

Corr-I-dur® - technologie karbonitridace v plynu s následnou oxidací pro použití v průmyslu

Jiří Stanislav, Bodycote HT, CZ

1. Úvod

Požadavky na korozní odolnost v kombinaci s odolností proti mechanickému opotřebení vedou k trvalému zdokonalování procesů. Dosavadní procesy založené buď na nerezových ocelích nebo na povlácích na bázi Cr, Ni, Zn, nebo jejich kombinaci, nedávají přijatelné výsledky tam, kde je požadováno zpracování vysokého množství dílů za rozumnou cenu

Jedním procesů, které tuto problematiku řeší v přijatelné míře, je karbonitridace oceli s následnou oxidací.

2. Karbonitridace a korozní ochrana

Je známo, že povrchové vrstvy po nitridaci nebo karbonitridaci zvyšují korozní odolnost. Ta však sama o sobě nesplňuje kritéria standardních požadavků na průmyslové aplikace. Např. běžný požadavek do 96 h v korozní mlze splňují procesy karbonitridace v soli, tato technologie není však schopna naplnit nové požadavky automobilového průmyslu na 240 h a více.

Korozní odolnost materiálu se hodnotí Pilling-Bedworth indexem (PB). Materiály, které mají PB hodnotu <1 nevytváří oxidické vrstvy s odpovídající ochrannou, u materiálů s $PB >2$ se vrstva již odlupuje a nemá patřičný ochranný efekt. Do této kategorie patří např. typicky koroze na oceli resp. α -Fe.

Materiály s PB z intervalu >1 až <2 se chovají optimálně z hlediska vytváření pasivační vrstvy na povrchu. V tomto intervalu se nacházejí i vrstvy tvořené oxidy železa v kombinaci s nitridy γ' nebo ϵ , nebo karbonitridy zajišťující zlepšení parametru korozní odolnosti (Tabulka č.1). Důležitým poznáním je, že s přibývajícím množstvím dusíku ve vrstvě $Fe_3O_4 / \epsilon-Fe_2N_{1-x}$ klesá PB a roste korozní odolnost

Vrstva	Pilling-Bedworth Ratio
$Fe_3O_4 / \alpha - Fe$	2,09
$Fe_3O_4 / \gamma' - Fe_4N$	1,8
$Fe_3O_4 / \epsilon - Fe_2N_{1-x}$ (7,3 hm.-% N)	1,79
$Fe_3O_4 / \epsilon - Fe_2N_{1-x}$ (11,0 hm.-% N)	1,69

Tabulka č. 1 – PB ratio pro různé vrstvy tvořené oxidy a nitridy Fe.

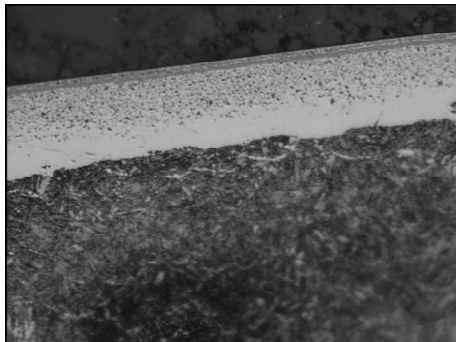
Table 1 – PB ratio for different combination oxide and nitrides of Fe

3. Charakteristika vrstvy

Na obr. č. 1 je typická struktura vrstvy Corr-I-dur® složená z jednotlivých mezivrstev karbonitridů a oxidu Fe_3O_4 . Optimální vrstva je vrstva, která je tvořena převážně fází $\epsilon-Fe_2N_{1-x}$ má tloušťku min 15 μm a vysoký obsah dusíku. Vrstva by měla být v povrchové části dostatečně porézní tak, aby jednak byla podpořena lepší nukleace oxidů železa při oxidaci, jednak zajištěna lepší přilnavost těchto oxidů k povrchu.

Na této základní vrstvě je vytvořena vrstva oxidů Fe_3O_4 s tloušťkou do 3 μm [1], minimálně však 1 μm . Vrstva oxidů musí být kompaktní s vysokou hustotou a nesmí být poškozena. Je zde rovněž úzká vazba na drsnost povrchu, která by měla být

Tvrdost vrstvy, resp. její odolnost proti opotřebení, je dána jednak precipitací nitridů železa a přítomných legur, jednak intersticiálním tuhým roztokem dusíku v železe α .



