

UŽITÍ TENZOMETRICKÝCH METOD MĚŘENÍ ZBYTKOVÝCH NAPĚTÍ PŘI JEJICH ODSTRAŇOVÁNÍ VIBRACEMI

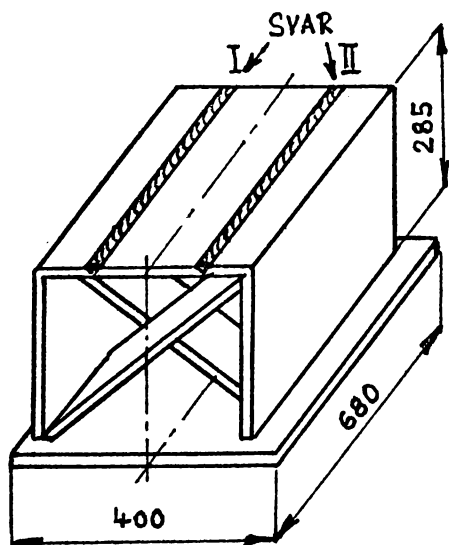
V. Dolhof, ÚVZÚ ŠKODA, Koncern, a.s., 316 00 Plzeň

Technický pokrok vyžaduje neustálé zdokonalování výroby a zavádění nových technologií. Se zaváděním vibračního zpracování výrobků /VSR - Vibration Stress Reduction/ spojeným s nákupem zařízení anglické firmy Vickerys/Claxton VCM 80/3 vznikla i nutnost ověření aplikace tenzometrických metod měření zbytkových napětí /ZN/. VSR může často nahradit tepelné uvolňování pnutí svařenců, odlitků i jiných součástí zejména ve spojitosti se stabilizací jejich rozměrů. Spočívá v pevném připevnění vibrátoru na vhodném místě součásti, podepřené v místech styčných čar nebo v jejich blízkosti a následném VSR v rezonančním nebo subrezonančním módu. Mechanismus VSR při rezonanční metodě dle [1] spočívá v zatížení /namáhání/, které způsobí v některých místech součásti plastické deformace vlivem superpozice účinků dynamického namáhání a vysoké úrovně ZN. Při subrezonanční metodě dle [2] vibrace způsobují zvýšenou aktivitu pohybu atomů v kovu a jejich posunutí do rovnovážné polohy v atomové mřížce s nižší energií a tak snižují ZN.

Pro ověření možnosti použití tenzometrických metod měření ZN při jejich odstraňování vibracemi se jevilo výhodnější užít vhodný zkušební vzorek než hotový výrobek. Model svařence skříňového typu o váze 95 kg /viz obr./ byl vyroben z plechů o tloušťce 15 a 10 mm, vyztužený uvnitř čtyřmi úhlopříčnými žebry z materiálu ČSN 11523. V horní desce byly vyfrézovány dvě drážky pro V-svar a zhotoveny svary elektrickým obloukovým svařováním při shodných parametrech. Celkem byly vyrobeny tři shodné zkušební svařence stejným technologickým postupem, takže bylo možno předpokládat rovněž stejnou úroveň ZN v horní desce a ve svarech, ve kterých se uskutečnilo ověřování vhodnosti tenzometrických metod měření ZN při VSR. Zkušební svařenec K1 byl určen k vibrování, svařenec K2 pro přirozené stárnutí a svařenec K3 pro žíhání. Pro účely sledování změny deformací vlivem zmíněných technologických operací byly všechny tři

zkušební svařence proměřeny v 65 bodech v místech přivařených a obroušených lišt na programově řízeném měřicím stroji MAXI-CHECK v závodě Obráběcí stroje. Vliv jednotlivých technologických operací lze určit jednak ze změn hodnot deformací a rovněž ze změn ZN, stanovených tenzometrickými metodami.

VSR svařence K1 se uskutečnilo na vibračním stole zařízením VCM Claxton v závodě Buzuluk, Komárov u Hořovic. Probíhalo při pomalém plynulém zvyšování frekvence vibrací s prodlevou 110 vteřin na každé z hladin rezonančních frekvencí 31,39 a 42,3 Hz až do hodnoty 100 Hz a plynulém snižování na nulu.



