

NEGATÍVNE VPLYVY PÔSOBIACE V PROCESOCH RENOVÁCIE NAVÁRANÍM

MIROSLAV GREŠ - JÁN VIŇÁŠ

NEGATIVE EFFECTS ACTING IN RENOVATION PROCESSES OF CLADDING

ABSTRAKT

Príspevok prezentuje prehľad renovačných metód navárania, ktoré v dnešnej dobe nachádzajú širšie uplatnenie vďaka svojej širokej využiteľnosti pri opravách poškodených strojných súčastí. Medzi hlavné výhody navárania ako procesu patrí najmä ekonomické a časové hľadisko. Príspevok ďalej pokračuje opisom výhod a nevýhod samotného procesu navárania, kde do procesu vstupujú faktory ako: automatizáciu, základný a naváraný materiál, tepelné ovplyvnenie materiálu a dokončovacie obrábanie. V záverečnej časti sa príspevok zameriava na riziká, ktoré môžu vzniknúť pri procese navárania a vplyvmi týchto rizík na zdravie pracovníkov. Týmto rizikám predchádzame širokou radou osobných ochranných pracovných pomôcok, ktoré sú pri tejto technológii neoddeliteľnou súčasťou.

KLúčové slová: renovácia, naváranie, riziká, ochrana, bezpečnosť

ABSTRACT

This paper presents an overview of renovation methods, which nowadays have wider application due to its wide applicability in repairing damaged machine parts. The main advantages of cladding as the process is mainly economical and time aspect. Post goes on to describe the advantages and disadvantages of the process itself, where the process entering factors are: automation, base and cladding material, thermal effect on the material and finishing machining. The final part of contribution focuses on the risks that may arise in the process of cladding and impact of these risks to the health of workers. These risks are prevented by extensive range of personal protective equipment, which at this technology is an integral part.

KLúčové slová: renovation, cladding, risks, protection, safety

Úvod

V súčasnej priemyselnej praxi využívame procesy navárania najmä pri renovácii opotrebovaných súčiastok, kde vyžadujeme, aby naváraný kov bol podobného alebo rovnakého chemického zloženia. V praxi sa za účelom zvýšenia kvality a životnosti opravovanej súčasti volí naváraný kov o vyššej kvalite ako je základný materiál. V prípade renovácie opotrebovaného predmetu je však potrebné najprv správne analyzovať druh opotrebenia, vplyv prostredia, pracovných podmienok a na základe tejto analýzy potom zvoliť vhodnú technológiu navárania, vhodný naváraný materiál, prípadne aj rozhodnúť či je renovácia vôbec možná alebo či sa nám tento proces najmä z ekonomického a časového hľadiska oplatí. V praxi sa efektívnosť renovácie naváraním pohybuje do cca 70% ceny nového náhradného dielu alebo nástroja. Vytváranie alebo renovácia rôznych funkčných povrchov pomocou navárania je pri správnom použití veľmi užitočná a ekonomická, má však tiež svoje výhody aj nevýhody. [1,2]

Renovácia naváraním

Naváranie môžeme definovať ako nánosové zvarovanie, kde je metalurgickým procesom za vysokých teplôt natavený základný materiál, zároveň je tavený a do tavného kúpeľa pridávaný aplikovaný návarový materiál (prídavný materiál). Výsledkom, ktorého je homogénna kovová alebo zliatinová vrstva. Pri naváraní je najčastejším cieľom vytvoriť vrstvu s nízkym koeficientom premiešania so základným materiálom. Je snahou eliminovať množstvo vneseného tepla do základného materiálu, čím dochádza k zníženiu vnútorných pnutí a deformácií v materiáli pri procese navárania. Takto vytvoreným návarom možno vytvoriť ochrannú vrstvu s požadovanými vlastnosťami, ako napríklad odolnosť voči korózii, tepelnému namáhaniu, abrazívnemu a adhezívnemu opotrebeniu, kavitácii, erózie, a ďalším nepriaznivým faktorom. Pre úspešné vykonanie procesu navárania sú dôležité nasledujúce dve hľadiská. Prvé kritérium sa týka teploty tavenia základného materiálu a naváraného kovu. Je veľmi dôležité, aby teplota tavenia naváraného kovu bola rovnaká, najlepšie však nižšia, ako teplota tavenia základného materiálu. Pri tejto kombinácii materiálov počas navárania nevznikajú problémy a návar dosahuje nami požadované vlastnosti. Zvýšenú opatrnosť je potrebné venovať, ak teplota tavenia základného materiálu je nižšia ako teplota tavenia naváraného kovu, pri tomto prípade je naváranie problematické, niekedy aj nemožné.

