

ZPŮSOBY RENOVACE NÁSTROJŮ Z RYCHLOŘEZNÉ OCELI

Monika Boxanová*, Pavel Rohan

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

Abstrakt

Studie provedená v rámci této práce se zabývá možností renovace nástrojů z rychlořezných ocelí navařováním plazmatem. Za základní i přídavný materiál byla zvolena rychlořezná ocel typu HSS23. Zkušební návary byly provedeny kontinuálním navařovacím proudem a proudem o frekvenci 100 Hz, která byla na základě předcházejících prací určena jako vhodná pro zlepšení navařovacích parametrů. Vzorky byly navařeny při teplotě předehřevu 250 °C. Bylo prokázáno, že lze úspěšně vytvořit návar plazmatem přídavným materiálem z rychlořezné oceli na základním materiálu z totožné oceli. Byla porovnána tvrdost provedených návarů při různých teplotních režimech navařovacího procesu.

Klíčová slova: Navařování plazmatem, PTA, rychlořezná ocel, HSS, tvrdost, renovace

1. ÚVOD

Životnost nástrojů používaných ve strojírenské výrobě pro obrábění, ale i pro výrobu forem pro zápustkové kování a obdobné operace je limitována především odolností jejich povrchu. Často je to právě povrch, který má zásadní vliv jak na kvalitu, tak na výsledný vzhled, geometrii a množství povrchových vad výrobků. Z této skutečnosti lze odvodit, že úprava nebo renovace povrchových partií prodlouží životnost mnohdy výrobně náročných, a tím i drahých nástrojů. Renovace obnovením povrchové vrstvy nástroje je tedy využívána z důvodu prodloužení životnosti a při správně zvoleném postupu umožňuje opravu i tvarově složitých nástrojů, které je často nutné tepelně zpracovat. [1]

Jedním z vhodných způsobů renovace součástí je navařování plazmatem, které je založeno na vytváření povlaku pomocí plazmatu, které vychází z plazmatronu a hoří mezi wolframovou elektrodou (katoda) a vodivým základním materiálem (anoda). Tento typ zapojení se nazývá přenesený oblouk (plasma transferred arc – PTA). Proud plazmatu natavuje přídavný a částečně i základní materiál, jež jsou díky tomu po zchlazení a krystalizaci spojeny metalurgickým spojením. Mezi hlavní parametry, které formují výsledné vlastnosti a vzhled návaru, patří plazmový proud, rychlost podávání přídavného materiálu, rychlost posuvu hořáku, průtok plynů a vzdálenost hořáku od základního materiálu. V porovnání s laserovým navařováním je metoda PTA jednodušší z hlediska nastavení vyhovujících parametrů navařování. [2]

Jedním ze způsobů snížení tepelného ovlivnění základního materiálu je použití pulzace navařovacího proudu. Na základě předchozích prací ([2], [3], [4]), byla frekvence 100 Hz zvolena za nejvýhodnější pro navařování rychlořezné oceli na podložku z totožného materiálu. [5]

2. EXPERIMENT

2.1. Navařovací automat a použité materiály

Navařování vzorků probíhalo na navařovacím automatu typu PPC 250 R6 (KSK, s.r.o., Česká republika). Automat umožňuje pulzní navařování proudem od 50 do 250 A při frekvencích 0–200 Hz. Trajektorii plazmatronu lze řídit v 6ti osách. (2 osy polohovadlo, 4 osy plazmatron). [6]



Obr. 1. Navařovací automat PPC 250 R6 [6]

Základním i přídavným materiálem byla rychlořezná ocel typu HSS23 (Tabulka 1). Přídavný materiál byl podáván ve formě prášku o velikost částic 80–180 μm. Rychlost podávání byla nastavena přibližně 30 g/min, prášek byl přesušen při teplotě 110°C. [7]

* Kontakt na autora: monika.boxanova@fs.cvut.cz

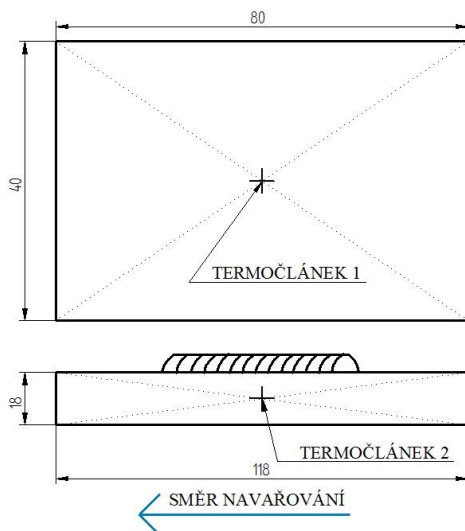
Tabulka 1. Chemické složení základního a přídavného materiálu (hmotnostní % nejvýznamnějších prvků) [7]

