

možňuje při výrobě zrcadloviny a ferromanganu tím, že lze pracovat se zásaditější struskou než doposud, lepší využití Mn z rud, což má zejména pro náš průmysl dalekosáhlý význam.

Neuvádím, jaké změny znamená používání této metody po stránce konstrukční, neboť to je otázka další a jistě řešitelná.

Jak je z uvedeného patrné, má použití větru obohaceného kyslíkem značné výhody a je jisté na místě, dojde-li širšího použití. Samozřejmě, že metoda není tak snadným problémem, jak by se snad na první pohled zdálo, a naráží jistě na řadu faktorů jiných, jež musí dnešní praxe s obtížemi zdolávat. A ať už jsou zmíněné obtíže rázu konstrukčního, provozního či snad technického i finančního, bude jisté v národohospodářském zájmu v tomto oboru nejen pokračovat, ale jeho plynulé používání uskutečnit.

K. Mazanec

## Nové názory na rozdělení specifických tlaků a specifických sil třecích podle průmětu oblouku záběru při válení kovů

*(Starší theorie o rozdělení tlaků. Nová theorie Celikovova. Kritická oblast a stanovení specifických sil třecích a specifických tlaků v této oblasti.)*

Starší theorie Kármanova, Siebelova a Nadai-ova, vyjadřující velikost tlaku kovu na válec, vycházely z předpokladu, že válený kov klouže po válcích podél celého oblouku záběru. V podstatě všechny tyto theorie spočívaly v řešení podmínek rovnováhy poskytujících základní diferenciální rovnici

$$\frac{dp}{dx} - \frac{k}{y} \cdot \frac{dy}{dx} + \frac{t}{y} = 0 \quad (1)$$

a její integraci, při čemž různí autoři předpokládali různé podmínky tření. Tak Kárman (1) předpokládal, že mezi váleným kovem a válcem nastává suché tření, při čemž třecí síla je vyjádřena vztahem

$$t_x = f p_x \quad (2)$$

Siebel (2) pokládal třecí sílu za konstantní

$$t_x = \text{konst.} \quad (3)$$

V roce 1939 přichází pak Nadai (3) s novým názorem, že mezi váleným kovem a válce vzniká kapalinné tření, které je úměrné rychlosti skluzu. Tento případ je však málo pravděpodobný. V praxi nastává snad jen při válení za studena mezi hladkými válci za velkých válečných rychlostí (5—20 m/sec) při dobrém mazání. Uvedené vztahy jsou vyjádřeny rovnicí

$$t_x = \eta \frac{1}{\vartheta} (v - v_0), \quad (4)$$

kde  $\vartheta$  je tloušťka vrstvy mazadla.

Z těchto teorií nejvíce se přibližuje praktickým výsledkům teorie Kármanova, podle které dosazením do rovnice 1 za  $t_x$  z rovnice 2 a její integrací dostává se

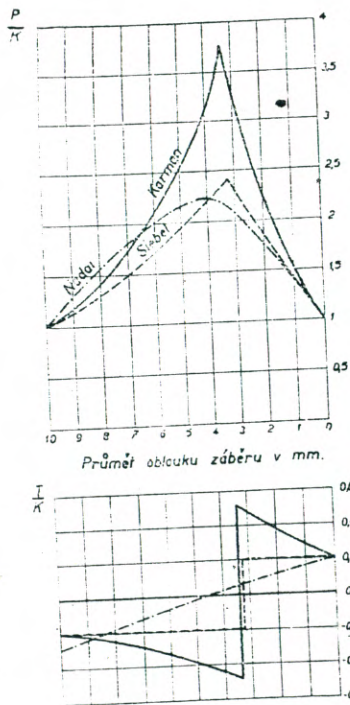
$$p = e^{\pm \int \frac{f}{y} dx} \left( C + \int \frac{k}{y} e^{\pm \int \frac{f}{y} dx} dy \right), \quad (5)$$

kde znaménko  $+$  platí v oblasti zpoždování a znaménko  $-$  pro oblast předbíhání. (Obr. 1.) Sleduje-li se však blíže skluz kovu mezi válci, je viděti, že v oblasti zpoždování nastává skluz v opačném směru pohybu válců. V oblasti předbíhání má skluz směr pohybu válců. Bylo však zjištěno, že při válení velmi silných provalků nenastává skluz vůbec, nebo že jeho oblasti jsou velmi zúženy; naopak při válení slabých provalků jsou oblasti skluzu velmi široké. Existuje tedy mezi uvedenými oblastmi (oblastí zpoždování a oblastí předbíhání) ještě jiná, t. zv. kritická oblast, kde skluz nenastává. Podle některých autorů je to ta oblast, ve které skluz mění svůj směr. Jelikož v této kritické oblasti skluz nenastává, nemění se tlak podle závislosti platící v obou krajních oblastech, pro které se v tomto případě předpokládá podle Kármanovy teorie — praxi nejbližší — vznik suchého tření podle vztahu

$$dt_x = f dp.$$

Aby mohla být vyjádřena tato závislost, vyjme se část váleného kovu omezeného řezu (obr. 2.) A—A, B—B v kritické oblasti a stanoví se průběh rychlostí v řezech A—A, B—B, C—C, kde řez C—C je t. zv. neutrální řez. V tomto řezu budou míti všechny částice váleného kovu stejnou rychlost

$$v_x = v \cdot \cos \gamma,$$



Obr. 1. Rozdělení spec. tlaků a spec. sil třecích.