K nataveniu základných a prídavných materiálov dochádza pôsobením vonkajšieho zdroja tepla. Základnými zdrojmi tepla môžu byť:

- elektrický oblúk,
- plameň horľavého plynu v zmesi s kyslíkom,
- plazma,
- laser,
- elektrónový lúč [1,2,3]

Opravy a renovácie poškodených strojových súčiastok sú dôležitým technologickými operáciami. Na obr. 1 až 6 sú dokumentované súčiastky, ktorých funkčné povrchy sú renovované metódami navárania.

Rozoznávame tieto základné aspekty obnovy opotrebenia povrchu:

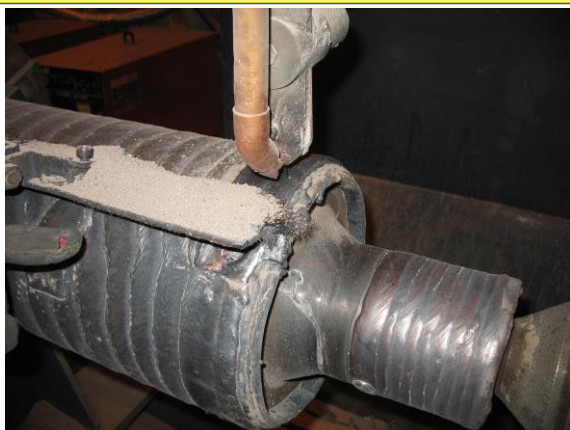
- tvarové (oprava odlomených častí, doplnenie povrchového opotrebenia),
- funkčné (odolnosť proti opotrebeniu, trecie vlastnosti, odolnosť proti vysokým teplotám),
- prevádzkové schopnosti-bezpečnosť (spoľahlivosť súčiastky pri dlhodobom zaťažení). [1,2]



Obr. 1 Renovácia rovinných plôch – zápustka naváraná metódou 136 STN EN ISO 4063



Obr. 2 Renovácia rotačných plôch – naváranie kladky metódou 121 STN EN ISO 4063



Obr. 3 Renovácia hnaného valca metódou 121 STN EN ISO 4063



Obr. 4 Renovovaný čep valca metódou 121 STN EN ISO 4063



Obr. 5 Renovované valce kontilíatia - metódou 121 STN EN ISO 4063



Obr. 6 Renovované valce kontilíatie po opravovaní

Výhody a nevýhody navárania

Medzi najväčšie výhody technológie navárania patrí možnosť automatizácie procesu. V kombinácii s využitím optimálnych druhov návarových kovov a výkonných zdrojov tepla je dosahovaná vysoká produktivita, ktorá sa aplikuje v sériovej výrobe. Navarená vrstva je kompaktná, medzi návarom a základným materiálom vzniká difúzny spoj, ktorého pevnosť je minimálne rovná pevnosti základného materiálu, alebo vyššia. Pomocou navárania možno vhodnou voľbou dosiahnuť požadované vlastnosti funkčného povrchu. Návary možno zhotovovať v hrúbke až niekoľko desiatok milimetrov. Následným tepelným spracovaním je potom možné dosiahnuť vhodné vlastnosti základného materiálu i návaru. Medzi ďalšie nemenej významné výhody patrí tiež fakt, že ručné spôsoby navárania sú vo väčšine prípadov nutné ešte obrábať, z dôvodu dosiahnutia požadovaných výsledných rozmerov a drsnosti. Pri naváraní na ušľachtilé základné materiály je nutné základný materiál predhriať. Celkový proces navárania je v prípadoch použitia špeciálnych technológií navárania kovov energeticky veľmi náročný, kde si vyžaduje aj nákladnejšie zariadenia, taktiež aj vyššie nároky na schopnosti a zručnosti operátorov [1,2].