C hm%	Si hm%	Cr hm%	Mo hm%	V hm%	W hm%	Fe hm%
1,30	0,36	4,05	5,19	3,18	6,07	zbytek

V rámci experimentu byly použity dva typy navařovacích programů. Jeden vzorek byl navařen kontinuálním navařovacím proudem, tři vzorky pulsním proudem o frekvenci 100 Hz.

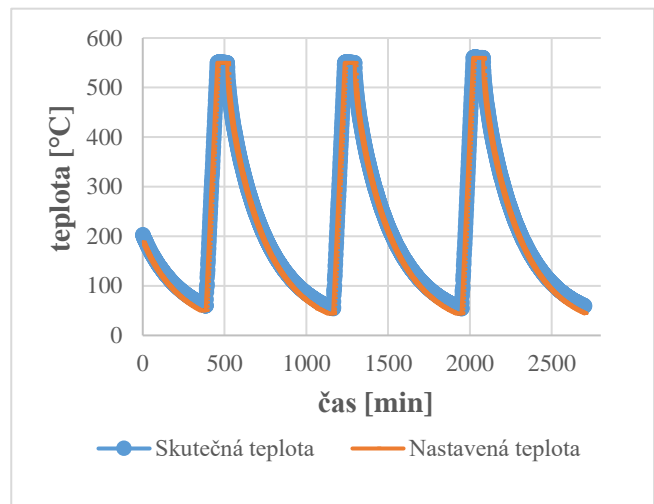
2.2. Průběh experimentu

Základní materiál HSS23 tloušťky 18 mm byl nařezán na vzorky 40x80 mm. Pomocí stanice pro kapacitní navařování termočlánků byly na každý vzorek přivařeny dva termočlánky pro snímání teploty. Teplota byla zaznamenána měřicí ústřednou ALMEMO 5690-2M. Toto zařízení zaručuje vysokou přesnost měření při rychlosti 2,5 až 100 měření za sekundu, počet měřících vstupů je 20. Jeden termočlánek byl umístěn ze spodní strany vzorku přibližně ve středu návarové housenky, druhý termočlánek po straně vzorku (viz. Obr.). [8]



Obr. 2. Umístění termočlánků

Experiment byl rozdělen do dvou etap. V první etapě byly navařeny dva vzorky návaru na zakalený materiál (tvrdost 64 HRC). První byl navařen kontinuálním navařovacím proudem (A), druhý pulsním proudem o frekvenci 100 Hz (B). Tyto dva vzorky byly dochlazeny v peci na teplotu okolí. Na základě vyhodnocení vlastností těchto návarů (tvrdost, stav housenky) byla frekvence 100 Hz navařovacího proudu určena za vhodnější v porovnání s navařovacím kontinuálním proudem vzhledem k menšímu tepelnému ovlivnění základního materiálu. Ve druhé fázi experimentu byl navařen vzorek ze zakaleného (C) a vzorek z vyžíhaného (D) základního materiálu. Oba vzorky byly přehřáté na teplotu 250 °C a poté na ně byla navařena vrstva při navařovací frekvenci 100 Hz. Neprodleně po navaření byly vzorky dochlazeny v peci na 50 °C a následně popuštěny při teplotách 550, 550 a 560 °C po dobu 1 hod výdrže na popuštěcích teplotách.



Obr. 3. Graf průběhu teploty při popuštění vzorků v peci

Při navařování byl hořák umístěn ve vzdálenosti 10 mm nad základním materiálem. Argon o čistotě 4.8 byl použit jako plazmový, podávací i ochranný plyn. Šířka rozkyvu 13 mm, délka návaru 40 mm, návar byl široký přes 20 mm.



