



32th Conference of Experimental Stress Analysis
32. konference o experimentální analýze napětí
30. 5. - 2. 6. 1994 VŠST Liberec Czech Republic

STRESS CONDITION AND FAILURE OF MATERIAL AT FORMING

NAPĚŤOVÝ STAV A PORUŠENÍ MATERIÁLU PŘI TVÁŘENÍ

Macura P.

The paper is devoted to the solution of forming problems by means of one of the methods of experimental stress analysis-photoplasticity. The knowledge of stress conditions at the forming is very important for the evaluation of material's formability during its plastic deformations in the process of forming operation. The contribution will demonstrate the solution of material's formability at flat and pass rolling.

Příspěvek je věnován analýze napěťových polí v oblasti plastických deformací a posouzení vlivu napěťového stavu na možnost porušení materiálu při tváření, konkrétně při válcování na hladkých a kalibrovaných válcích. Na rozdíl od strojních a stavebních konstrukcí, kdy je snahou udržet vznikající napětí při jejich provozu pod určitou přípustnou mezí, je nutno při tváření dosáhnout v deformovaném materiálu napěťový stav s napětím nadmezí kluzu a podmezí pevnosti pro dané termodynamické podmínky tváření, t.j. teplotu, stupeň a rychlosť deformace. Vznikající napěťový stav ve tvářeném materiálu rozhodujícím způsobem ovlivňuje jeho schopnost plastické deformace bez porušení, t.j. jeho tvářitelnost. Proto je znalost napěťových stavů velmi důležitá pro posouzení, optimalizaci, případně nové návrhy tvářecích postupů.

Analýza napěťových polí při tváření

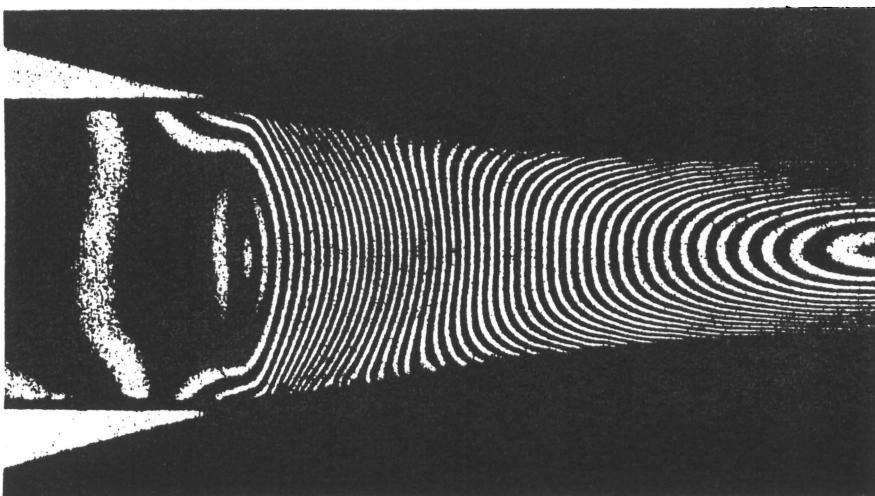
Pro analýzu napěťových polí v oblasti plastických deformací se použila hybridní metoda /1/, založená na experimentálním zjištění deformačních polí pomocí fotoplastické metody a následném analytickém řešení napěťových polí pomocí některé z teorií plasticity. Na obr.1 je uveden zjištěný průběh izochromatických čar polovičních řádů při válcování na hladkých válcích s úběrem 40%. Získané průběhy izoklinných a izochromatických čar slouží jako podklad pro vyhodnocení napěťového pole v provalku, na obr.2 je jako příklad uveden zjištěný průběh složek tenzoru napětí a intenzity napětí S_{ϵ} podél osy válcování x. Zjištěný průběh intenzity deformace S_{ϵ} podél téhož řezu je uveden na obr.3. Pro posouzení napěťového stavu je vhodné zavést t.zv. součinitel napěťového stavu n_{ϵ} , který je definován jako poměr středního napětí $\bar{\sigma}_s$ a intenzity napětí S_{ϵ} :

$$n_{\epsilon} = \frac{\bar{\sigma}_s}{S_{\epsilon}} = \frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_2 + \bar{\sigma}_3}{3 S_{\epsilon}} \quad (1)$$

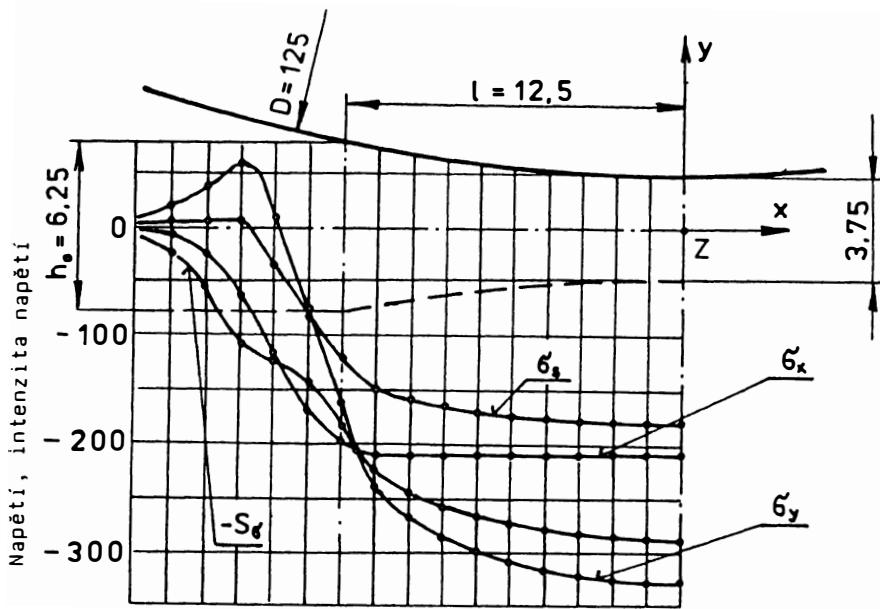
Jeho průběh podél osy válcování x je vykreslen rovněž na obr.3.