Základnou nevýhodou technológie navárania je tepelné ovplyvnenie základného materiálu, kde dochádza k zmene štruktúry materiálu najmä v tepelne ovplyvnenej oblasti medzi základným materiálom a návarovým kovom. V závislosti na použitej technológii navárania následne dochádza k vzniku určitého podielu základného materiálu vo vrstve návaru, čo vedie k vzniku vnútorného pnutia a deformáciám. Navarenú vrstvu je vo väčšine prípadov nutné ďalej ešte obrábať, z dôvodu dosiahnutia požadovaných výsledných rozmerov a drsnosti. Pri naváraní na ušľachtilé základné materiály je nutné základný materiál predhriať. Celkový proces navárania je v prípadoch použitia špeciálnych technológií navárania kovov energeticky veľmi náročný, kde si vyžaduje aj nákladnejšie zariadenia, taktiež aj vyššie nároky na schopnosti a zručnosti operátorov [1,2].

Riziká v procese renovácie

Renovácie naváraním používané pri obnove funkčných plôch a sú realizované prevažne oblúkovými metódami MIG, MAG, TIG, ručným oblúkovým zvarovaním, metódami navárania pod tavivom, resp. plameňom.

U týchto metód navárania sa vyskytujú nasledujúce riziká:

- žiarenie,
- dym, sploidy, aerosóly,
- rozstrek tekutého kovu,
- hluk,
- elektrický prúd. [8]

Žiarenie

Zváracie procesy sú sprevádzané elektromagnetickým žiarením, ktoré majú značný vplyv na ľudský organizmus. Zvárací oblúk produkuje tieto druhy žiarenia: ultrafialové, viditeľné a infračervené. Ultrafialové žiarenie pôsobí vo vlnových dĺžkach 100 - 400 nm, ktoré spôsobuje poškodenie rohovky, kože a kože očných viečok. Viditeľné svetlo je svetlo v rozmedzí 400 - 700 nm, tento druh žiarenia môže poškodzovať sietnicu a v najhoršom prípade spôsobiť oslepnutie. Infračervené svetlo zahŕňa oblasť od 700 nm do 1mm vlnovej dĺžky. Pri dlhšom pôsobení poškodzuje sietnicu a rohovku, môže viesť k rôznym zápalom až slepote. Proti všetkým negatívnym účinkom sa dá účinne brániť a to použitím vhodných ochranných pomôcok, t.j. odevom, rukavicami, okuliarmi, zváracími kuklami a pod. [4,7,8]

Sploidy pri naváraní

Pri eliminácii vplyvu sploidy a výparov je nevyhnutné zohľadniť najmä škodlivosť jednotlivých chemických prvkov, ktoré sa nachádzajú v renovovaných materiáloch resp. v prídavných materiáloch pri naváraní. V procesoch navárania je dôraz kladený najmä na efektívny systém odsávania zváracích sploidy, ktoré môžu byť jedovaté až karcinogénne, čo je dokumentované v tab. 1.. Tieto sploidy vznikajú najmä z vysokolegovaných základných a prídavných materiálov [8,9].

