

ŘÍZENÁ KAPALINOVÁ IONTOVÁ KARBONITRIDACE JAKO ALTERNATIVA KE GALVANICKÉMU POKOVOVÁNÍ

Dr. Joachim Boßlet, Durferrit GmbH, Mannheim, Německo
Ing. Jan Gerstenberger, EXPROHEF-CZ s.r.o., Praha

ABSTRAKT

Díky svým provozním charakteristikám poskytuje karbonitridace v iontových kapalinách zpracovávaným dílům vynikající odolnost proti opotřebení, proti korozi a proti povrchové únavě. Korozní odolnost se dále zvyšuje pomocí následného tepelného zpracování v oxidačních solných taveninách, které na povrchu nitridové vrstvy vytvářejí tenkou ale kompaktní oxidovou vrstvu. Při kombinaci s leštěním a s impregnací mohou mít oxidované díly hladké, atraktivní černé povrchy, které umožňují dosahovat dramatické zlepšení korozní odolnosti až do 1000 hodin při zkoušce v solné mlze, aniž by přitom docházelo ke ztrátě výše uváděných výhod.

Tento článek se zabývá aplikací postupů „Řízené kapalinové iontové karbonitridace CLIN“ („Controlled Liquid Ionic Nitrocarburizing“) v procesech jako je TENIFER® a ARCOR® pro náhradu galvanického pokovení na základě vynikající korozní odolnosti a díky parametrům odolnosti proti opotřebení, a dále zdůrazňuje přednosti použití těchto postupů z hlediska ekonomických výhod a šetrnosti k životnímu prostředí. Díky snadnému zpracovatelskému postupu se nevyžaduje komplexní provozní zařízení. Provozní doby jsou spíše krátké a umožňují flexibilní práci bez budování rozsáhlejších vyrovnávacích kapacit pro provozní zatížení.

1. ÚVOD

Postupy CLIN představují skupinu moderních a k životnímu prostředí šetrných procesů pro karbonitridaci a pro oxidaci oceli a litiny. Difúze dusíku a uhlíku vede ke vzniku takzvané sloučeninové vrstvy, která má nekovový charakter. Vynikající výhodou této okrajové zóny v porovnání s jinými typy povrchové úpravy je, že se sloučeninová vrstva vytváří na základním materiálu a nikoliv nanášením na povrch. Proto vykazuje velmi dobré přilnutí a má nepochybně sníženou citlivost k prasklinám. V závislosti na použitém typu materiálu mají tyto vrstvy hodnoty tvrdosti v rozsahu od 800 do 1500 HV. Sloučeninová vrstva je podepřena níže uloženou difúzní vrstvou. Díly, zpracované postupem CLIN, nabízejí výtečnou ochranu proti opotřebení, oděru, důlkové korozi a únavě.

2. CHARAKTERISTIKY PROCESU

V solných taveninách je možné v zásadě bez jakékoliv speciální předběžné úpravy karbonitridovat všechny typy železných materiálů, jako jsou austenitické oceli, litiny nebo sintrované materiály.

Provozní postup není komplikovaný. Po krátkém předběžném očištění a po předehřátí na vzduchu na teplotu 350 až 400°C, se díly karbonitridují v solné tavenině, všeobecně po dobu 60 až 120 minut. Teplota zpracování je obvykle 570 až 590 °C. Ve speciálních případech se mohou používat i nižší teploty (480°C) nebo vyšší teploty (630°C). Pro ochlazení se používá voda, vzduch, dusík, vakuum nebo oxidační chladicí lázeň. Tento naposledy jmenovaný způsob poskytuje významné zvýšení korozní odolnosti zpracovaných dílů. Potom se výrobní dávka čistí horkou vodou v kaskádovém mycím zařízení.

Pro karbonitridační taveninu je potřeba sledovat jen následujících několik parametrů :

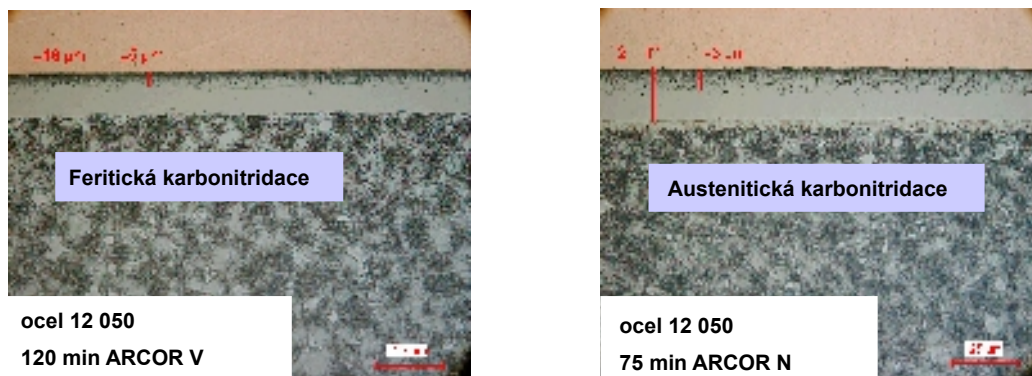
- chemické složení taveniny
- teplotu zpracování
- dobu zpracování