Posouzení tvařitelnosti materiálu při válcování

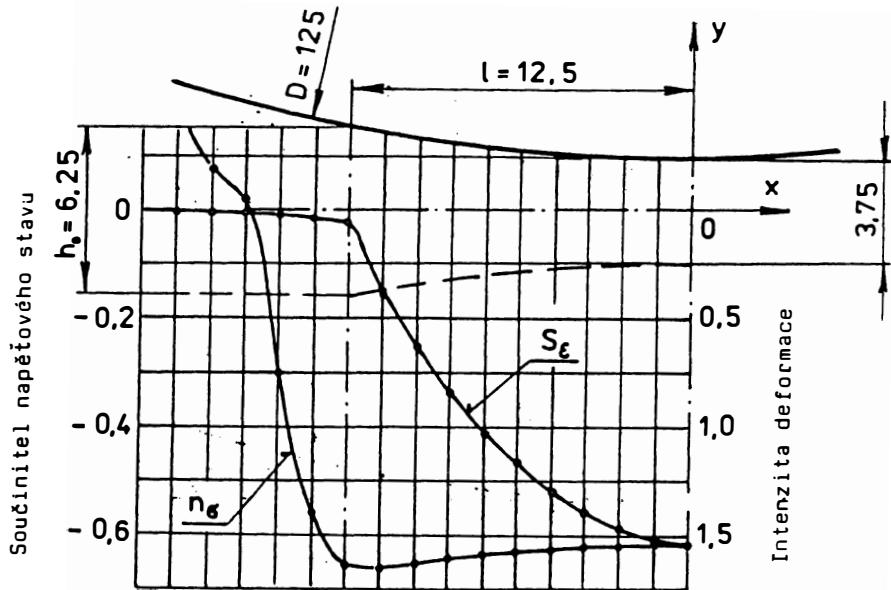
Tvařitelnost materiálů je charakterizována hodnotou defor-



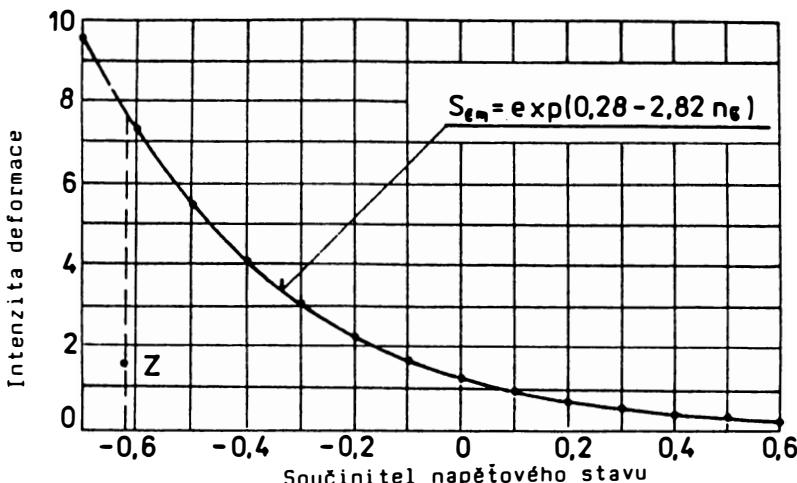
Obr.1: Izochromaty polovičních řádů při válcování



Obr.2: Průběhy složek tenzoru napětí a intenzity napětí podél osy válcování x.



Obr.3: Průběhy intenzity deformace a souč. napěťového stavu n_ϵ



Obr.4: Křivka mezní plasticity tvářeného materiálu

mace do lomu, při víceosém stavu napjatosti ji charakterizuje hodnota mezní intenzity deformace S_{ϵ_m} v okamžiku vzniku porušení celistvosti materiálu. Závislost tvařitelnosti materiálu na součiniteli napěťového stavu je nutno zjistit experimentálně, na obr.4 je uvedena pro konkrétní válcovaný materiál a termodynamické podmínky tváření /2/. Strovnáním skutečných hodnot intenzity deformace ve vyšetřovaných bodech tvářeného objemu S_{ϵ} s mezními hodnotami S_{ϵ_m} je možno posoudit tvařitelnost materiálu při daném tvářecím procesu, na obr.4 je to provedeno pro bod Z z obr.2, k porušení materiálu v tomto bodě nedojde.

LITERATURA

- /1/MACURA,P.: Napěťová pole při válcování na hladkých a kalibrovacích válcích. Doktorská disertační práce, Ostrava, 1990
 /2/ELFMARK,J.-SPITTEL,T.: Neue Hütte, 3,1992,s.97-101.

Pavel Macura, Doc.Ing.DrSc

VÚHŽ,a.s., 739 51 Dobrá, okr.Frýdek-Místek, ČR

Telefon: 0650-256-3273

FAX : 0650-256-2256