Tab. 1 Zložky zváracieho dymu a ich vplyv na zdravie [8]

Berýlium (Be)	Berýlium a jeho zlúčeniny sú vysoko toxické a karcinogénne. Vystavenie tejto látky spôsobuje nevratné zmeny v pľúcach až smrť.
Kadmium (Cd)	Vdýchnutie kadmia alebo jeho zlúčenín vážne ohrozuje zdravie, zaradzuje sa medzi karcinogény. Kadmium po zahriatí a oxidácii zanecháva špinavo olivovú farbu a následky sploidy oxidov kadmia pôsobia aj niekoľko hodín po vystavení.
Oxid uhoľnatý (CO)	Najväčšie nebezpečenstvo dochádza pri nahromadení tohto plynu. CO sa používa ako ochranná atmosféra, je bezfarebný a bez zápachu. V malej koncentrácii spôsobuje únavu, otupenosť a bolesti hlavy. Pri vyššej koncentrácii stratu vedomia až udusenie.
Chrómový (Cr)	Vystavenie chrómovému prachu alebo sploidy spôsobuje kašeľ, kýchanie, problémy s dýchaním a bolesť hlavy. Ďalej podráždenie očí a v niektorých formách je karcinogénny.
Meď (Cu)	Sploidy meď a medený prach spôsobujú podráždenie pľúc, kovovú chuť v ústach, taktiež spôsobuje poškodenie očí a dráždi kožu.
Fluoridy (F ⁻¹)	Fluoridové sploidy dráždia oči, nos a krk. Pri častom styku fluorid spôsobuje sklerózu kostí a žilkovanie zubov. Fluoridy sa môžu vytvárať pri použití elektród s vlastnou ochrannou atmosférou, elektród s fluoridovým povrchom a pri naváraní pod tavivom.
Oxid železitý (Fe ₂ O ₃)	Čistý oxid železitý pravdepodobne nespôsobuje zmeny pľúcny vlákien, vdychovanie oxidu železitého zmiešaného s istými látkami môže spôsobiť poškodenie pľúc.
Olovo (Pb)	Sploidy olova môžu pri vdýchnutí spôsobiť otravu olovom, svalovú slabosť, zvracanie, koliku alebo smrť. Proti vdychovaniu olova je nutné sa chrániť, pretože olovo vytvára toxické sploidy.
Mangán (Mn)	Mangánový prach a jeho sploidy dráždia oči aj sliznicu. Pri chronickej otrave mangánom sa prejavuje podráždenosť, strata chuti do jedla, bolesť hlavy, slabosť svalov a bolesť kĺbov môže spôsobiť aj smrť.
Ozón (O ₃)	Ozón vzniká ako výsledok reakcie elektrického oblúku a okolitej atmosféry. Ozón má zreteľnú vôňu, vystavenie ozónu sa môže prejavovať podráždením očí, nosu a krku. Príliš veľké vystavenie môže spôsobiť i smrť.
Fosgén (COCl ₂)	Tento vysoko toxický plyn vzniká pri kontakte ultrafialových lúčov z elektrického oblúku s chlórovanými roztokmi. Vdýchnutie veľkej koncentrácie fosgénu môže spôsobiť pľúcny edém.
Oxid kremičitý (SiO ₂)	Predpokladá sa, že vdýchnutý kryštalický oxid kremičitý je toxický. Oxid kremičitý je často súčasťou tavidla, preto treba dbať na to, aby sa pri používaní tavidlového systému vytváralo čo najmenej prachu.
Zinok (Zn)	Zinok spôsobuje horúčku, čo sa prejavuje pachutou v ústach, slabosťou, únavou, bolesťou vo svaloch a kĺboch. Je potrebné sa vyvarovať vdychovaniu zinkových sploidy vzniknutých pri zváraní alebo rezaní galvanizovaného plechu, mosadzi alebo iných zinkových zliatin.

