



30th Conference of Experimental Stress Analysis
30. konference o experimentální analýze napětí
2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

THE VALUE OF STRAINS IN STEEL BENT TUBES

STANOVENÍ DEFORMCÍ PŘI OHYBU OCELOVÝCH TRUBEK

Šanovec Jan

After bending of steel tubes heat treatment is prescribed by the standards. The type of heat treatment depends on the state of deformation / given by the bend ratio, thickness of tubes / and material quality. In this article there are described methods of producing and evaluation of etched grids. The calculation is compared with permitted by the standards for different heat treatment. As a result of the experiments some parts of the standards were reworked.

Keywords: Strain Determination

Cílem této práce bylo sledování deformačních poměrů, zastudena ohýbaných ocelových trubek z konstrukčních ocelí tří.11 až 17, s různou geometrií ohybu. Zjištěné deformační poměry sloužily jako podklad k odsouhlasení revize ČSN 42 0283 Předpisy pro tepelné zpracování uhlíkových a legovaných ocelí, užívaných na tlaková zařízení, pracující při snížených teplotách, dále pro stejné případy, ale pracující při normálních nebo zvýšených teplotách ČSN 42 0284 a ČSN 42

1285. Pro tří. oceli 17 sloužily experimenty k provedení revize podnikové normy.

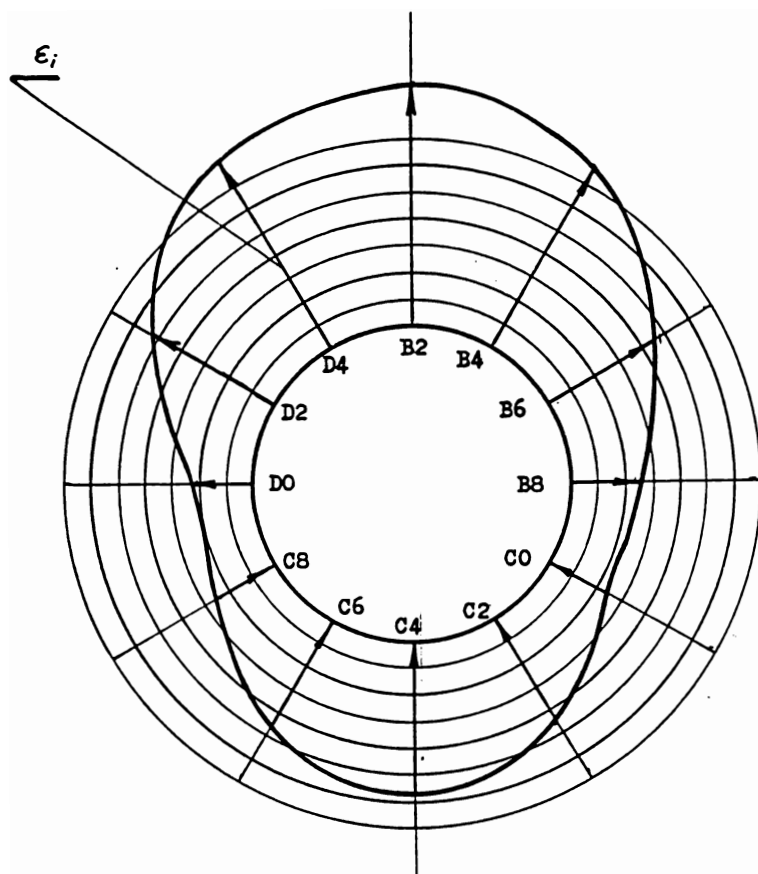
V těchto normách v závislosti na radiusu ohybu, tloušťce trubky a její jakosti, je předepsáno tepelné zpracování. Jedná se buď o žitání na odstranění vnitřních prutů nebo o normalizační žitání. Zbyteková prutů či nerovnoměrnost struktury by mohly snížit mechanické hodnoty včetně meze unavy, nebo zvětšit sklon k mezikrystalové korozi. Jako kritická je zde většinou citována plastická deformace 5 %. Ta byla vzata jako základní pro posouzení nutnosti tepelného zpracování trubek po ohybání pastudena. Před revizí platilo. Dle ČSN 42 0283 pro polomer ohybu $R \geq 5D$, měreno v ose ohybu, se nemusí žítat a pro $R < 5D$ se musí žítat na odstranění vnitřních prutů. Dle ČSN 42 0284 se nemusí žítat pro poloměry ohybu $R > 5D$. Když je $R < 5D$ musí se normalizačně žítat. Dle ČSN 42 0285 je pro poloměry ohybu $R \geq 5D$ se trubky nemusí žítat. Při $R = 2,3$ až $5 D$ je nutné žitání na odstranění vnitřních prutů a při $R < 2,3 D$ je nutné normalizační žitání. V zásadě šlo o to, na základě hlavních deformací posoudit při jakých poloměrech ohybů, dané tloušťce a jakosti oceli trubky, lze vynechat tepelné zpracování. Následně dle toho provést revizi platných ČSN a podnikových norem. Vynechání tepelného zpracování, alespoň v některých případech nebo rozšíření geometrií ohybů, kdy se nemusí žítat, by přineslo ekonomické úspory.

