

VPLYV BORIDOVACIEHO PRÁŠKU NA TVORBU BORIDICKEJ VRSTVY NA OCELI BÖHLER K 190 ISOMATRIX PM

THE INFLUENCE OF BORONIZING POWDER ON BORONIZED LAYER OF BÖHLER K 190 ISOMATRIX PM STEEL

Viktória SEDLICKÁ, Mária HUDÁKOVÁ, Peter GRGAČ

*Autori: Ing. Viktória Sedlická, Ing. Mária Hudáková, PhD., Prof. Ing. Peter Grgáč, CSc.
Pracovisko: Katedra materiálového inžinierstva, Materiálovotechnologická fakulta STU
Adresa: J. Bottu 23, 917 24 Trnava, Slovensko
tel.: 0421 33 5521007 fax. 0421 33 5521119, e-mail: viktoria.sedlicka@stuba.sk,
maria.hudakova@stuba.sk, peter.grgac@stuba.sk*

Abstract

Cieľom experimentu bolo štúdium vplyvu rôznych typov boridovacích práškov na tvorbu boridických vrstiev na nástrojovej oceli Böhler K190 ISOMATRIX PM. Boridovanie sa uskutočnilo v hermetických kontajneroch v štyroch typoch boridovacích zmesí. Pri analýzach boridovaných vzoriek bola využitá svetelná mikroskopia a meranie mikrotvrdosti.

The aim of experiment was to study the influence of boronizing powder on formation of boronized layers Böhler K 190 ISOMATRIX PM tool steel. The boronizing was realised in hermetic containers using four different powder mixtures. Analyses of the layers were performed using the light microscopy and microhardness testing.

Key words

boridovanie, vrstva boridická , prášková zmes boridovacia

boronizing, boronized layer, boronizing powder mixture

Úvod

Boridovanie je difúzne nasycovanie povrchových vrstiev kovov a zliatin bórom pričom sa vytvára veľmi tvrdá vrstva boridov. Cieľom boridovania súčiastok a nástrojov je zvýšenie ich odolnosti proti opotrebeniu a tiež koróznej stálosti v rôznych typoch agresívnych prostredí. Boridovanie sa spravidla uskutočňuje pri teplotách 900 až 1100°C. Vývoj a výsledné fázové zloženie boridickej vrstvy ovplyvňuje druh a aktivita boridovacieho prostredia, teplota a čas nasycovania, ako aj základný materiál, na ktorom vytvárame boridickú vrstvu [1,2,3]. Pri boridovaní nelegovaných ocelí spravidla vznikajú boridy železa FeB a FeB₂. Boridické vrstvy

majú veľmi vysokú tvrdosť (až 2200 HV) a nízky koeficient trenia. Priemyselne sa obvykle využíva boridovanie v práškových zmesiach s využitím hermetických kontajnerov alebo boridovanie v roztavených soliach. Boridovacie prášky sa skladajú z aktívnej zložky (spravidla z karbidu bóru B_4C), z aktivátora a z inertnej výplňovej látky, ktorá pri teplote boridovania zabraňuje spekaniu boridovacieho prášku, ako aj jeho zachytávaniu na povrchu boridovaného predmetu. Z praxe vyplynulo, že hrúbku a fázové zloženie vrstvy boridov je potrebné prispôsobiť účelu použitia.

Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznych typov boridovacích práškov na hrúbku boridickej vrstvy na vysokolegovanej nástrojovej oceli ledeburitického typu s karbidickými fázami solidifikačného pôvodu, určenej pre prácu v náročných podmienkach kontiguit.

Experimentálny materiál a metodika experimentu

Na experimenty bola použitá oceľ s komerčným označením Böhler K 190 ISOMATRIX PM vyrobená práškovou metalurgiou [4]. Vzorky boli narezané z tyčového polotovaru ϕ 10,2 mm na dĺžku 10 mm. Oceľ mala brúsený povrch a bola v stave po žíhaní na mätko. Chemické zloženie ocele je uvedené v tabuľke 1. Parametre procesu boridovania boli zvolené nasledovne: teplota 1000°C a časy 4, 5, 6 a 8 hodín. V procese boridovania boli použité 4 druhy boridovacích zmesí – prášky s pracovným označením Minsk 1 a Minsk 2, ako aj komerčne dostupné zmesi Ekabor a Durborid. Proces kontaktného difúzneho nasycovania povrchu ocele bórom sa uskutočnil v hermeticky uzatvorených kontajneroch s rozmermi 80x85x125 mm, ktoré boli zo žiaruvzdornej ocele. Po požadovanej dobe boridovania vzorky chladli v kontajneroch na vzduchu. Po boridovaní sa hodnotila hrúbka vrstvy boridov a merala sa mikrotvrdosť povrchovej a prechodovej vrstvy nasýtených vzoriek.

