EAN 93
31. konference o experimentální analýze napětí
25.–27.5.1993 Měřín ČESKÁ REPUBLIKA

RELAXATION OF SURFACE RESIDUAL STRESSES IN WELDED PIPS

RELAXACE POVRCHOVÝCH ZBYTKOVÝCH NAPĚTÍ VE SVAŘOVANÝCH TRUBKÁCH

Ganev Nikolaj, Kraus Ivo, Sýkora Pavel

The contribution deals with the macroscopic residual stresses in welded gas line steel pips. X-ray diffraction technique and a destructive mechanical method have been used for the residual stress determination. The relaxation effect of water pressuring on the inside face of the pips has been investigated.

Předmět výzkumu:

◇ zbytková makroskopická napětí, která vznikají v potrubí dálkových plynovodů technologií výroby trubek - stáčením a svařováním pásu ocelového plechu o šířce 830 mm. Zkoumány byly jednak vzorky "tlakované" (zhotovené z trubek, na jejichž vnitřní stěny působila po dobu 5 až 10 s voda tlakem 10 MPa), jednak vzorky vyříznuté z trubek netlakovaných.

Cíl analýzy:

◇ porovnat destruktivní metodu výzkumu relaxace makroskopických napětí (navrženou I.A.Odingem [1]) s rentgenografickou tenzometrickou metodou jedné expozice bez referenční látky [2],

◇ stanovit takové podmínky tlakování, které by byly nejen optimální (z hlediska vyvolané relaxace zbytkových napětí), ale i efektivní (z hlediska výše vynaložených nákladů).

Tvar vzorků:

◇ prstence o šířce 40 mm zhotovené řezem kolmo k ose trubek s vnějším průměrem 530 mm a tloušťkou stěny 8 mm (materiálem byla ocel ČSN 11 523).

Charakteristika měřících postupů

a) *Povrchové napětí σ_p ve směru tečném k obvodu prstenců je počítáno podle vztahu odvozeného I.A.Odingem* z velikosti mezery (rozevření) l, která vznikne po rozříznutí prstence, v němž jsou přítomna zbytková makroskopická napětí vyvolaná výrobou (stáčením ocelového plechu, svařováním):

$$l = \frac{D_0 E h}{E h - D_0 \sigma_p} \sin\left(180^0 \frac{D_0 \sigma_p}{E h}\right),$$

kde

D_0 - původní průměr trubky,

E - Youngův modul elasticity (210 000 MPa),

h - tloušťka stěny trubky v mm.

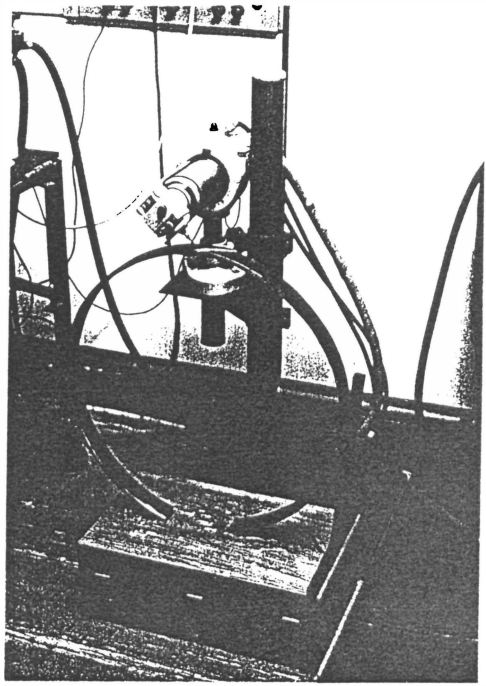
Při odvození je předpokládáno konstantní napětí σ_p po celém obvodu prstence. V případě analyzovaných trubek však oblast svaru představuje výraznou napěťovou nehomogenitu. Kvantitativní údaje, které na základě měření veličiny l dostaneme, lze tedy chápat jen jako informativní.

b) *Rentgenografické měření makroskopických povrchových napětí* ve směru tečném k obvodu prstenců difrakční tenzometrickou metodou jedné expozice bez referenční látky [2]: záření CrK_α, vzdálenost filmu od povrchu vzorku D = 45 mm, průměr cylindrického kolimátoru 2 mm, plocha ozářeného povrchu cca 3 mm², symbol analyzované difrakční linie {221}. Kromě posunu difrakčních linií (pro výpočet napětí) byla stanovována i jejich šířka W, která je mírou superpozice mikroskopických napětí a zjemnění koherentních oblastí. Uspořádání experimentu je patrné z obr. 1.

Závěry

a) *Odingova metoda*

- Tlakováním zbytková napjatost klesá - rozevření l se zmenšuje.
- Velikost rozevření, a tedy i vypočtené napětí, závisí u původních (netlakovaných) vzorků na poloze řezu vzhledem ke svaru.



Obr. 1 Uspořádání experimentu

U tlakovaných vzorků je tato závislost jen nevýrazná. Odingova metoda může tedy vést k uspokojivým kvantitativním závěrům pouze při homogenním rozdělení napětí po obvodu prstenců. U vzorku se svarem je homogenita silně narušena. Tlakováním dojde k přednostní relaxaci tam, kde je napětí nejvyšší, tj. v oblasti svaru.

b) Rentgenografická měření

- Změny napětí (vyvolané rozřezaním) naměřené ve větších vzdálenostech od svaru než 15 mm jsou prakticky stejné u vzorků původních i tlakovaných; střední velikost této změny (směrem k "tlakovějším" napětím) je v rozmezí (110 ÷ 180) MPa. Zdá se tedy, že v oblastech mimo svar zůstává napětí (vyvolané především skružením plechu) po tlakování prakticky neovlivněno.

- V oblasti svaru došlo rozřezáním ke změně napětí

  u netlakovaných trubek o (120 ÷ 200)MPa,

  u tlakovaných naproti tomu jen o (40 ÷ 70)MPa.

  Tlakováním se tedy zbytková napětí vyvolaná svářením (v blízkosti svarového švu) účinně odbourávají.
- Mikroskopická napětí a velikost koherentních oblastí je na tlakování nezávislá (hodnoty šířek difrakčních linií se neměnily).

Literatura:

[1] Oding I.A.: Trudy centralnogo naučno-issledovatelskogo institutu ťaželoj promyšlennosti, svazek 23, MAŠGIZ 1949, str. 5-22.

[2] Kraus I., Trofimov V.V.: Rentgenová tenzometrie, Academia, Praha 1988

Ing. Nikolaj Ganev, CSc., Prof. RNDr. Ivo Kraus, DrSc.
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, tel. (02) 8576 2413

Ing. Pavel Sýkora, Nová huť Ostrava
Výzkumný a zkušební ústav, 707 02 Ostrava - Kunčice, tel. (069) 28 4491