Celková doba VSR trvala 20 minut. Semidestruktivní metodou navrtávání otvoru byly určeny hodnoty ZN ve svarech horní desky ve čtyřech měřených místech před vibrováním a v dalších čtyřech místech po vibrování. Průměrná hodnota snížení ZN a průměrná hodnota změny deformace jsou uvedeny v tabulce výsledků. Protože snížení ZN vlivem VSR bylo malé, uskutečnilo se rovněž žíhání svařence K1 na odstranění ZN při teplotě 550 °C s výdrží 4 hodiny s lištami chráněnými ochranným povlakem proti oxidaci. Ve stavu po žíhání byla ZN opět určena ve dvou místech semidestruktivní navrtávací metodou a v 19 měřených místech destruktivní rozřezovou metodou. Byly zjištěny velmi nízké hodnoty ZN, znamenající 4násobné snížení ZN vlivem žíhání, což je v souladu i s výsledky změny průměrné deformace /viz tabulka výsledků/.

VSR svařence K3 se uskutečnilo ve VÚZ Bratislava s vibrátorem vyrobeným interně. Dle zkušeností pracovníků VÚZ bylo vibrováno v rozsahu 0 až 200 Hz s výdrží po 2 min. na hladinách rezonanční frekvence 45, 63, 75, 84, 93, 102, 107, 114 a 123 Hz a následovalo pomalé sjetí na nulu při celkové době VSR 30 minut. ZN byla měřena semidestruktivní navrtávací metodou ve třech měřených místech a metodou sloupkovou ve dvou místech před VSR a ve třech místech semidestruktivní navrtávací metodou i sloupkovou metodou po VSR a v 10 dalších místech destruktivní rozřezovou metodou rovněž po VSR. Přes intenzivnější proces VSR snížení ZN vlivem VSR bylo shodné s výsledky VSR zkušebního svařence K1 /viz tabulka/.

Svařenec	K 1		K 3	
	$\overline{ZN}$ $\Delta \sigma$ [%]	Deformace Δy [mm]	$\overline{ZN}$ $\Delta \sigma$ [%]	Deformace Δy [mm]
VSR	-10 až -30	0,023	-10 až -20	0,022
Žíhání	-80 až -90	0,078	-	-

ZN, patřící do skupiny vlastních napětí, představují rovnovážný stav a lze je rozdělit podle rozměrů oblastí na napětí 1. druhu, která jsou v makroskopickém objemu, mají určitý směr vzhledem ke geometrickému tvaru součásti a vyvažují se v těch hranicích tělesa jako napětí vyvolaná vnějším zatížením. Jejich hodnoty a průběhy můžeme tenzometrickými metodami měřit. Dále ZN 2. druhu se vyvažují v mikroskopickém objemu na hranicích zrn a ZN 3. druhu se vyvažují v ultramikroskopickém objemu v hranicích krystalické mřížky a oba druhy nemají určitý směr vůči geometrickému tvaru výrobku.

Závěrem lze konstatovat, že s metodou VSR získala různá pracoviště zcela protichůdné výsledky. Dle našich poznatků byla ZN 1. druhu v měřených místech snížena o cca 20 % při aplikaci VSR a cca o 80 až 90 % při žíhání svařence. Operaci žíhání na odstranění ZN nelze metodou VSR nahradit. Dochází rovněž zejména ke snižování ZN 2. a 3. druhu, která ovšem nelze tenzometrickými metodami měřit, a tím k dosažení lepší stability rozměrů výrobku zpracovaného metodou VSR [3].

Literatura

- [1] Büchler H., Pfalzgraf H.G.: Schweissen und Schneiden 16,5,64.
- [2] Hebel A.G.: Metal Progress, November 1985.
- [3] Dolhof V.: Výzkumná zpráva ÚVZÚ ŠKODA, Plzeň, říjen 1990.