

EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZA PLASTICKÝCH DEFORMACÍ A NAPĚTÍ VIZIOPLASTICKOU METODOU

Ing. Pavel Macura, CSc

Výzkumný ústav hutnictví železa, Dobruška

Jednou z metod, umožňujících experimentální analýzu plastických deformací a napětí, je vizioplastická metoda. Tuto metodu lze použít pro řešení deformačních a napěťových polí při velkých plastických deformacích i při vysokých deformačních rychlostech. V předloženém příspěvku je stručně ukázáno použití této metody pro řešení složek tenzorů deformace a napětí v pásmu deformace při válcování na hladkých válcích.

Za účelem sledování toku materiálu ve válcové mezeři byla na boční plochu zkušebních vzorků nanášena souřadná síť a tyto vzorky se válcovaly na poloprovozní válcovací stolici mezi válci, mající na boční ploše připevněny kruhové stupnice pro přesné určení obvodové rychlosti válců a pro výzkum toku kovu na kontaktní ploše s válci. Celý válcovací proces včetně záběru provalku válců se filmoval pomocí vysokofrekvenční kamery Pentazet 35 při frekvenci snímání 500 obrázků za vteřinu.

Ze získaného filmového záznamu se v uzlových bodech nanášené sítě vyhodnotily postupně složky vektorů rychlostí těchto bodů a složky tenzoru rychlosti deformace. Na obr. 1 jsou jako příklad vyneseny zjištěné průběhy složky vektoru rychlosti v_x pro tři vlákna provalku - plnou čarou v místě kontaktu s válcem, čerchovaně v podélné ose provalku a čárkovaně uprostřed mezi okrajem a podélnou osou provalku. Na obr. 2 jsou pak vykresleny průběhy složky deformační rychlosti $\dot{\epsilon}_x$ pro tatáž vlákna, navíc je na obrázku vykreslen vypočtený průběh $\dot{\epsilon}_x$ za předpokladu, že by válcovací proces probíhal za podmínek rovinné deformace.

Pro určení složek tenzoru napětí je třeba použít některou z teorií plasticity, pro velké plastické deformace je vhodná teorie plastického tečení. Ta je založena mimo jiné na základním předpokladu, že deviator napětí D_σ a deviator přírůstků plastických deformací D_ϵ^p jsou po-

dobné a koaxiální:

$$D_{de}^p = \lambda D_e \quad (1)$$

Za tohoto a dalších předpokladů lze odvodit vztahy mezi složkami tenzoru napětí T_e a tenzoru rychlosti deformace T_d :

$$\dot{\epsilon}_i = \frac{S_T}{2 S_\tau} (\epsilon_i - \epsilon_k) ; \quad \dot{\gamma}_{ij} = \frac{S_T}{S_\tau} \tau_{ij} \quad (2)$$

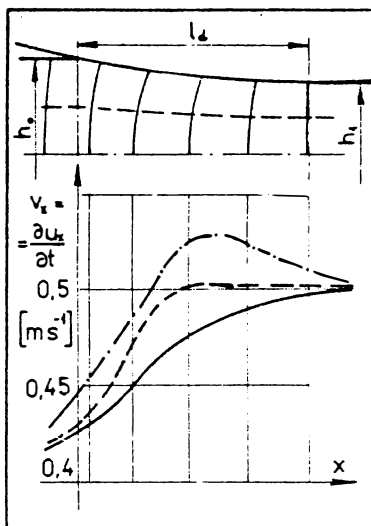
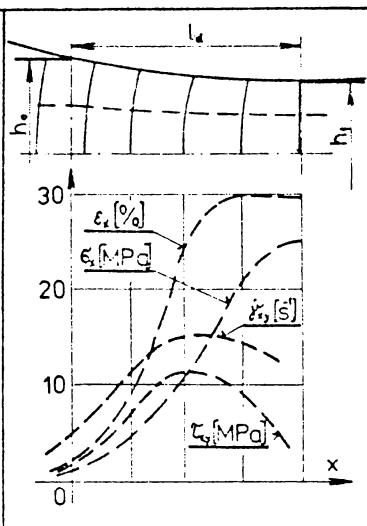
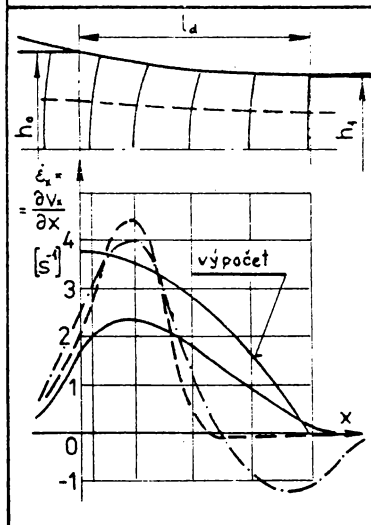
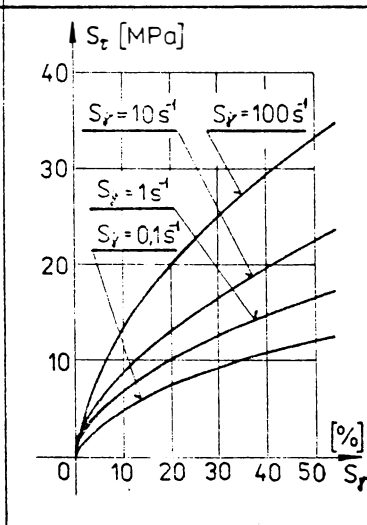
kde S_τ a S_T jsou intenzity smykových napětí a rychlosti smykových deformací, definované pomocí druhých invariantů deviátoru napětí a deviátoru rychlosti smykových deformací.

Na základě soustavy rovnic (2), statických podmínek rovnováhy a experimentálně zjištěných složek tenzoru rychlosti deformace lze pak řešit složky tenzoru napětí T_e . Pro kvantitativní vyhodnocení je třeba ještě předem zjistit křivky zpevnění tvářeného materiálu pomocí některé laboratorní zkoušky, na obr. 4 jsou uvedeny křivky zpevnění olova při různých termodynamických podmínkách tváření, zjištěné pomocí vačkového plastometru.

Na obr. 3 jsou vykresleny zjištěné průběhy některých složek tenzorů napětí, deformace a rychlosti deformace v pásnu deformace při válcování. Tato metoda umožňuje provést analýzu napěťových stavů při různých způsobech tváření a tím přispět k řešení problematiky tvařitelnosti materiálů, řešení silové energetických parametrů tváření aj. Podrobněji je o principu a použití vizioplastické metody pojednáno v práci /1/ a /2/.

/1/ Macura, P.: Studium toku kovu při válcování pomocí vysokofrekvenční kamery. Hutnické listy, 35, 1980, č. 4, s. 244-247

/2/ Macura, P.: Použití vizioplastické metody pro řešení napěťových stavů při válcování. Hutnické listy, 1984, 39, č. 12, s. 851-855.

Obr. 1 : PRŮBĚH RYCHLOSTI v_x Obr. 3 : PRŮBĚHY ϵ_x , t_{xy} , σ_x , τ_{xy} Obr. 2 : DEFORM. RYCHLOST $\dot{\epsilon}_x$ 

Obr. 4 : KŘIVKY ZPEVNĚNÍ