CHEMICKÉ ZLOŽENIE OCELE BÖHLER K 190 ISOMATRIX PM [4]

Tabuľka 1

Hmot. %	C	Si	Mn	Cr	V	Mo
K 190	2,3	0,1	0,4	12,5	4,0	1,1

Dosiahnuté výsledky a diskusia

V procese boridovania sa vytvorili súvislé boridické vrstvy rozdielnej hrúbky v závislosti od času boridovania a použitého boridovacieho prášku (tabuľka 2). Vo všetkých prípadoch boli po boridovaní povrchy vzoriek čisté, t. j. v procese boridovania nedochádzalo k zachytávaniu častíc práškových zmesí na povrchu nasýtených vzoriek. Tvrdosť na povrchu boridovaných vzoriek sa pohybovala od 1850 do 2150 HV_{0,1}. Najnižšia hodnota mikrotvrdosti sa namerala pri boridovaní v zmesi práškov typu Durborid po 4 hodinách. Dlhšia výdrž na teplote priniesla vyššiu povrchovú tvrdosť vrstvy boridov. Najvyššia tvrdosť sa namerala pri tom istom boridovacom prášku pri 8 hodinovom cykle boridovania.

HRÚBKY VRSTIEV BORIDOV A MIKROTVRDOŠŤ PO BORIDOVANÍ V PRÁŠKOVÝCH MINSK 1, MINSK 2, EKABOR A DURBORID

Tabuľka 2

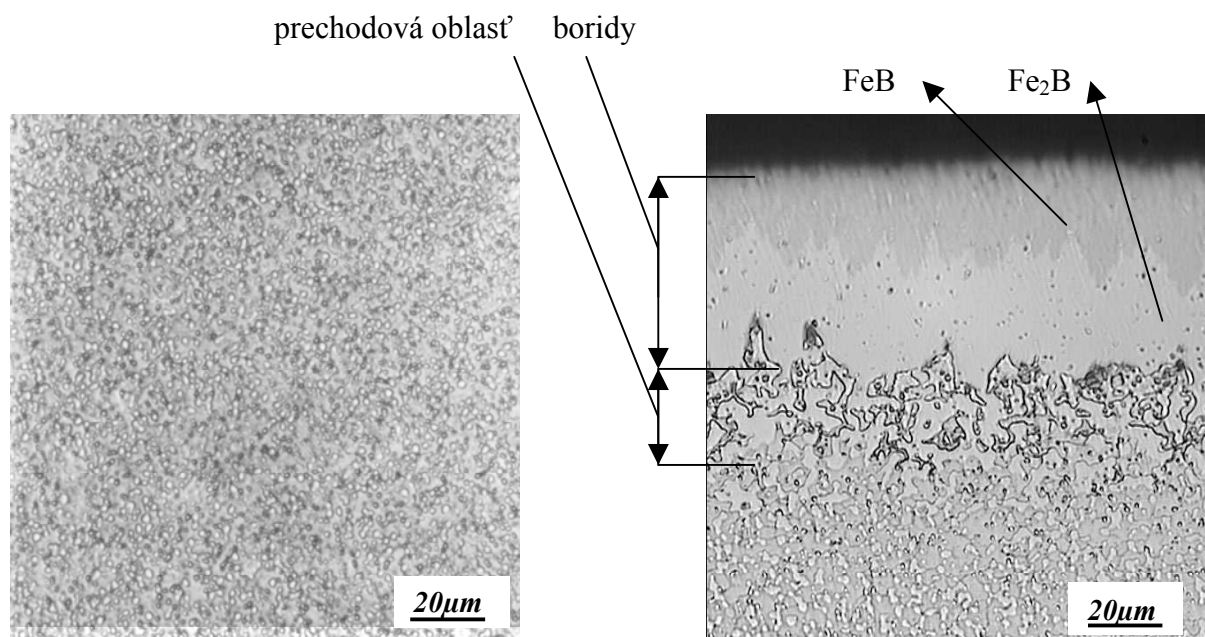
Parametre boridovania			Mikrotvrdosť HV _{0,1}		Hrúbka vrstvy [μm]
1000°C/5 hodín			Povrchová vrstva	Prechodová vrstva	Vrstva boridov
K 190 PM	Minsk 1		1983	801	40
	Minsk 2		2095	864	45
	Ekabor		2029	857	60
1000°C					
K 190 PM	Durborid	4h.	1850	730	20
		6h.	2100	720	30
		8h.	2150	730	54

