



FORCE CONDITIONS AT CROSS ROLLING

Pavel Macura*

***Summary:** The paper is devoted to the analysis and measurement of power parameters at cross rolling, mainly at the rolling of mill balls. The theoretical solution of rolling forces and rolling moments at cross rolling is very difficult and questionable. That is why the solution of these problems was performed experimentally by means of transducers. The results of measurements were used for the estimate of load of rolling mill by the supposed rolling of mill balls with the bigger diameters.*

1. ÚVOD

Kromě obvyklého podélného válcování na hladkých anebo kalibrovaných válcích se v praxi používají další speciální způsoby válcování, k nimž patří i příčné válcování. Používá se kupříkladu pro válcování obručí, železničních kol, koulí aj. V tomto příspěvku bude stručně pojednáno o problematice válcování koulí, která vznikla v souvislosti s plánováním rozšíření sortimentu válcovaných mlecích koulí na stávajícím válcovacím zařízení z původního maximálního průměru $\varnothing d = 80\text{mm}$ na požadovaný průměr $\varnothing 100\text{mm}$. Je zřejmé, že zvětšený průměr válcovacích koulí bude mít za následek i zvýšení hodnot válcovacích sil a momentů a tím i zvýšení zatížení strojních součástí a uzlů výrobního zařízení. Protože teoretický výpočet válcovacích sil a momentů při válcování koulí je obtížný a problematický, bylo nutno provést řadu měření při válcování stávajícího sortimentu mlecích koulí a na základě těchto výsledků provést kvalifikovaný odhad silově energetických parametrů při válcování koulí větších průměrů.

2. TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÁLCOVÁNÍ

Postup výroby mlecích koulí příčným válcováním je znázorněn na obr.1 [1], [2]. Válcovací stolice má dva kalibrované válce a kalibry jsou do válců zařezány podél šroubovice, takže tvoří prakticky závit, který podle velikosti průměrů válcovaných koulí může být jednochodý, dvouchodý nebo až čtyřchodý. Válcovaný materiál kruhového průřezu vstupuje mezi válce ve směru rovnoběžném s osami válců, na rozdíl od válcování podélného. Je zachycen vrcholy šroubovitého kalibru, začne se otáčet a současně posunovat ve směru rovnoběžném s osami válců. Vrcholky šroubovice se postupně vtlačují do válcované tyče a vytvářejí kouli, spojenou tenkým krčkem s válcovaným materiálem. Na konci kalibru se vytvořená koule oddělí vrcholkem šroubovice a zbytky krčku se rozválcují. Při každé otáčce válců se u jednochodé kalibrace vyrobí jedna koule, u vícechodých kalibrací pak více podle počtu chodů závitů.

Ve vyšetřovaném případě se mlecí koule válcují za tepla, proto má válcovací teplota významný vliv na velikost silově energetických parametrů válcování. Na obr.2 jsou vykresleny závislosti deformačního odporu válcovaného materiálu na teplotě pro dvě hodnoty deformační rychlosti [3]. Změna velikosti deformačního odporu a tím i válcovacích sil v rozsahu vyšetřovaných

* Prof. Ing. Pavel Macura, DrSc., katedra pružnosti a pevnosti, Fakulta strojní, VŠB – TU Ostrava, 17. listopadu 15, 70833 Ostrava – Poruba, tel. 069-699-3598

teplot je až čtyřnásobná a tudíž zvýšení válcovacích teplot může podstatně snížit zatížení válcovací stolice, pokud bude technologicky přípustné.

3. POSTUP A VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Měření válcovacích sil se provedlo pomocí tenzometrických snímačů se stříhovými měrnými členy pro jmenovité zatížení 300kN. Dva snímače se umístily mezi ložisková tělesa a stavěcí šrouby pravého válce válcovací stolice. Měřil se součet obou sil pomocí speciální vyhodnocovací aparatury s analogovým i digitálním výstupem měřené veličiny. Vyhodnocovací aparatura může pracovat ve dvou režimech, buď je na displeji zobrazována okamžitá hodnota součtové síly během válcování anebo je během průchodu v paměti ukládána a na displeji zobrazena maximální hodnota součtové síly.

