

**ANALÝZA A MĚŘENÍ SILOVĚ ENERGETICKÝCH PARAMETRŮ  
PŘI VÁLCOVÁNÍ KOULÍ****THE ANALYSIS AND MEASUREMENT OF POWER PARAMETERS  
AT MILL BALL ROLLING**Pavel Macura, Leo Václavek<sup>1</sup>**Abstract:**

*The paper summarises some results obtained at the analysis and measurements of power parameters at mill ball rolling and at the estimate of load of rolling mill by the supposed rolling of mill ball with the bigger diameters.*

**Klíčová slova:** válcování, snímače, tenzometrie**1. Úvod**

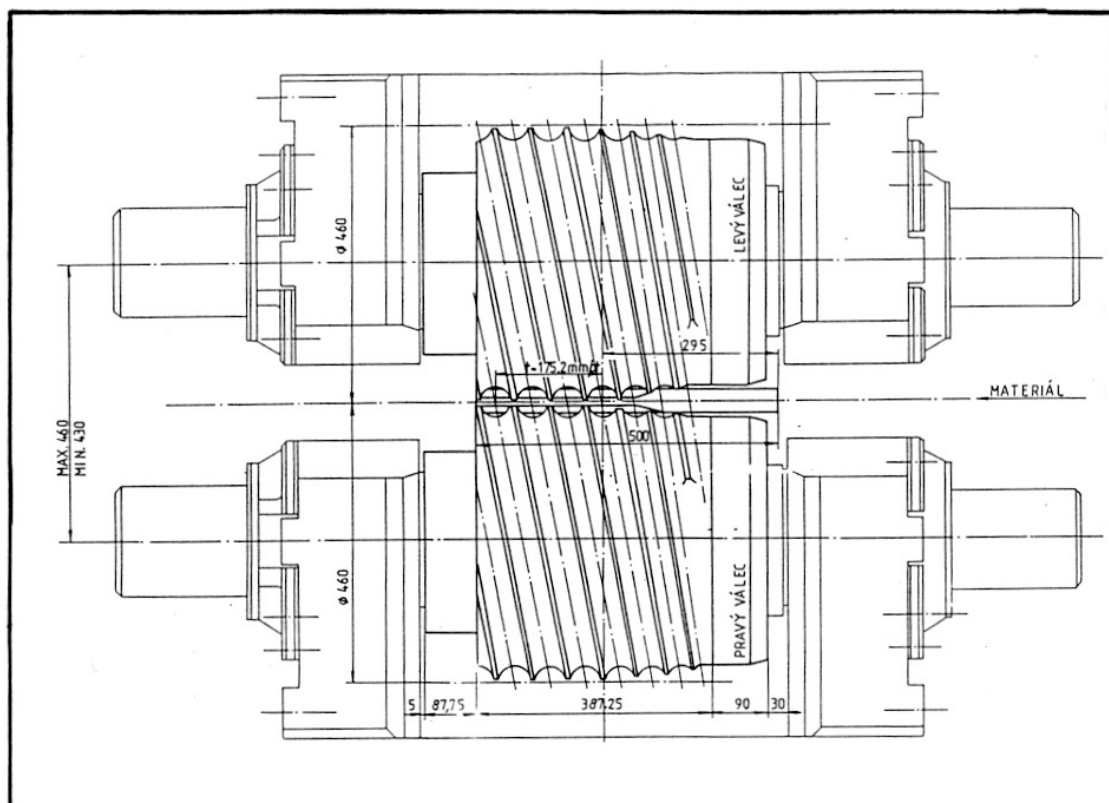
Vzhledem k plánovanému rozšíření sortimentu válcovaných mlecích koulí z původního maximálního průměru  $\varnothing d = 80$  mm na požadovaný průměr  $\varnothing 100$  mm bylo nutno provést rozbor zatížení strojního zařízení a navrhnout potřebné úpravy nejvíce namáhavých součástí a uzlů. Protože výpočet válcovacích sil a momentů při válcování koulí je velmi 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. Postup a výsledky měření**

