

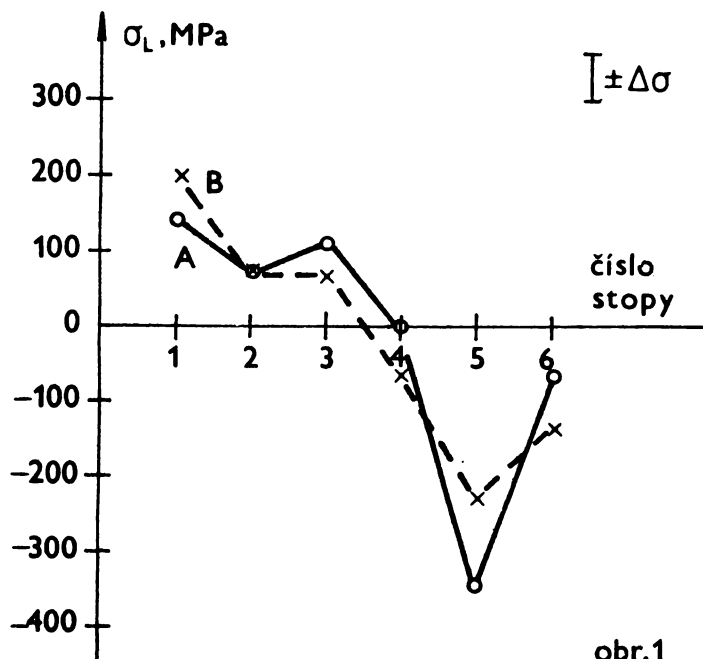
Jedním z nejdůležitějších způsobů ovládání fyzikálních vlastností v definovaných povrchových vrstvách je tepelné zpracování mající charakter programového ohřevu, natavení a následného ochlazení. Velmi výhodné a energeticky méně náročné se jeví využití laserových soustav, které dovolují aplikovat tepelné zpracování ostře prostorově a časově lokalizované tak, že převážný vnitřek tělesa zůstává neovlivněn.

Použití laserového záření v režimu natavení (hustota výkonu laseru řádově $10^5 - 10^6 \text{ Wcm}^{-2}$) vede, v důsledku velkých teplotních gradientů, objemových a strukturních změn, ke vzniku zbytkových napětí v přetavené vrstvě. Jejich velikost a znaménko závisí na řadě faktorů jako např. typ materiálu, hustota výkonu laseru, rychlost posuvu vzorku vůči svazku a pod.

Cílem práce bylo studium rozložení zbytkových napětí po ploše přetavené oblasti, průběhu zbytkových napětí do hloubky přetavené vrstvy a dále určení vztahu mezi rychlostí posuvu vzorku a hodnotou zbytkových napětí v přetavené stopě.

Popis vzorků. Vzorky ve tvaru destiček o rozměrech (80x50x5) mm z oceli 11375 byly oboustranně broušeny a poté žíhány ve vodíku při teplotě 650°C po dobu 4 hod. Kontinuálním CO_2 laserem s výkonem ve svazku 2kW

I. byla přetavena oblast o rozměrech (50x30)mm s roztečí stop 0,8mm, průměr jedné stopy 1mm, rychlost posuvu vzorku vůči svazku 12,5 mm/s. Vzhledem k tomu, že v průběhu interakce laserového záření s materiálem docházelo k "ma-



kroskopické" deformaci destičky (prohnutí), bylo použito třech způsobů uchycení vzorku: vzorek volně ležel při ozařování na podložce (1a), vzorek byl pevně stažen s podložkou a po vychladnutí uvolněn (1b), vzorek byl při přetavování pevně stažen s podložkou a v tomto stavu ponechán (1c).

obr.1

- II. byly vytvořeny dvojice přetavených stop /A,B/ lišící se navzájem rychlostí posuvu vzorku vůči svazku:
1,2: 4,2 mm/s, 3: 8,3 mm/s, 4: 12,5 mm/s, 5: 25 mm/s,
6: 50 mm/s.

Metoda měření. Rentgenografická tenzometrická metoda jedné expozice /1/ s CrK_α zářením. Zbytková napětí byla měřena v 15 bodech rovnoměrně rozložených po ploše přetavené oblasti vzorků 1a-1c ve dvou navzájem kolmých směrech. Ve směru rovnoběžném (ozn. σ_L) a ve směru kolmém (ozn. σ_T) na stopu.

Výsledky měření. Výsledky získané z měření na souboru výše popsanych vzorků lze shrnout do následujících bodů.

1. Zbytková napětí σ_L a σ_T na povrchu přetavené oblasti vzorků 1a a 1b jsou kladná a pohybují se v rozmezí hodnot (200-400)MPa. V místech vně přetaveného povrchu byla zjištěna tlaková napětí o maximální hodnotě -220MPa.
2. Na vzorku 1c, který byl v průběhu ozařování laserem pevně stažen s podložkou tak, aby nemohlo dojít k deformaci destičky jako celku, byla naměřena tahová napětí σ_L i σ_T o velikosti (400-600)MPa. Tyto hodnoty jsou přibližně o 50% vyšší než hodnoty naměřené na vzorcích 1a a 1b. V místech vně přetavené plochy nulová hladina zbytkových napětí byla stejná jako u výchozího, ještě nepřetaveného vzorku.
3. Průběh zb. napětí σ_L do hloubky vrstvy vykazuje u vzorku tři oblasti. První oblast zahrnuje vzdálenost (0 - 450) μm od původního povrchu s průměrnou hodnotou $\sigma_L \approx 330\text{MPa}$, v druhé oblasti (450-800) μm je $\sigma_L \approx 280\text{MPa}$ a konečně třetí oblast (800-1200) μm s $\sigma_L \approx 180\text{MPa}$. Hodnoty σ_T ve stejných rozměrech hloubek jsou přibližně o 100 MPa nižší.
4. Závislost σ_L na rychlosti posuvu vzorku vůči paprsku laseru je znázorněna na obr.1. Při nižších rychlostech jsou zbytková napětí kladná (body 1,2,3), poté přecházejí do záporných hodnot. Maximální tlaková napětí jsou dosahována při rychlostech 25 mm/s.

Závěr. Poměrně vysoké kladné hodnoty zb.napětí na vzorku 1c ukazují na převládající vliv teplotních efektů nad mikrostrukturálními transformacemi v přetavené zóně /2/. Pokles hodnot zbytkového napětí na vzorku 1a a 1b je vyvolán makroskopickým prohnutím destičky, které vneslo na stranu přetaveného povrchu tlaková napětí. Oblasti v průběhu zb. napětí do hloubky vrstvy odpovídají ve shodě s /2/ přetavené zóně, tepelně ovlivněné zóně a substrátu.

Literatura:

- /1/ Kraus I., Trofimov V.V.: Rentgenová tenzometrie, Academia Praha 1988
/2/ James M.P., Gnanamuthu D.S., Moores R.J.: Laser Process Materials, Symp. 1984