Z naměřených hodnot válcovacích sil při válcování koulí menších průměrů $\varnothing d = 40, 50$ a 60mm se provedl výpočet válcovacích sil pro koule průměrů 90 a 100mm za předpokladu, že tyto jsou úměrné velikosti kontaktní plochy válcovaných koulí s válci. Kontaktní plocha je závislá na druhé mocnině průměru koule, takže vztah pro velikost válcovacích sil lze zapsat ve tvaru :

$$F = k_F \cdot d^2 \quad (1)$$

Rovnice (1) představuje parabolu druhého stupně, kde konstantu k_F lze určit dosazením výsledků měření válcovacích sil do rovnice (1). Výsledky řešení jsou v grafické formě znázorněny na obr.3.

Podobně při analýze válcovacích momentů se vycházelo z předpokladu, že tyto jsou úměrné součinu válcovací síly a momentového ramene, které je přímo úměrné průměru válcovacích koulí, tudíž za předpokladu závislosti :

$$M = k_M \cdot d^3 \quad (2)$$

Tato rovnice představuje kubickou parabolu a na základě ní plyne, že válcovací moment je přímo úměrný objemu válcovaných koulí. Konstanta k_M se opět určila na základě měření válcovacích momentů [1] a dosazení jejich hodnot do rovnice (2). Grafické znázornění provedeného řešení je uvedeno na obr.4.

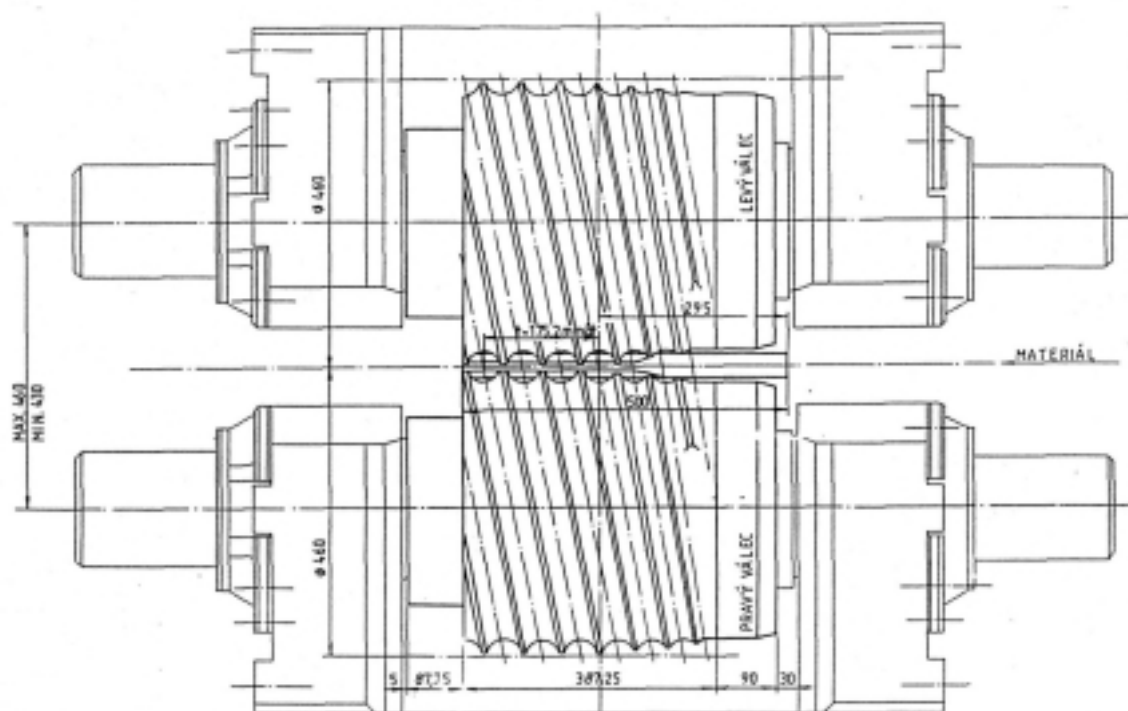
4. ZÁVĚR

Původní představa provozovatele výrobního zařízení byla, že kontrolní výpočty pro případ válcování koulí průměru 100mm umožní jejich válcování bez anebo pouze s malými úpravami válcovacího zařízení. Výsledky provedeného měření a následné analýzy však ukázaly, že při válcování koulí o průměru 100mm se zvýší válcovací síly o 56% a válcovací momenty o 100% . Z těchto výsledků je zřejmé, že pro rozšíření výrobního sortimentu je nutná poměrně rozsáhlá rekonstrukce výrobního zařízení, hlavně podstatné zesílení pohonu. Získané výsledky jsou podkladem pro takovou rekonstrukci.