Ďalej je dôležité odsávanie aj z hľadiska prachových častíc jednotlivých prvkov. V pľúcach sa zachytávajú hlavne častice v rozmedzí od 0,12 μm do 10 μm. V tab. 2 je prehľad veľkosti častíc vo zváracíom dyme pri vybraných metódach. [9]

Tab. 2 Veľkosti častíc zvaračského dymu pri vybraných metódach [9]

Metóda	Veľkosť pevných častí vo zvaračskom dyme
Ručné oblúčkové zváranie	Počas procesu tavenia sa zvaracej elektródy nastáva uvoľňovanie veľkého množstva škodlivín. Veľkosť častíc je väčšinou v rozsahu 0,1 až 0,4 μm .
MIG	Všetky pevné častice sú menšie ako 0,4 μm , avšak väčšina častíc ma priemer iba 0,01 až 0,05 μm
MAG	Max. podiel častíc je vo veľkosti 0,01 - 0,05 μm , malé množstvo je väčšie ako 0,2 μm . Aglomerované častice dosahujú veľkosť až 0,5 μm . Pri zváraní vysokolegovaných ocelí má väčšina častíc veľkosť zhruba 0,1 μm
Tepelné delenie kovov	Veľkosť častíc je od 0,03 μm . Aglomerované sekundárne častice dosahujú veľkosť až 10 μm .

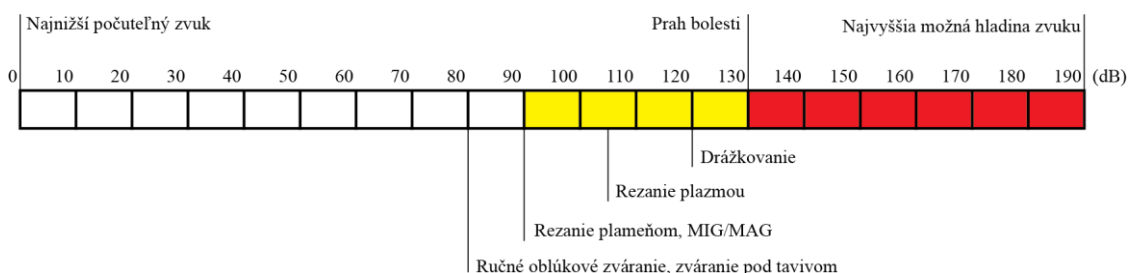
Rozstrek tekutého kovu

Rozstrekom rozžeraveného kovu v procese navárania môže dôjsť k popáleninám obsluhy. Proti úrazom z rozstrekú trosky sa predchádza:

- použitím ochranných krytov na naváracích zariadeniach, závesmi a zástenami z nehorľavého materiálu,
- použitím osobných ochranných pracovných prostriedkov, predpísaných pre príslušný spôsob zvárania. [5,7]

Hluk

Intenzita hluku sa udáva v decibeloch (dB). Rozsah hluku, ktoré ľudské ucho dokáže rozlíšiť začína na hranici 0 dB, čo sú najslabšie tóny až po 190 dB, čo je intenzita hluku rovná štartu rakety. Úroveň hluku v oblasti navárania, zvárania, alebo rezania závisí na pracovnom prostredí a na použitej metóde. Bežné MIG/MAG zváranie dosahuje hlučnosť 90 dB, plazmové rezanie so stlačeným plynom 110 dB, najhlučnejšie je drážkovanie uhlíkovou elektródou kde sa hodnoty pohybujú okolo 120 dB, ktoré už môže prekročiť prah bolesti (Obr. 7). [8]



Obr.7 Porovnanie hlučnosti pri vybraných technológiách [4]

Hluk zhoršuje komunikáciu medzi pracovníkmi, znižuje príjem informácií a varovných signálov hlukom. Zvyšuje únavu a pocit nepohody, nepozornosť a nepresnosť pracovných úkonov. Osobnými ochrannými pracovnými pomôckami vieme zaistiť ochranu sluchu pracovníkov. Ako ochrana sa používajú zátkové chrániče, slúchadlá, protihlukové prilby a kukly [4,6].