Měření a výpočty deformací se týkaly ohybů ocelových trubek o ϕ 51 až 108 mm, $s = 2$ až 6 mm, několika jakostí oceli tří. 11, 13, 15, 17 s radiusy ohybu $R = 1, 2$ až $3 D$. Deformace byly sledovány pomocí fotograficky nanesených měrných sítí o 3 mm se zaleptáním. Měření deformací probíhalo při 10x

světlení na binokulární lupě pomocí průhledného měřítka s dělením to 0,1 mm. Výpočet poměrných a skutečných deformací se děl pomocí počítače Tesla 400.

trubka o $\varnothing$ 11 mm; = 1,6 D; rez P3, mat. 17 D16

měřítka: 1 cm = 0,1 hodnoty ϵ .



obr. 1 Grafické znázornění průběhu deformací ϵ_i v řezu P3

Výsledky měření a výpočty jsou uvedeny ve 113 tab. a diagramech. Pro pochopení metodiky vyhodnocování, uvádím pouze výsledky ohybu mat. 17 246, s 31 3 mm, $R = 1,5 D$, v řezu P3 na obr.1. U všech ohybů bylo naměřeno, že deformace jak v příčném, tak i podélném směru není rovnoměrná.

S ohledem na experimentální výsledky měření deformací ohýbaných trubek, byly v této práci učiněny závěry, následně použité v připravované revizi ČSN 42 0283, 84 a 85, a při revizi podnikové normy. Ve většině případů ji experimentální výsledky podpořily, některých případech omezily. Na základě uvedených výsledků byla s účinností od 1.10.83 přepracována ČSN 42 0285 z 26.4.69 Předpisy pro zpracování legovaných ocelí tr. 13 a 15 a ocelí na odlitky tr.27 a 28, užívaných pro stavbu parních kotlů, parovodů a tlakových nádob, pracujících za normálních nebo zvýšených teplot. Přepracování se týká části II Trubky, tepelného zpracování trubek před tvářením a po tvářením zastudena. Prakticky to znamená pro $R = 2,5 D$ nežítat, pro $R = 1,5$ žítat na odstranění vnitřních napětí a pro $R = 1,5$ normalizačně žítat a popouštět. Konce trubek se neprepracovávají tepelně, když trvala deformace nepřekročí 4%. ČSN 42 0283 a 42 0284 nebyly na základě experimentálních výsledků provedeny žádné změny. Dále byla přepracována podniková norma ZVU VUN 13 2600.

Jan Šanovec Ing., ČSc

ČVUT - Strojní fakulta, katedra nauky o tváření, slévání a svařování 166 07 Praha 6, Technická 4
tel. 02/ 332 2618 , telefax 02/ 311 2768