

**A MATHEMATICAL MODEL FOR CENTERING THE POSITION OF
A ROLLED RING IN THE COURSE OF ROLLING THE RING****O. Učeň***

Summary: *The contribution deals with problems of the creation of a mathematical model for centring the position of a ring in the course of rolling the ring. Ring centring is ensured by means of lateral holding rollers the position of which must be controlled. If the position of the lateral holding rollers is not controlled, a ring of the elliptical shape is rolled, which has a negative impact on the resultant quality of the ring rolled. In the contribution two mathematical models, including the comparison of them are derived.*

1. Úvod

V příspěvku je uveden analytický model pro středění polohy válcovaného kroužku během jeho válcování. Z analytického modelu je odvozen model numerický. Středění kroužku je zajišťováno pomocí bočních přídržovacích kladek. V případě, že poloha bočních přídržovacích kladek není řízena dochází k válcování elipsovitého kroužku, což má negativní vliv na výslednou kvalitu vyválcovaného kroužku. Tento problém se projevuje na provozovaném zařízení RKRA 2000 BLUG. Jedná se o radiálně-axiální zařízení pro válcování kroužků. Na tomto zařízení se válcováním vyrábějí kroužky, které většinou slouží jako polotovary pro výrobu vnitřních a vnějších kroužků velkých valivých ložisek. Na obrázku 1 je zařízení pro válcování kroužků včetně válcovaného kroužku.

2. Analytický model pro středění polohy válcovaného kroužku

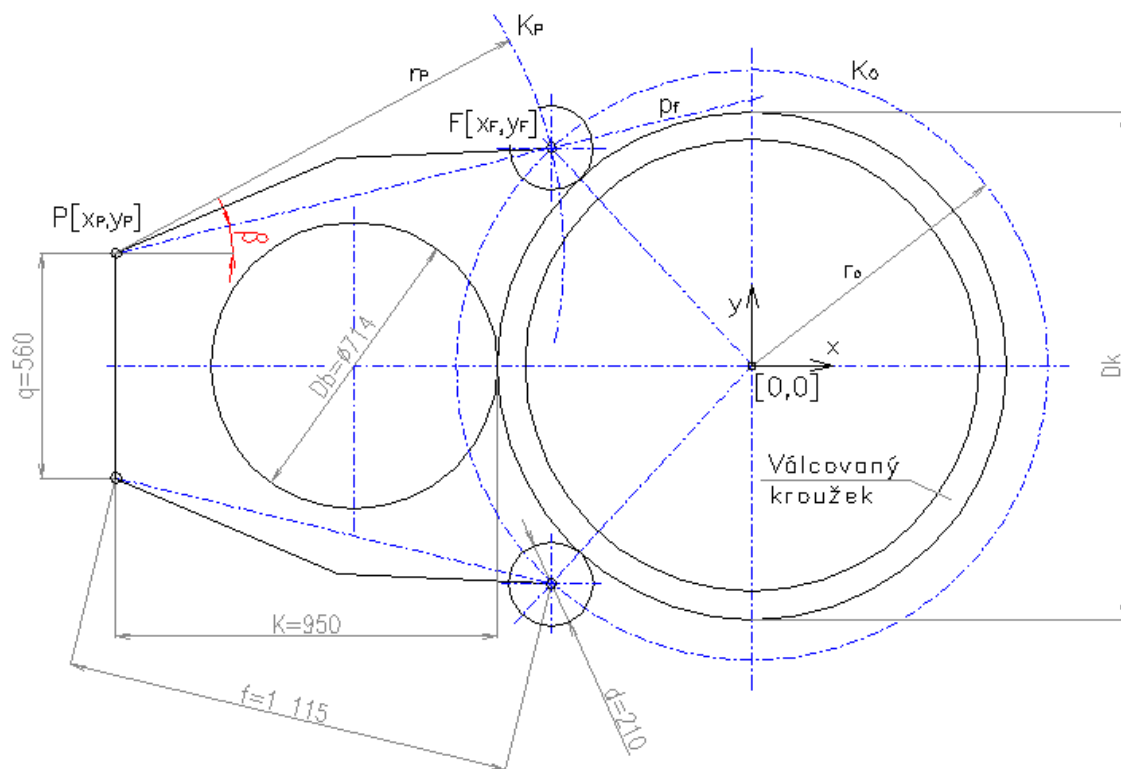
Matematické modely pro středění polohy válcovaného kroužku během jeho válcování vycházejí z řízení polohy ramen bočních přídržovacích kladek. Poloha ramen bočních přídržovacích kladek je řízena pomocí přímočarých hydromotorů.