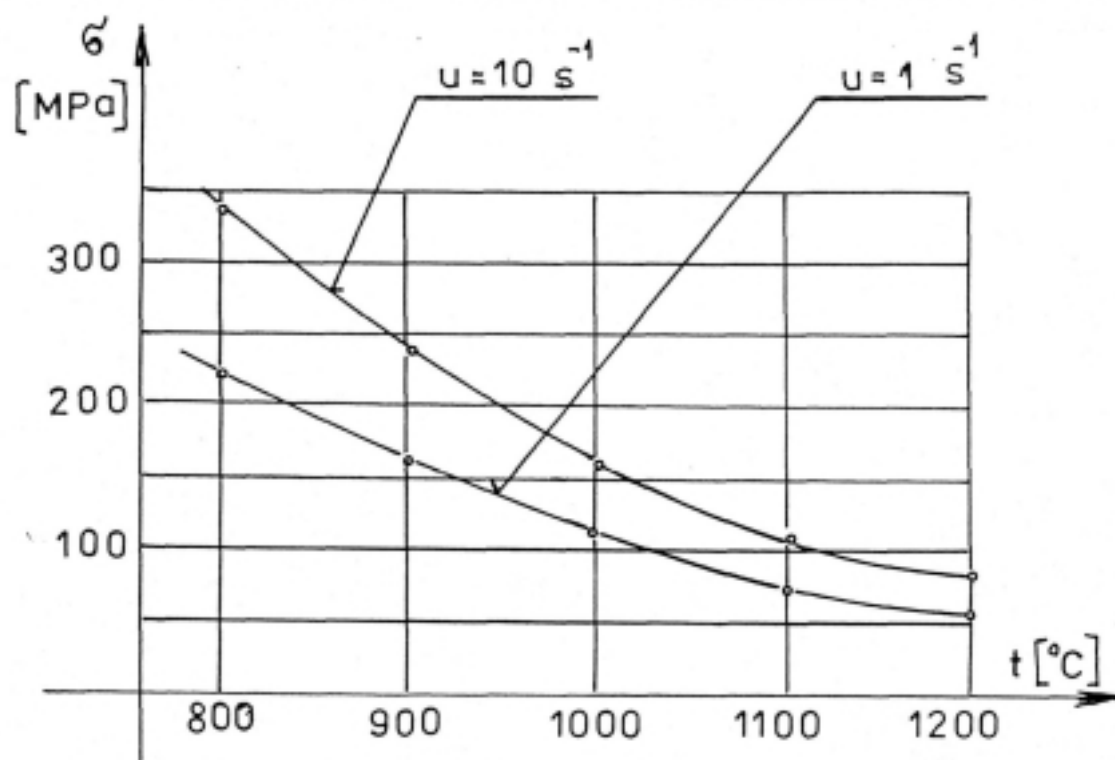
5. LITERATURA

- [1] Celikov A.I. a kol. : Specialnyje stany, Moskva, Matallurgija, 1971, 336 s.
- [2] Šor E.R. : Novyje procesy prokatki, Moskva, Metallurgija, 1960, 386 s.
- [3] Poluchin P.I. a kol. : Soprotivlenije plastičeskoj deformacii metallov i splavov, Moskva, Metallurgija, 1976, 488 s.