Solné taveniny poskytují ve srovnání s jinými provozními médii výjimečně vysokou nabídku dusíku. Proces karbonitridace začíná bezprostředně po ponoření dílu do kapaliny. Již po několika minutách se zde ukazuje kompaktní sloučeninová vrstva.

V průmyslově používaných solích se jako dárce dusíku používají nejedovaté sodné a draselné kyanatany. Při reakci na povrchu dílu vzniká z alkalického kyanatanu uhličitan, s jen pomalou změnou složení solné taveniny. Pomocí průběžného přidávání nejedovatého polymerického organického regenerátoru se uhličitan, jako produkt rozkladu, přímo v tavenině recykluje na aktivní kyanatan. Protože prakticky nedochází ke změně objemu, tak při požadovaném nastavování složení nedochází k vylévání přebytků soli.

Speciální charakteristiku dílů, zpracovaných postupem CLIN, představuje téměř jednofázová ϵ -karbonitridová sloučeninová vrstva s velmi vysokým obsahem dusíku 6 až 11 hmotnostních procent a s obsahem uhlíku 0,5 až 2 hmotnostní procenta. Při obvyklé době zpracování 60 až 120 minut dosahuje sloučeninová vrstva sílu 10 až 20 μm . Se stoupajícím obsahem legujících prvků dochází ke snížení nárůstu vrstvy.

Díly, zpracované postupem CLIN, jsou dobře známé svojí vynikající odolností proti opotřebení, korozi a únavě. Navíc se zde podstatně snižuje tendence k oděru nebo k nalepování. Korozní odolnost se dále může dramaticky zlepšit při přímém zachlazení dílů do oxidační solné taveniny, podle potřeby s následným impregnačním krokem. Obrázek 1 ukazuje kvalitu sloučeninové vrstvy na dílech, které prošly celou zkouškou v době trvání 1008 hodin. Kromě projevu slabého ztmavnutí na horní části vrstvy a v pórech je samotná vrstva ve vynikajícím stavu.



Obrázek 1 : Kvalita sloučeninové vrstvy po zkoušce v solné mlze v době trvání 1008 hodin

3. APLIKACE

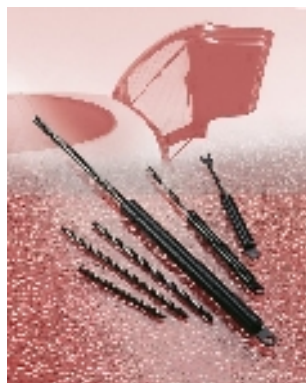
Ventily ve spalovacích motorech představují díly s vysokými nároky v parametrech odolnosti proti tepelnému namáhání, opotřebení a korozi (viz obrázek 2).



Obrázek 2 : Ventily zpracované postupem CLIN

Při porovnání s dříve obvyklým chromováním se mohou výrobní náklady pomocí karbonitridace snížit, protože se může vynechat indukční kalení a konečné broušení. Navíc se nemusí dřík výfukového ventilu vyrábět z oceli pro indukční kalení. Celý ventil je možné vyrobit ze žáruvzdorné austenitické oceli. Zatím se s dobrým rozvojem v solných taveninách zpracovalo více než 250 miliónů ventilů. Doby zpracování pro karbonitridaci se pohybují v rozsahu od 15 do 90 minut, podle specifikace. V závislosti na rozměru zpracovatelského zařízení jsou velikosti výrobní dávky mezi 2500 a 4000 kusy. Realizuje se tedy produktivita výrazně pod 1 sekundu na jeden ventil. Rovněž se díky krátkým dobám zpracování ani nemusejí udržovat nadměrné vyrovnávací kapacity pro případy změny rozměrů, materiálů nebo požadavků.

Karbonitridace v solné lázni spolu s následujícím oxidačním zpracováním se stále více a více používá pro pístní tyčky, hydraulické válce nebo pouzdra. Používají se materiály jako jsou konstrukční oceli, a nelegované nebo nízko legované oceli. Požadovaná doba výdrže při zkoušce v solné mlze je většinou 144 hodin bez vzniku korozních skvrn.