Hrúbka boridickej vrstvy bola nameraná v intervale hodnôt od 20 μm do 60 μm. Najmenšia hrúbka vrstvy boridov sa zistila pri 4 hodinovej výdrži na teplote boridovania v prášku Durborid. Najvyššiu hrúbku mala vrstva boridov, vytvorená v prášku Ekabor pri 5 hodinovom cykle difúzneho nasycovania. O niečo nižšia bola hrúbka vrstvy v prášku Durborid, ale pri 8 hodinovej výdrži na teplote 1000°C. Hrúbky vrstvy prechodovej oblasti sa pohybovali v rozpätí 15 až 45 μm.

Príklady mikroštruktúr nasycovaného materiálu a vrstiev, vytvorených v procesoch boridovania, znázorňujú obrázky 1 až 6. Východisková mikroštruktúra ocele K 190 PM v stave po žíhaní na mätko je uvedená na obrázku 1, kde možno vidieť homogénnu mikroštruktúru s rovnomernou distribúciou sférických karbidov typu M_7C_3 a MC v matrici.

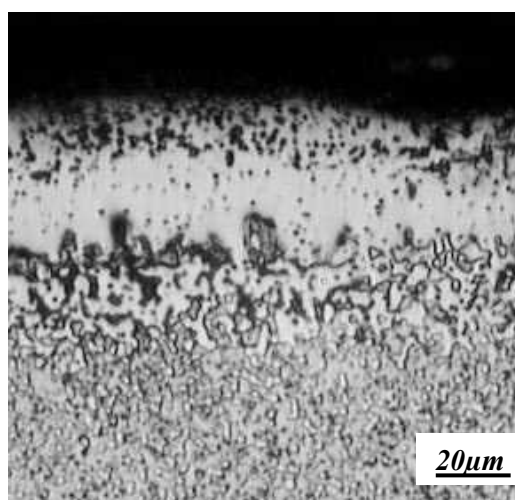
Na obrázku 2 je mikroštruktúra v povrchovej oblasti boridovanej vzorky, ktorá bola difúzne nasycovaná použitím prášku Ekabor s výdržou 5 hodín na teplote boridovania 1000°C. Priemerná hrúbka vrstvy dosahuje hodnotu 60 μm. Hornú časť vrstvy tvorí borid typu FeB. V spodnej časti boridickej vrstvy sa nachádza fáza typu Fe_2B , ktorá je na snímke svetlejšia. Ďalej nadväzuje prechodová zóna, v ktorej vrstva boridov stráca súvislosť a prechádza do základného materiálu.

Snímky č. 3 a 4 dokumentujú mikroštruktúru ocele K 190 po boridovaní 5 hodín v boridovacích práškoch Minsk 1 a Minsk 2. Priemerné hrúbky boridických vrstiev boli 40 μm a 45 μm. V objeme vrstiev možno tiež pozorovať tmavé bodové útvary, ktoré tvoria pravdepodobne karbidické, príp. karboboridické fázy, prítomné v oceli počas difúzneho nasycovania.

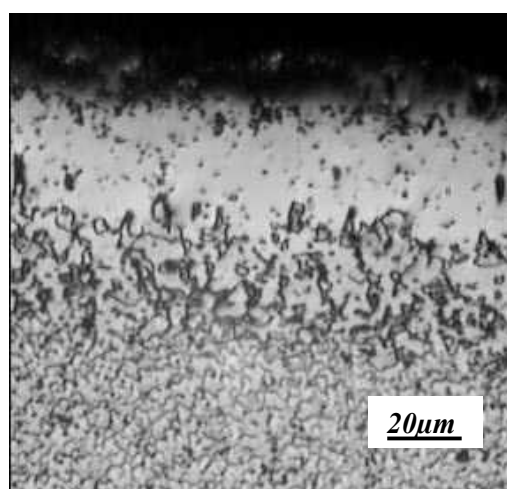


Obr. 1. Mikroštruktúra ocele K 190 PM základný materiál

Obr. 2. Mikroštruktúra ocele K 190 PM boridované v Ekabore (1000°C/5 hod.)