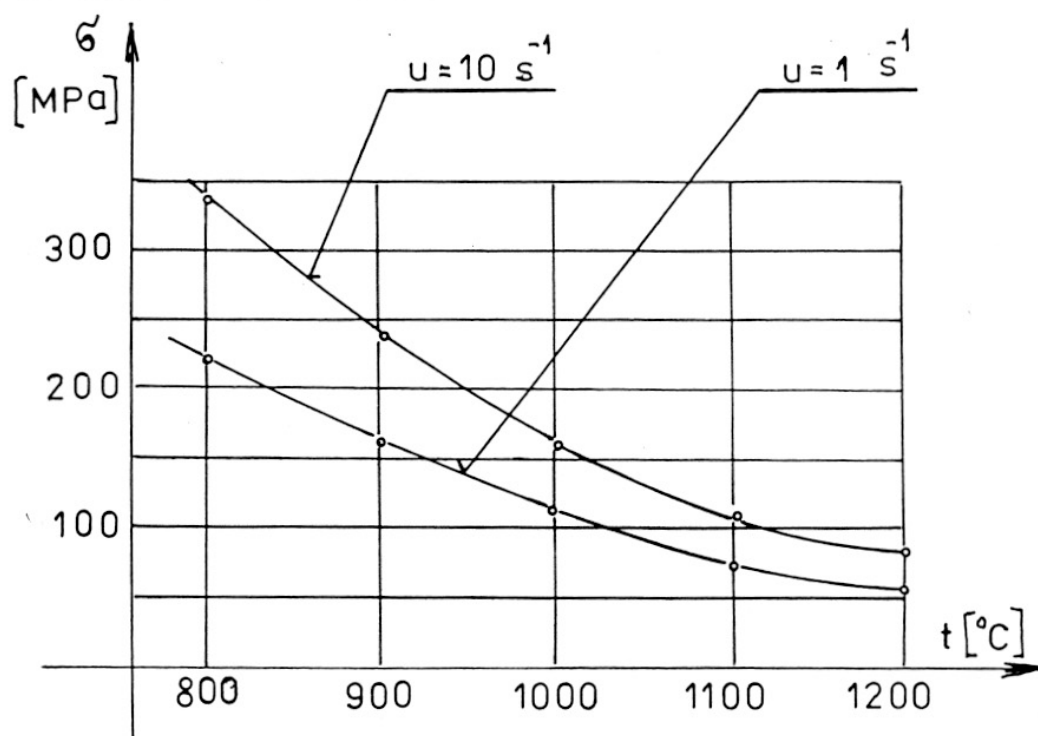
Válcování koulí se provádí tzv. příčným válcováním [1], [2], jehož princip je znázorněn na obr.1. Válcovací stolice má dva kalibrované válce a kalibry jsou do válců zařezány podél šroubovice, takže tvoří prakticky závit, který podle velikosti průměrů válcovaných koulí může být jednochodý, dvouchodý nebo až čtyřchodý. Válcovaný materiál kruhového průřezu vstupuje mezi válce ve směru rovnoběžném s osami válců (na rozdíl od válcování podélného). Je zachycen vrcholky 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 se stlačovaným 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 více.

<sup>1</sup> Prof. Ing. Pavel Macura, DrSc., Ing. Leo Václavek, CSc., katedra pružnosti a pevnosti, Fakulta strojní, VŠB – TU Ostrava, 17. listopadu 15, 70833 Ostrava-Poruba, tel. 069 - 699- 3598, FAX 069-691-6490, E-mail: leo.vaclavek@vsb.cz.

Protože se ve vyšetřovaném případě jedná o válcování za tepla, 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



Obr.1: Schéma výroby ocelových koulí příčným válcováním



Obr.2: Závislost deformačního odporu válcovaného materiálu na teplotě

deformační rychlosti [3]. Změna velikosti deformačního odporu a tím i válcovacích sil v rozsahu vyšetřovaných teplot je až čtyřnásobná a tudíž zvýšení válcovacích teplot může podstatně snížit zatížení válcovací stolice, pokud bude technologicky přípustné.

Měření válcovacích sil se provedlo pomocí tenzometrických snímačů se stříhovými měrnými členy pro jmenovité zatížení 300 kN. 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 zobrazena 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 průměru (40,50 a 60 mm) se provedl výpočet válcovacích sil pro koule průměru 90 a 100 mm 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 válcovaných koulí, tudíž za předpokladu závislosti:

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

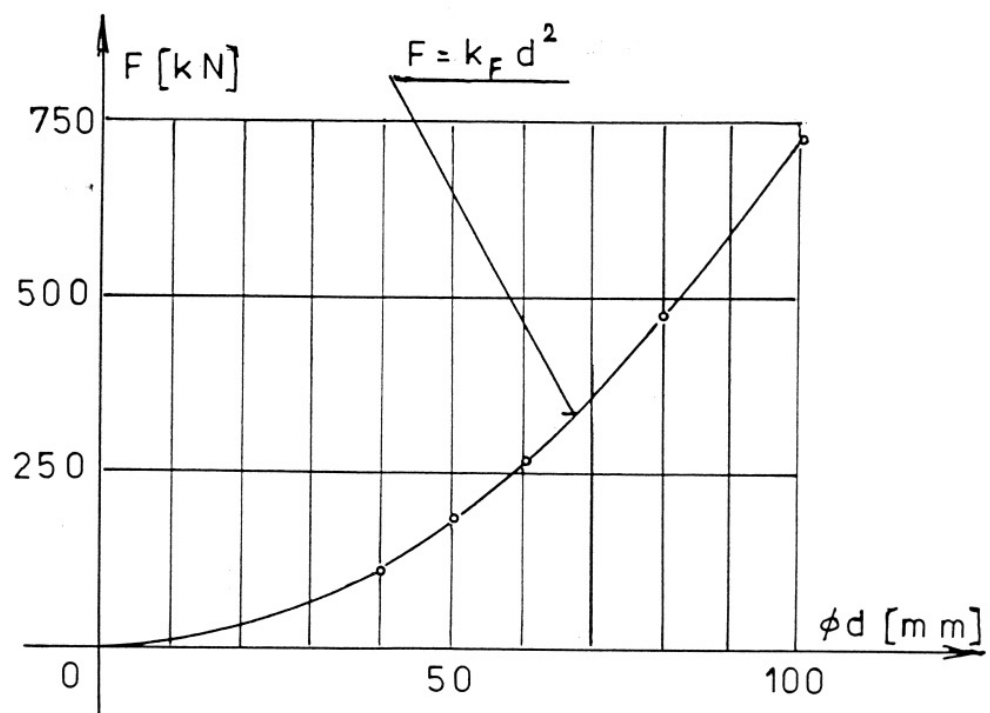
Konstanta  $k_M$  se opět určila na základě měření válcovacích momentů [1] a jejich dosazení do rovnic (2). Grafické znázornění provedeného řešení je uvedeno na obr.4.

### 3. Závěr

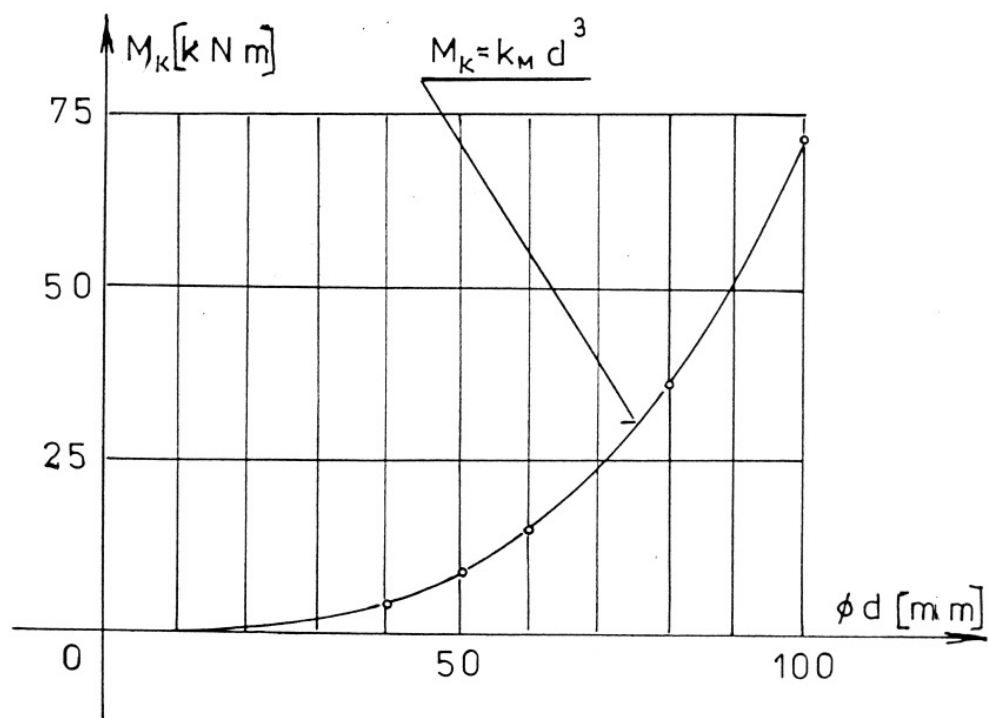
Výsledky provedeného měření a následné analýzy ukázaly, že při válcování koulí průměru 100 mm se zvýší válcovací síly o 56% a válcovací momenty o 100%. Z těchto hodnot se vycházelo při následné kontrole a návrhu úprav válcovací stolice a jejího pohonu.

### Literatura:

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



Obr.3: Závislost válcovací síly na průměru válcovaných koulí



Obr.4: Závislost válcovacího momentu na průměru válcovaných koulí