Při tvorbě analytického modelu se vychází z výpočtových schémat na obrázcích 2 a 3. Nejprve je zde odvozena závislost úhlu β (viz. obrázek 2) na průměru válcovaného kroužku D_k . Úhel β je směrový úhel přímky p_f , která prochází body P a F. Bod F je průsečík kružnice K_p a kružnice K_o .

* Ing. Oldřich Učeň: Katedra výrobních strojů a konstruování, Fakulta strojní, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava; tř. 17. listopadu 15; 708 33 Ostrava – Poruba; tel.: +420 57 732 4274, fax: +420 57 732 4600; e-mail: oldrich.ucen.fs@vsb.cz

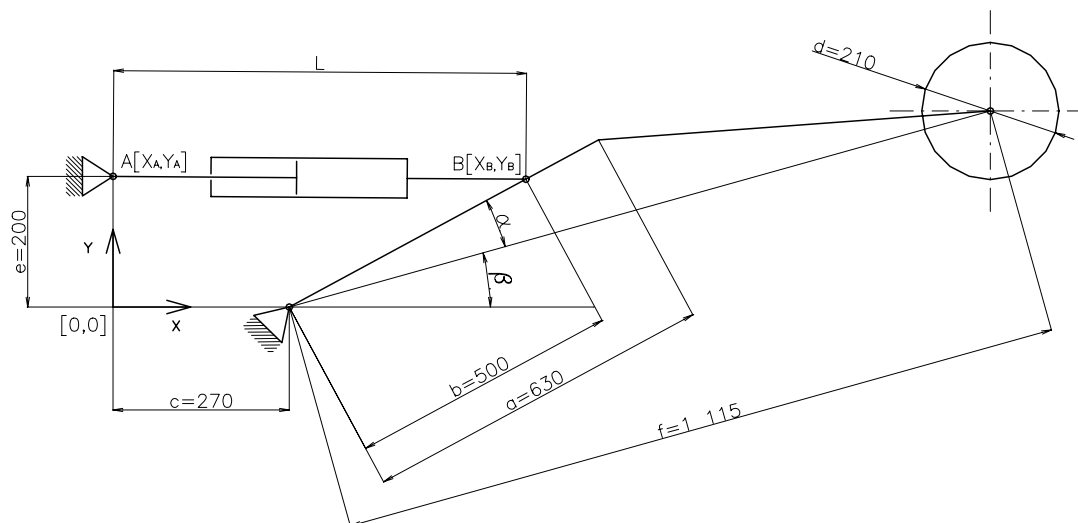


Obrázek1 Zařízení pro válcování kroužků RKRA 2000 BLUG



Obrázek2 Schéma pro výpočet úhlu β

Pomocí úhlu β je zde odvozena závislost délky přímočarého hydromotoru L průměru válcovaného kroužku D_k .



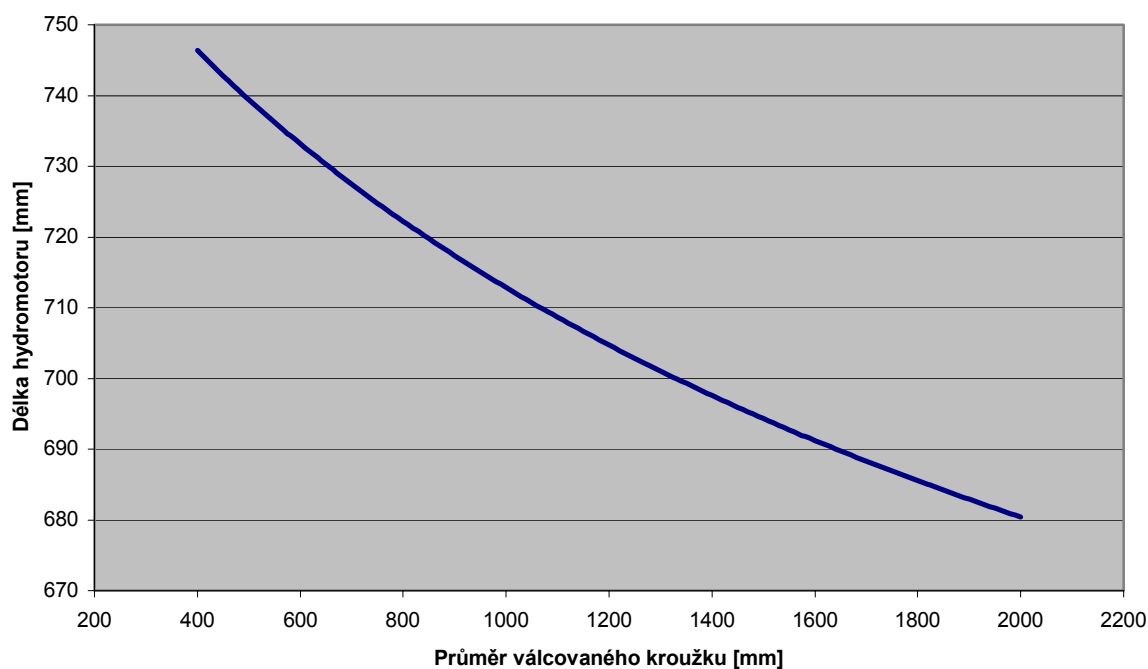
Obrázek3 Schéma pro výpočet délky přímočarého hydromotoru