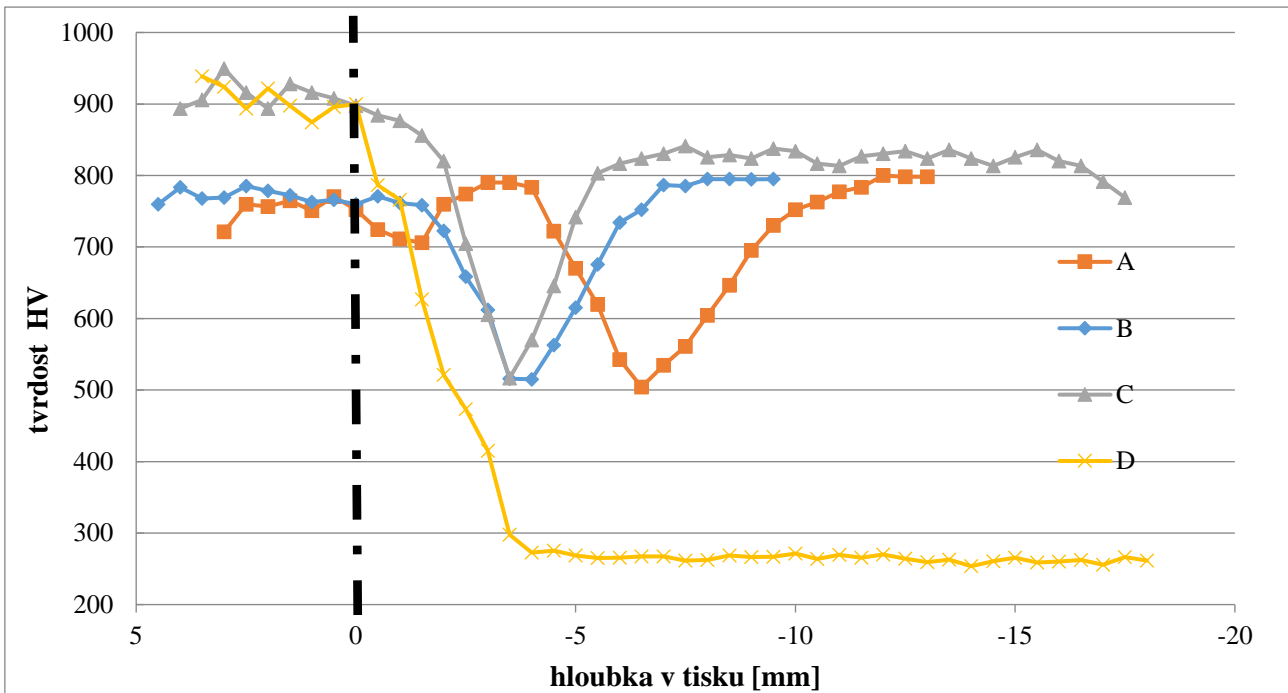
Obr. 4. Upnutí vzorku při navařování

Po vychladnutí byly vzorky pomocí metalografické pily rozřezány na výřezy, ze kterých byly zhotoveny metalografické výbrusy.

2.3. Měření tvrdosti

Tvrdost vzorků A, B, C, D byla měřena na mirkotvrdoměru Indenta Met 1104 (Buehler) dle Vickerse. Zatížení hrotu bylo nastaveno na 1K (odpovídá 1 kilogramu), doba působení vtisku 11 s. Vtisky byly vedeny středem vzorků ve vzdálenosti 0,5 mm od sebe.

3. VÝSLEDKY A DISKUZE



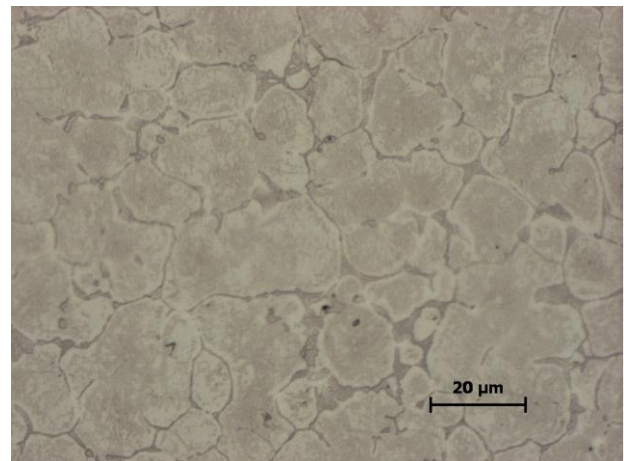
Obr. 5. Průběh tvrdostí plazmově navařených vzorků (viz. Značení vzorků)

ZNAČENÍ VZORKŮ:

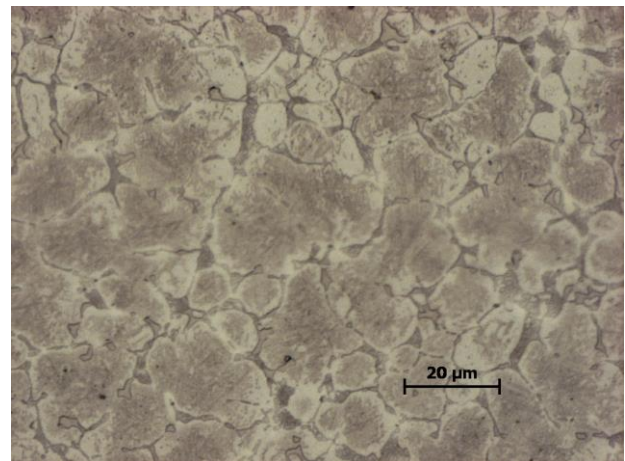
Vzorek	Základní materiál	Navařovací proud	Tepelné zpracování
A	Kalený	Kontinuální	Bez
B	Kalený	Pulzní	Bez
C	Kalený	Pulzní	Popuštěno
D	Žíhaný	Pulzní	Popuštěno

Průběh tvrdosti je u všech vzorků charakterizován výrazným poklesem tvrdosti v podpovrchové vrstvě (Obr. 5). Oblast přechodu návar – základní materiál je určena čerchovanými čarami. Osa x odpovídá hloubce vtisku tak, že hodnota 0 leží na povrchu základního materiálu.

Nejvyšší naměřená tvrdost se u nepopuštěných vzorků A a B pohybovala okolo hodnot 785 HV (64 HRC), nejnižší okolo hodnot 505 HV (49 HRC). U vzorku C byla nejvyšší tvrdost 950 HV (68 HRC), nejnižší kolem 515 HV (50 HRC). Nejvyšší tvrdost vzorku D byla 939 HV (68 HRC), nejnižší tvrdost 264 HV (25 HRC). Vzorky B, C mají podobnou křivku poklesu a růstu tvrdosti. Odlišnost vzorku A je způsobena kontinuálním proudem navařování, který tepelně ovlivnil zónu návar – základní materiál a oblast promísení. Závar u vzorku A je větší než u vzorků B, C, D, které byly navařeny pulzním proudem o frekvenci 100 Hz, a proto je i pokles tvrdosti posunutý více do základního materiálu. Vzorek D vykazuje monotónní pokles tvrdosti v oblasti hranice ztavení. Tvrdost klesá až na hodnotu vyžíhaného základního materiálu 264 HV. Všechny navařené povlaky jsou bez trhlin, propojeny se základním materiálem.

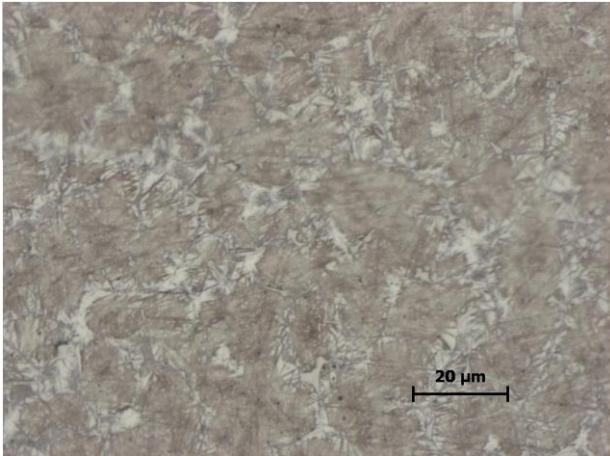


Obr. 6. Mikrostruktura vzorku A, zvětšení 500x

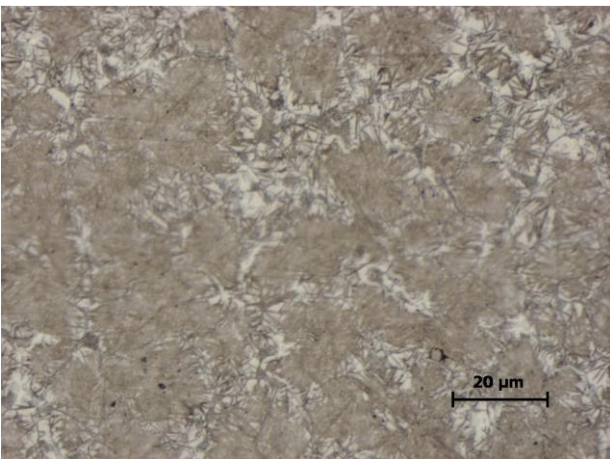


Obr. 7. Mikrostruktura vzorku B, zvětšení 500x

Mikrostruktury jednotlivých vzorků vykazují přítomnost zbytkového austenitu, ale i výrazných martenzitických jehlic (Obr. až Obr. 8) a oblasti shluků karbidických fází ([2], [4]) jsou zobrazeny mikrostruktury navařených povlaků.