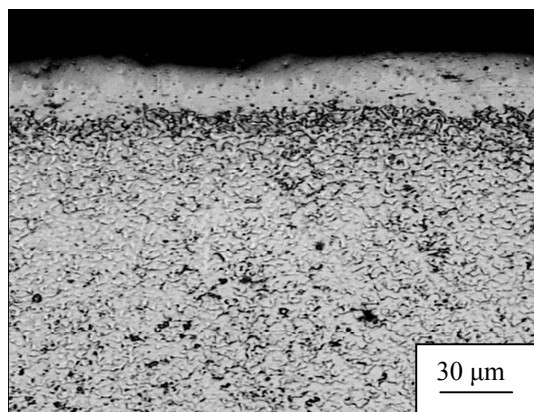


Obr. 3. Mikroštruktúra ocele K 190 PM boridované Minsk 1 (1000°C/5 hod.)

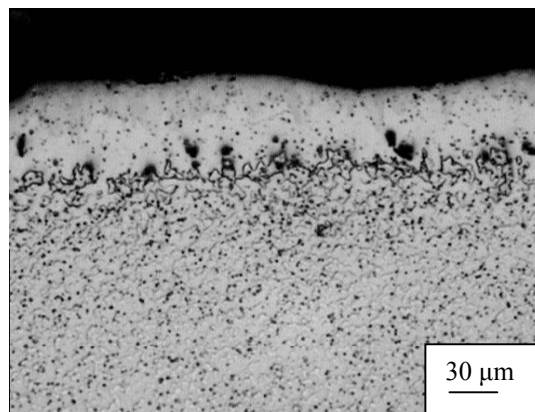


Obr. 4. Mikroštruktúra ocele K 190 PM boridované Minsk 2 (1000°C/5 hod.)

Obrázky 5 a 6 dokumentujú mikroštruktúry ocele K 190 PM po boridovaní v prášku Durborid 6 a 8 hodín pri 1000°C. Na obidvoch obrázkoch možno vidieť súvislú boridickú vrstvu a morfológicky odlišné prechodové oblasti.



Obr. 5. Mikroštruktúra ocele K 190 PM boridované Durborid (1000°C/6 hod)



Obr. 6. Mikroštruktúra ocele K 190 PM boridované Durborid (1000°C/ 8 hod)

Záver

Na vzorkách z ocele K 190 PM vznikli po boridovaní v rôznych práškoch súvislé vrstvy boridov. Hrúbky boridických vrstiev boli rozdielne v závislosti od času boridovania a použitého nasycujúceho prostredia. Z technologického pohľadu sa všetky štyri skúmané zmesi ukázali ako vyhovujúce. Vytvorené vrstvy boli celistvé a ani v jednom prípade sa nezistilo nežiadúce zachytávanie častíc práškových zmesí na povrchoch nasycovaných vzoriek.

Pri porovnaní hrúbok vrstiev boridov, vytvorených v zmesiach Minsk 1, Minsk 2 a Ekabor, možno konštatovať, že najnižšia rýchlosť rastu vrstvy boridov sa dosiahla v zmesi Minsk 1 a najvyššia v zmesi Ekabor.

Mikrotvrdosť boridických vrstiev bola nameraná na úrovni hodnôt od 1850 do 2150 HV_{0,1}, v závislosti od použitého boridovacieho prášku a parametrov procesu boridovania. Najvyššia hodnota tvrdosti boridickej vrstvy bola nameraná na vzorke, získanej pri teplote boridovania 1000°C počas 8 hodín v prášku Durborid.

Táto práca vznikla za grantovej podpory projektu VEGA MŠ a SAV 1/0305/03 a projektu EUREKA E/3437

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] WAHL, G. *Borování – postup k získání tvrdšího povrchu s extrémní odolností proti otěru*. Houghton Durferit GmbH, Hanau-Wolfgang.
- [2] VOROŠNIN, L., LJACHOVIČ, L. S. *Borirovanie stali*. Moskva: Metalurgia, 1978.
- [3] Boronzing. Dostupné na internete <<http://www.bortec.de>>
- [4] Katalóg firmy Böhler – Uddeholm Slovakia Nástrojové ocele, Martin.