



32th Conference of Experimental Stress Analysis
32. konference o experimentální analýze napětí
30. 5. - 2. 6. 1994 VŠST Liberec Czech Republic

A FORCE ANALYSIS OF A PLATE STRAIGHTENING MACHINE

VÝPOČET A EXPERIMENTÁLNE OVEŘENIE SILOVÝCH POMEROV U VÁLKOVÝCH ROVNACIÉK

JAKUDÍK Viktor

The contribution acquaints with results gathered with projects, designs and operations of roll straightening machines.

Following parameters were measured:

a power input of a motor, an intensity of a force in the course of straightening, a stress and dimensioning of driving spindles.

Proces rovnania na válkových rovnáčkách predstavuje sám o sebe mnohonásobný pružno-plastický ohyb. Plastickej deformácie je doprevádzaná vplyvom veľkého množstva dejov komplikujúcich analýzu fyzikálneho procesu. Preto bolo potrebné zaoberať sa metódami zjednodušenia zložitých fyzikálnych zákonov plastickej deformácie.

Na základe analýzy procesu rovnania výpočtu deformácií boli vzaté dve hypotézy a to:

- 1/ hypotéza ideálneho pružno-plastického materiálu
 2/ hypotéza o zachovaní rovinnosti prierezu

Prvá hypotéza je prijateľná pre ocele s výraznou medzou klzu. Rovinnosť pricného prierezu pri rovnaní válčekovými rovnačkami a i obraz napäťosti v ťahovej a tlakovej oblasti môžeme považovať za rovnaký. Neutrálna osa prechádza geometrickým ťažiskom prierezu pásu.

U materiálov strednej a väčšej hrúbky sa pomerne dobre priblížil F. Proksa [1] tým, že pre výpočet bral v úvahu hrúbku plechu a sprevnenie, ktoré vzniká v priebehu procesu mnohonásobného striedavého ohýbania.

Uvažujeme ideálny pružno-plastický materiál. Výpočet silových pomerov je daný deformačnými, tretími a konštrukčnými pomerami daných zariadení. Tieto môžeme vyjadriť pomocou deformačného momentu

$$M_1 = K \cdot a$$

$$\text{kde } K = \frac{Re^2 \cdot B \cdot D \cdot h}{4 E} ;$$

$$i = n - 1$$

$$a = \sum_{i=2}^n a_i ; \quad a_i = \left(c_{pi} + \frac{1}{c_{pi}} - 2 \right)$$

a - redukovaný súčiniteľ plastičnosti

c_p - vyjadruje mernú deformáciu

B - šírka pásu

D - priemer rovnacieho valčeka

Hodnota súčinitel a c_p sa volí obyčajne pre druhý rovnací valček empiricky, alebo sa určí z rovnice

$$c_{p2} = \frac{E \cdot h}{f_2 \cdot Re} ; \quad \text{z praxe je možno voliť } f_2 \text{ nasledovne}$$

$$\text{pre } Re > 450 \text{ MPa} \quad f_2 = 10 \cdot h$$

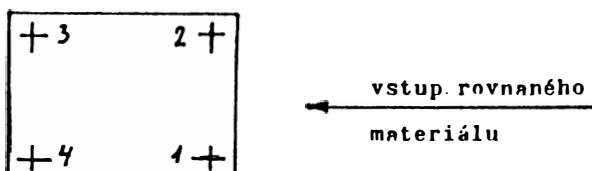
$$Re < 300 \text{ MPa} \quad f_2 = \frac{k \cdot E \cdot h}{10 \cdot Re}$$

$$k = 1 - 2$$

Dalej vstupuje do výpočtu tretie momenty a to tretí moment na prekonanie tretích síl medzi rovnacími válčekami a rovnaným plechom M_2 a tretí moment na prekonanie trenia v ložiskách M_3 .

Pri praktickom výpočte jednotlivých síl na rovnacích válčekoch sa obyčajne vychádza z úplnej plastickej deformácie na vstupe do rovnačky a pružnej deformácie na výstupe.

Meranie síl a príkonu sme previedli na skušobni i v priebehu skušobnej prevádzky u zákazníka.



Výsledky namerané u 17 váľčkovovej rovnačky

	Rovnaný materiál		Rýchlosť rovnania m s ⁻¹	Zatúženie meracích miest kN				Celková sila kN
	Rozm.	Re MPa		1	2	3	4	
25113	3x 1300x 2000	100	1	50,4	28,1	81	5,8	165,3
25123		300		55	39,4	135	4,67	234,07

27 - váľčková rovnačka

	Rovnaný materiál		Rýchlosť rovnania m s ⁻¹	Zatúženie meracích miest kN				Celková sila kN
	Rozm.	Re MPa		1	2	3	4	
25060	0,6x 1500x 2000 1,5x 1300x 2000	200	1,27	0,64	4,34	1,73	2,31	9,02
		150	1	15,40	5,10	5,42	6,40	32,32
		150	1,19	12,58	3,40	4,53	5,60	26,11

Porovnanie na meraných a vypočítaných hodnôt u 17 vŕtakovej rovnačky je vypočítaná sila väčšia pri $Re = 300$ MPa o 100 % a u 27 vŕtakovej rovnačky pre $Re = 150$ MPa je vypočítaná sila väčšia a dosahuje až 370 % [2]

Pri meraniach síl pri rovnaní materiálu s $Re = 500$ MPa je vypočítaná sila menšia, ako nameraná.

Vypočítaná 58,604 kN a nameraná 91,426 kN.

Záver:

Z meraní a výpočtov sa potvrdzuje, že pri rovnaní plochov na vŕtakových rovnačkách sa prejavuje vplyv hrúbky rovnaného materiálu a medze klzu Re .

Literatúra:

[1] Proksa, F.: Zur Theorie des plastischen Blechbiegens bei grossen Formänderungen. Diss. T. H. Hannover 1958.

[2] Jakubík, V. a kol.: Meranie a výpočet vŕtakových rovnačiek 1970-60.

Jakubík Viktor, Doc., Ing., CSc.

**STU - Trnava, Detašované pracovisko Duhnička nad Váhom
0627 - 21393**