatažení

$\bar{\sigma}_0$ - zbytové napätie pri odľahčení

ε_c - celkové pomerné predĺženie pri napätí $\bar{\sigma}$

ε_t - pomerné predĺženie pri napätí $\bar{\sigma}_0$

S - nosný prierez lana

Δl_c - celkové predĺženie lana

Δl_s - trvalé predĺženie lana

F - zatažujúca sila

F_0 - sila pri odľahčení

Z uvedených vzťahov vidíme, že pre výpočet veličín E_1 , E_2 potrebujeme získať hodnoty celkového, trvalého a pružného predĺženia lán pri zatažovaní. Zataženie môžeme ľubovoľne voľiť. Výhodou tohto spôsobu je určenie dvoch hodnôt modulu pružnosti pri jednom meraní. Výsledky skúšok sú uvedené v tabuľke č. 1.

Výsledky z vykonaných skúšok zodpovedajú výsledkom, ktoré boli doposiaľ publikované. Závery z doterajších výsledkov výskumu modulu pružnosti môžeme zhrnúť do dvoch bodov:

1) Hodnota modulu pružnosti je závislá na zatažení lana. So zvyšovaním hodnôt zataženia rastú aj hodnoty E_1 a E_2 .

2) Modul pružnosti závisí na konštrukcii lana a mechanických vlastnostiach drôtov, z ktorých je lano vyrobené.

LITERATÚRA

1. BUCHER, G.: Drahtseile und ihre Herstellung, VEB Verlag Technik, Berlin, 1958
2. ČAJUN, I.N.: O module uprugosti kanata pri pevnom nagraženi, v sb. "Stalnyje kanaty", vyp. 9, Kijev, Technika, 1972
3. RABAS, E.: Drátěné laná na dolech, SNTL, Praha, 1957

Tabuľka 1. Modul pružnosti jednotlivých vzoriek lán pri rôznom zaťažení

číslo vzorky	ČSN	Modul pružnosti									
		E_1 (MPa . 10^4)					E_2 (MPa . 10^4)				
		10	8	7	4	2	10	8	7	4	2
1	02 4320.45	2,49	2,04	5,29	7,25	7,53	3,33	3,28	5,87	8,75	8,98
2	02 4322.45	3,44	6,54	6,37	8,65	10,79	6,55	9,85	7,85	9,08	13,81
3	02 4370.41	8,31	4,05	4,13	4,85	5,67	9,01	8,53	8,87	11,29	13,69
4	02 4352.41	3,60	3,94	4,65	4,70	6,28	8,81	9,48	13,39	17,02	25,79
5	02 4322.21	2,29	4,78	4,14	4,07	7,77	2,96	4,90	4,14	5,17	9,13
6	02 4322.45	4,83	5,33	5,26	3,72	8,36	7,32	6,78	6,80	4,31	8,48
7	02 4322.41	4,77	5,67	5,97	7,48	9,52	7,45	7,42	7,66	9,25	11,50
8	02 4352.41	3,74	3,85	3,90	4,64	6,00	5,34	5,72	6,31	8,46	10,02
9	02 4324.41	3,66	6,19	6,26	7,56	9,47	5,88	9,12	6,73	7,98	9,67
10	02 4324.45	4,13	4,07	5,39	5,28	7,81	6,83	5,06	6,80	8,02	9,13
11	02 4371.52	8,69	8,66	9,06	9,03	10,69	10,96	11,52	11,54	11,54	9,80
12	02 4371.22	5,75	9,30	10,67	7,50	12,40	15,00	14,02	12,76	8,72	19,49
13	02 4342.42	3,74	3,96	5,92	7,48	8,27	3,33	6,85	6,38	8,12	9,12
14	02 4345.61	5,36	7,53	8,02	9,50	-	6,42	8,60	9,62	11,10	-