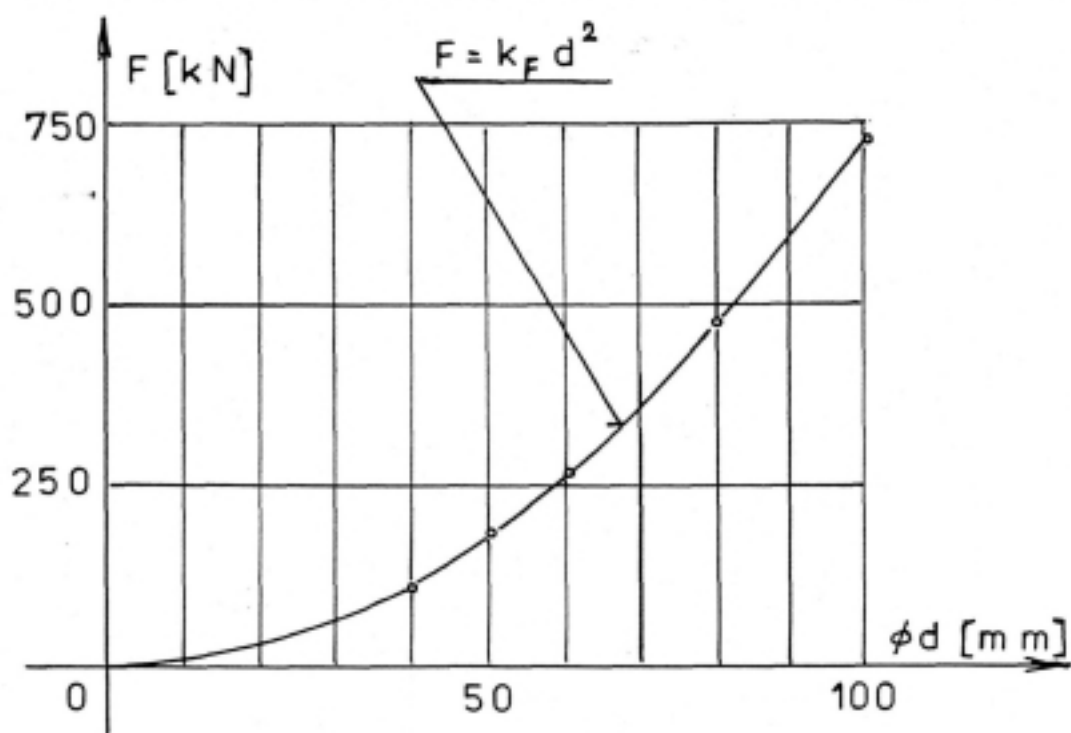
Príspevek byl zpracován na základě řešení grantového projektu GAČR č. 101/01/0089.



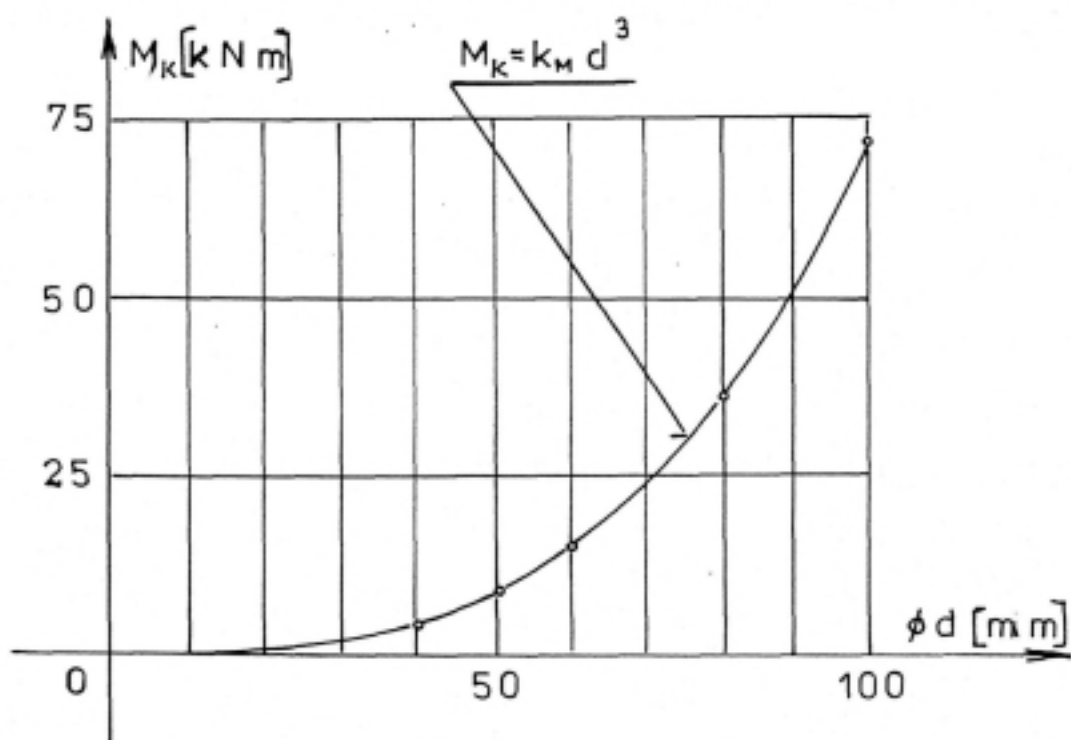
Obr.1: Schéma výroby ocelových koulí příčným válcováním



Obr.2: Závislost deformačního odporu válcovaného materiálu na teplotě



Obr.3: Závislost válcovací síly na průměru válcovaných koulí



Obr.4: Závislost válcovacího momentu na průměru válcovaných koulí