Obrázek 3 : Tyčky plynových pružin zpracované postupem CLIN

Obrázek 3 ukazuje příklad pístní tyčky plynové pružiny, jaká se používá v automobilovém a v leteckém průmyslu, ve strojírenství nebo v kancelářských křeslech. Na základě náhrady chromové vrstvy se zde dosáhla pozoruhodná úspora nákladů. Karbonitridace se uskutečňuje v plně automatizovaném zařízení. Kombinace až čtyřech pecí v jednom provozním podniku umožňuje dosažení doby cyklu 0,5 až 0,6 sekundy na jednu pístní tyčku.

Pro pohonné osy stěračů oken automobilů se většinou používá zinkovaná nebo niklovaná ocel, ale v průběhu provozu se často objevují problémy s korozi. Navíc jsou galvanicky povrchově zpracované díly čelního převodu se šikmým ozubením poměrně měkké, takže v průběhu životnosti vykazují sklony k prokluzování.



Obrázek 4 : Osy stěrače zpracované postupem CLIN

Zatím se pomocí postupu CLIN zpracovává více než 50 miliónů těchto os za rok (viz obrázek 4) a používají se u téměř všech vedoucích výrobců automobilů. Závit má lepší odolnost ve zkrutu a díky tomu se může při instalaci přítužná matice utahovat s vyšším utahovacím momentem. Podle konstrukce a podle požadavků konečného zákazníka je korozní odolnost při zkoušce v solné mlze až do 400 hodin.

4. TECHNOLOGIE PROVOZNÍCH ZAŘÍZENÍ

Postupy tepelného zpracování v kapalně soli je možné uskutečňovat v automatizovaných, počítačem řízených provozních zařízeních. Pro tento účel jsou k dispozici otevřená a zapouzdřená provozní zařízení. Automatické zařízení, znázorněné na obrázku 5, je umístěné ve výrobní hale a zpracovává díly pro výrobu v daném místě. Pozoruhodným charakteristickým parametrem tohoto provozního zařízení je čisté pracovní prostředí.

Díky krátkým dobám zpracování zde není potřeba vytvářet žádné velké vyrovnávací kapacity. Závážka bubnu se uskutečňuje přímo u obráběcího centra. Provozní zařízení je vybavené počítačovým řízením úrovně plnění a podle potřeby sděluje uživateli požadavek na doplnění. Doplnění soli, popřípadě regenerátoru, se uskutečňuje z vnější strany pouzdra zařízení při použití speciální jednotky, takže pracovník obsluhy nepřijde do styku s procesem tepelného zpracování, ani nemusí pracovat přímo u pece.



Obrázek 5 : Počítačem řízený provoz CLIN

5. ZÁVĚR

Postup CLIN představuje ve většině případů ideální alternativu ke galvanizovaným povlakům, k deformacemi zatíženým kalicím procesům a rovněž ke karbonitridačním procesům v plynném médiu nebo v plazmě. Postup rovněž nachází narůstající aplikace jako alternativa za použití nákladných korozivzdorných ocelí.

Na základě následujících specifických provozních charakteristik nabízejí procesy CLIN vynikající reprodukovatelnost na vysoké kvalitativní úrovni :

- Není zapotřebí žádné komplikované předběžné čištění.
- Je k dispozici homogenní a velmi vysoká nabídka dusíku v celé tavenině.
- Je k dispozici rychlý a konstantní přenos tepla.
- Musí se sledovat jen několik málo provozních parametrů.
- Struktura a hustota závážky má jen malý vliv.
- Zpracování je jednoduché s možností použití automatizace.

SEZNAM LITERATURY

-
- Baudis, U., Bošlet, J. (2006) : Salt Bath Nitrocarburizing, uvedeno v : *Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen* 191-228.
 - Bošlet, J., Kreutz, M. (2004) : TENIFER QPQ – Process, Duferrit, uvedeno v : *Technische Mitteilungen Mannheim*.
 - Bošlet, J., Wahl, G. (1992) : *Vielseitigkeit und Vorzüge der Nitrocarburierung im Salzbad*, Stahl, 89-92.
 - Buchgeister, J., a kolektiv (2001) : Ecobalance of the Nitrocarburization Process, *Härtereitechnische Mitteilungen* 56, 30-35.
 - Mainka, M., Bošlet, J. (2003) : New Developments in Salt Bath Nitrocarburizing, uvedeno v : *Report Volume 9. IFHTSE Conference*, Varšava, 269-275.
 - Wahl, G., (1995) Component Properties after Salt-Bath Nitrocarburising by Tufftride Process, uvedeno v : *Heat Treatment of Metals* 3, 65-73.