Postup analytického výpočtu pro výpočet délky přímočarého motoru je uveden v tabulce 1.

Tabulka1 Postup výpočtu délky přímočarého hydromotoru

	Dílčí výpočet
1.	Konstanty: $y_p = \frac{q}{2}$, $r_p = f$, $x_A = 0$, $y_A = e$
2.	$x_p = -K - \frac{D_k}{2}$, $r_o = \frac{D_k}{2} + \frac{d}{2}$
3.	$m = \frac{x_p^2 + r_o^2 + y_p^2 - r_p^2}{2}$
4.	$x_F = \frac{2 \cdot x_p \cdot m + \sqrt{x_p^2 \cdot m^2 - 4 \cdot (x_p^2 + y_p^2) \cdot (m^2 - r_p^2 \cdot r_o^2)}}{2 \cdot (x_p^2 + y_p^2)}$
5.	$y_F = \sqrt{r_o^2 - x_F^2}$
6.	$\beta = \arctg \frac{y_F - y_p}{x_F - x_p}$
7.	$x_B = c + b \cdot \cos(\alpha + \beta)$
8.	$y_B = b \cdot \sin(\alpha + \beta)$
9.	$L = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$

Z tabulky 1 vyplývá graf závislosti délky přímočarého hydromotoru na průměru válcovaného kroužku D_k , graf je na obrázku 4.



Obrázek 4 Závislost délky přímočarého hydromotoru na průměru válcovaného kroužku

3. Numerický model pro středění polohy válcovaného kroužku

Numerický model vychází z analytického modelu jehož výpočet je uveden v tabulce 1 a vychází zároveň i z grafu na obrázku 4. Je vypočten z průběhu závislosti délky přímočarého hydromotoru na průměru válcovaného kroužku.

$$L = -1,34143 \cdot 10^{-15} \cdot D_k^5 + 1,03584 \cdot 10^{-11} \cdot D_k^4 - 3,44321 \cdot 10^{-8} \cdot D_k^3 + 6,96226 \cdot 10^{-5} \cdot D_k^2 - 1,14113 \cdot 10^{-1} \cdot D_k + 7,82775 \cdot 10^2 \quad (1)$$

Výše uvedený numerický model **nemá obecnou platnost**. Platí pouze pro zařízení pro válcování kroužků RKRA 2000 BLUG. Pro jiné typy a rozměry zařízení je nutné numerický model znovu vypočíst z analytického modelu.

4. Závěr

Je zde uveden postup výpočtu analytického modelu pro středění kroužku během jeho válcování. Tento analytický model má obecnou platnost a dá se po dosazení potřebných rozměrů pro výpočet použít pro libovolné zařízení pro válcování kroužků. Numerický model vychází z analytického modelu a lze ho použít pouze pro dané zařízení.

Při porovnání hodnot délek přímočarého hydromotoru, které jsou výstupem z obou matematických modelů je maximální odchylka 0,022 mm. O tuto hodnotu se odchýlí délka hydromotoru u numerického modelu od analytického při průměru kroužku $D_k = 400$ mm. U větších průměrů válcovaného kroužku je tato odchylka asi desetkrát menší.

Při porovnání přesnosti obou modelů je na první pohled zřejmé, že analytický model je přesný. Ale nevýhodou je jeho zdlouhavější výpočet. Výhodou numerického modelu je to, že pro výpočet je postačující znalost průměru válcovaného kroužku. Jeho nevýhodou je sice odchylka od skutečné hodnoty okamžité délky hydromotoru, ale toto je třeba vyhodnotit spolu s celým systémem řízení včetně jeho přesnosti.

Při výběru matematického modelu z výše uvedených je třeba brát v úvahu nejen jeho přesnost, ale také možnosti provozovatele zařízení pro válcování kroužků s ohledem na finanční náročnost softwarového a hardwarového vybavení.

5. Literatura

Učeň, O. (2002) *Porovnání matematických modelů pro řízení polohy válcovaných kroužků*. (zpráva interního grantu FS). VŠB-TU Ostrava, Ostrava.