Obr. č. 1 – Metalografický snímek vrstvy Corr-I-dur®

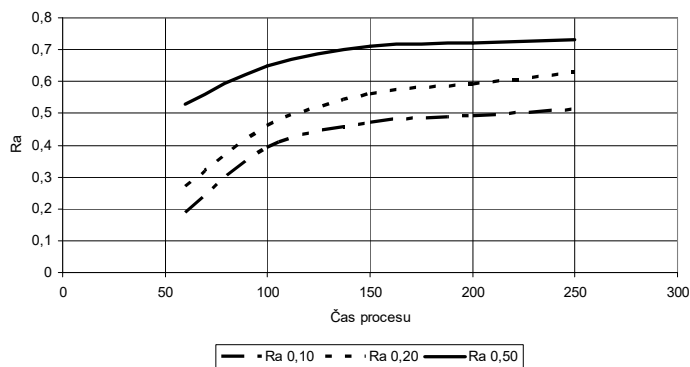
Fig. 1 – Metallographic picture of Corr-I-dur® layer

O výsledných korozních vlastnostech významně rozhoduje i drsnost povrchu. Na obr. č. 2 je typická aplikace pro technologii Corr-I-dur® s vysoce leštěným povrchem v oblasti koule kulového čepu a stav leštěné plochy po korozním testu.



Obr. č. 2 - Příklad aplikace technologie Corr-I-dur® před a po korozním testu

Fig. 2 – The example of Corr-I-dur® application on ball pins before and after corrosion test.



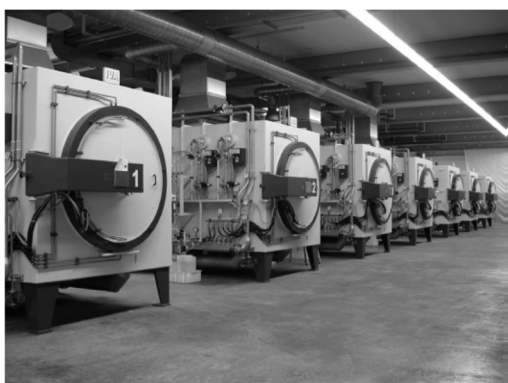
Obr. č. 3 - Změna drsnosti povrchu v závislosti na čase procesu [2]

Fig. 3 - The change of surface roughness during the time of cycle [2]

Z obr. č. 3 lze vidět, že během procesu karbonitridace dochází k významnému zhoršení povrchové drsnosti. Ta se ustálí cca po 2 hodinách procesu a dále se již významně nemění. Tato celková změna má však ale negativní vliv na korozní odolnost. Z tohoto důvodu nedílnou součástí Corr-I-dur® technologie je opětovné navrácení drsnosti povrchu na původní úroveň, nejlépe novým leštěním povrchu po povrchové úpravě.

4. Zařízení

Jelikož požadovaných vlastností vrstvy (korozní odolnosti) lze docílit pouze za určitých definovaných podmínek, v praxi to znamená stanovit určitá technická kritéria pro zařízení a technologii, která zajistí požadovaný výsledek. Na obr.č 4 je příklad souboru komorových zařízení pro technologii Corr-I-dur® [1], obdobných výsledků lze ale docílovat i na klasických šachtových pecích za podmínky dodržení potřebných technologických parametrů (Obr. č. 5).



Obr. č. 4 a 5 – Soubor komorových a šachtových pecí pro technologii Corr-I-dur®

5. Závěr

Technologie Corr-I-dur® splňuje náročné požadavky automobilového průmyslu, a to jak z hlediska odolnosti proti opotřebení, tak i z hlediska korozní odolnosti. Tato technologie se stává vynikajícím nástrojem pro zvýšení životnosti dílů automobilů. Společnosti Bodycote se podařilo vyřešit nejenom technologickou stránku procesu a jeho reprodukovatelnosti, ale i implementaci celého procesu do výrobních linek tak, že významně vzrostla možnost automatizace celého procesu.

[1] G. Walkowiak, Dieter Muller, Uwe Zeibig – Integration of Corr-I-dur® Gasnitrocarburizing and Oxidizing in Masse Production line for Brake pistons, IFHTSE 2004

[2] Mikael Fällström - Interní prezentace Bodycote Plc.