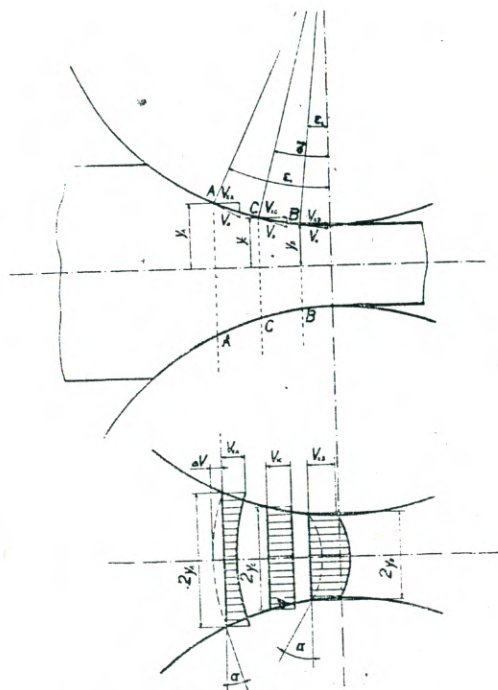
kde  $v$  je obvodová rychlost válců,  $\gamma$  neutrální úhel. Pro rychlost v bodech A a B, tak jako pro všechny body v kritické oblasti válečného kovu platí, že rychlost kovu je rovna obvodové rychlosti válců, neboť v této oblasti nenastává skluz. Projekce těchto rychlostí do směru válčení jsou pak

$$v_{Ax} = v \cdot \cos \varepsilon_1 \quad ; \quad v_{Bx} = v \cdot \cos \varepsilon_2 .$$

Objem kovu, který projde libovolným průřezem v kritické oblasti, je roven podle rovnice kontinuity

$$2 \gamma_A \cdot v \cos \varepsilon_1 = 2 \gamma_C \cdot v \cdot \cos \gamma = 2 \gamma_B \cdot v \cdot \cos \varepsilon_2 .$$

Má-li však tato závislost platit, je pochopitelné, že v řezech A—A a B—B nemohou mít všechny částice kovu stejnou rychlost. Diagramaticky se dá tato závislost vyjádřit, jak je na obr. 2, kde čárkovaná plocha představuje objem kovu, který projde průřezem za sekundu.



Obr. 2. Rozdělení rychlostí v krit. oblasti.

### Stanovení tření v kritické oblasti

Pro stanovení třecích sil v kritické oblasti možno předpokládat podle Newtonova zákona

$$\tau = \eta \frac{dv_x}{dz} \quad (6)$$

kapalinné tření. Z toho pak třecí síla, vznikající na dotykové ploše kovu s válcem, za předpokladu, že  $v_x = \varphi(z)$  a  $z = \frac{h_x}{2}$

je

$$t_x = \eta \frac{d\varphi(z)}{dz} = \eta_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (7)$$

kde  $\alpha$  je úhel sevřený tečnou křivky rozdělení rychlosti s osou  $y$ . V neutrálním řezu, kde všechny částice váleného kovu mají stejnou rychlost, t. j.  $\operatorname{tg} \alpha = 0$ , bude třecí síla nulová. V řezech od tohoto

vlevo nebo vpravo ležících, bude se třecí síla zvětšovat, až dosáhne velikosti dané vztahem

$$t_x = f \cdot p_x,$$

kdy opět nastává skluz a kdy se tření zmenšuje s tlakem (obr. 3.). Podle vztahů pro kapalinný tok mezi dvěma plochami v kritické oblasti vyplní koncové body vektorů rychlosti parabolu. Označí-li se rychlost váleného kovu v ose  $v$  a rozdíl rychlostí v ose  $a$  na okraji provalku  $\Delta v$ , bude rovnice této paraboly

$$v = \Delta v \left( \frac{z}{y} \right)^2 + v_0 \quad (8)$$

Diferencováním této rovnice

$$dv = \frac{\Delta v}{y^2} 2z dz$$

a dosazením za  $z = y$  dostane se

$$\frac{dv}{dz} = \frac{2\Delta v}{y} \operatorname{tg} \alpha.$$

Dosazením do rovnice 7 plyne vztah pro třecí sílu

$$t_x = r_i \operatorname{tg} \alpha = r_i \frac{2\Delta v}{y} \quad (9)$$

Z rovnice kontinuity je

$$y_c \cdot v_{c_x} = y \cdot v_x + \frac{2}{3} y \Delta v, \quad (10)$$

znaménko  $-$  platí pro řezy v oblasti před neutrálním a  $+$  za neutrálním řezem. Z rovnice 10 se vyjádří

$$\Delta v = \pm \frac{3}{2} \left( v_x - \frac{v_{c_x} y_c}{y} \right)$$

a dosazením za

$$v_{c_x} = v \cos \gamma \quad ; \quad v_x = v \cos \varepsilon_x$$

se obdrží

$$\Delta v = \pm \frac{3}{2} \left( v \cos \varepsilon_x - \frac{v \cos \gamma}{y} y_c \right),$$

Třecí síla dle rovnice 9 se pak rovná

$$t_x = \frac{3v\eta}{y} \left( \cos \varphi - \frac{y_c}{y} \cos \gamma \right). \quad (11)$$

K stanovení průběhu specifických tlaků v kritické oblasti se opět použije rovnice 1, kde dosazením za  $t_x$  z rovnice 11 za zjednodušující podmínky, že  $\cos \varepsilon_x = \cos \lambda = 1$  je