Elektrický prúd

Najväčšie riziká pri práci s elektrickým prúdom vznikajú pri poruchách na elektrických častiach zvaracích strojov, a to pri dotyku ľudského tela s časťami zariadenia alebo kabelážou, ktorá je pod prúdom. V závislosti od typu prúdu (striedavý, jednosmerný) jeho intenzity a expozičného času môže dôjsť k stuhnutiu svalov, žalúdočnej nervozite, poruchám srdcového rytmu a až zastaveniu srdca. Aby sa zabránilo úrazu elektrickým prúdom, musí sa vylúčiť kontakt pracovníka so živými elektrickými časťami, alebo je potrebné dodržať bezpečné menovité hodnoty napätia živých častí podľa tab.3. [5,6]

Tab. 3 Bezpečné menovité napätie živých častí [5]

Priestory	Bezpečné napätie (V)	
	Striedavé	Jednosmerné
Bezpečné	do 50	do 100
Nebezpečné	do 24	do 60
Zvlášť nebezpečné	do 12	do 24

Záver

V príspevku sú prezentované základné rizikové faktory, ktoré negatívne vplyvajú na zdravie človeka počas procesov zvárania, resp. navárania. Množstvo škodlivých faktorov závisí od použitej technológie navárania, chemického zloženia prídavných materiálov a renovovaných základných materiálov, použitých parametrov navárania. Prezentované tavné spôsoby navárania si vyžadujú najmä aplikáciu účinných odsávacích systémov, zábran voči šíreniu všetkých typov žiarenia do okolia, s výnimkou metód navárania pod tavivom, ako aj protihlukových opatrení v prevádzkach so zvýšenou hlučnosťou. Opatrenia BOZP upravujú platné smernice a normy, ktoré je povinný zamestnávateľ dodržiavať z dôvodu eliminácie rizík a negatívneho dopadu vyššie spomenutých vplyvov na zdravie pracovníkov.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu VEGA 1/0600/13 a KEGA 059TUKE-4/2012.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] BAJGA, Miroslav., 2007. Navařování kovů: Svět Svaru. p.12. [on-line] Available on – URL: http://www.hadyna.cz/svetsvaru/technology/Navarovani_complete.pdf [cit. 2014-10-22]
- [2] HLAVATÝ, Ivo; HLAVATÝ, Jiří; KREJČÍ, Lucie., 2007. Navařování tvrdokovů. Svět Svaru. p.18-19. [on-line] Available on – URL: <http://www.hadyna.cz/svetsvaru/issue/SS07-3.pdf> [cit. 2014-11-18]
- [3] KUBÍČEK, Jaroslav., 2006. Syllabus přednášek Technologie II, část Svařování. 1 vyd. Brno, p. 115.
- [4] KOSNÁČ, Ludovít., 1998. Ochrana zdravia a bezpečnosť pri zvaraní. Bratislava, ISBN 80-88734-28-2, 32 s.
- [5] STN 05 0600, 2003. Zváranie: Bezpečnostné ustanovenia pre zváranie kovov, Projektovanie a príprava pracovísk. Bratislava,
- [6] Smernice MZ SR č.13/1986 – Pokyny pre vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhľadávanie rizikových prác.
- [7] TURŇOVÁ, Zuzana., 2006. Bezpečnosť a ochrana zdravia pri zvaraní. In.: Zvárač, roč.3, č.2, p.29-30.
- [8] DIMMEROVÁ, Jitka., 2006. Zdravotní rizika při svařování a řezání. In.: Zváranie – Svařování, č.11-12. p. 313-320
- [9] JAJCAY, Alojz., 2006. Odsávání a filtrácia zvaračských dymov. In.: Zváranie – Svařování, č.11-12. p. 321-325

ADRESY AUTOROV

Miroslav GREŠ, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra strojárskych technológií a materiálov, Mäsiarska 74, 040 01, Košice, miroslav.gres@tuke.sk

Ján VIŇÁŠ, doc. Ing., PhD., IWE., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra strojárskych technológií a materiálov, Mäsiarska 74, 040 01, Košice, jan.vinas@tuke.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.