Obr. 8. Mikrostruktura vzorku C, zvětšení 500x



Obr. 9. Mikrostruktura vzorku D, zvětšení 500 x

4. ZÁVĚR

V rámci této experimentální práce byly úspěšně navařeny čtyři vzorky rychlořezné ocele na podložku z rychlořezné ocele stejného složení (viz. Tabulka 1). Vzorky byly odlišně tepelně zpracovány: A zakalený navařený při kontinuálním navařovacím proudu, B zakalený navařený s frekvencí 100 Hz navařovacího proudu, C zakalený navařený s frekvencí 100 Hz navařovacího proudu s následným popuštěním, D žíhaný navařený s frekvencí 100 Hz navařovacího proudu s následným popuštěním. U všech použitých tepelných zpracováních byly návary propojeny se základním materiálem, bez trhlin.

Nejvyšší tvrdosti bylo dosaženo u povlaků vzorků, které byly po navření popuštěny, a to 950 HV. Tepelné zpracování popuštěním zvýšilo tvrdost návarů až o 200 HV. Tato skutečnost by mohla být způsobena rozpadem zbytkového austenitu na martenzit při popuštění vzorků nebo precipitací karbidů ve vhodné disperze. Velice pravděpodobně se ale superponují oba dva uvedené vlivy.

Vlastní příčina zvýšení tvrdosti popuštěných vzorků bude studována v následující práci mimo jiné metodou XPM (eXtreme Property Mapping) pomocí nanoindentace.

Předpokládaná teorie je pokračováním projektu navařování rychlořezných ocelí, kdy byly rychlořezné oceli navařovány na základní materiály z uhlíkové oceli a na oceli pérové třídy 14 260. V rámci těchto experimentů bylo zkoumáno teplotní pole samotného navařování pomocí termočlánků umístěných na povrchu vzorků, struktury návarů i jejich základní vlastnosti.

Poděkování

Děkuji za laskavé poskytnutí vzorků z rychlořezné oceli a jejich tepelné zpracování Ing. Martinovi Kuříkovi (ÚMI ČVUT v Praze, Czechmetal s.r.o.) a společnosti KSK s.r.o. za možnost pracovat na moderním zařízení.

Literatura

- [1] HAWRYLUK, Marek. Review of selected methods of increasing the life of forging tools in hot die forging processes. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Elsevier, 2016. DOI: 2016.06.001.
- [2] BOXANOVÁ, Monika a Pavel ROHAN. Navařování rychlořezných ocelí plazmatem. *Studentská tvůrčí činnost 2016*. České vysoké učení technické v Praze, 2016, , 4.
- [3] ROHAN, Pavel, Tomáš KRAMÁR a Jaroslav PETR. HSS DEPOSITION BY PTA – FEASIBILITY AND PROPERTIES. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2016, **10**(29), 57-61. DOI: 10.12913/22998624/61933. ISSN 2080-4075. Dostupné také z: <http://www.journalssystem.com/astrij/HSS-DEPOSITION-BY-PTA-FEASIBILITY-AND-PROPERTIES,61933,0,2.html>
- [4] ROHAN, Pavel, Tomáš KRAMÁR, Karel KOVANDA a Jan URBAN. High speed steel cladding by pta - influence of parameters. *METAL 2016 proc.* Tanger, 2016, , 5.
- [5] D'OLIVEIRA, A.S.C.M., R.S.C. PAREDES a R.L.C. SANTOS. Pulsed current plasma transferred arc hardfacing. *Journal of Materials Processing Technology*. 2006, **171**(2), 167-174. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.269>. ISSN 09240136. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013605006448>
- [6] Plazmové automaty. *KSK Česká Třebová* [online]. b.r. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.kskct.cz/plazmove-automaty/>
- [7] *Sonderwerkstoff: DE - Bezeichnung PMD23*. Dörrenberg Edelstahl GmbH, b.r.
- [8] Měřicí ústředny Almemo. *ALHBORN: Přesná německá měřicí technika* [online]. b.r. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz/pristroje/merici-ustredny->

[almemo/almemo-5690-2m-merici-ustredna-az-se-100-univerzalnimi-mericimi-vstupy.html](#)