

Řízená kapalinová iontová karbonitridace jako alternativa ke galvanickému pokovování

*Dr. Joachim Boßlet, Durferrit GmbH, Mannheim, Německo
Ing. Jan Gerstenberger, HEF-DURFERRIT s.r.o., Praha*

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 opotřebením, 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 předeřtání 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 myčím zařízení. Pro karbonitridační taveninu je potřeba sledovat jen následujících několik parametrů :

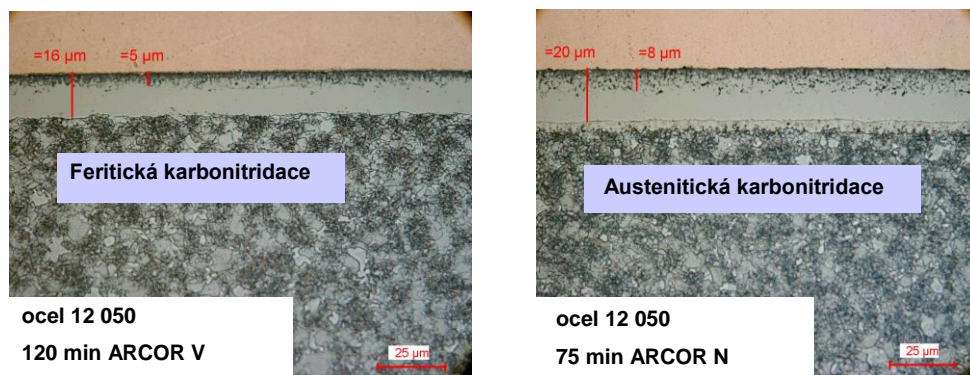
- chemické složení taveniny
- teplotu zpracování
- dobu zpracování

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 uhličitán, s jen pomalou změnou složení solné taveniny. Pomocí průběžného přidávání nejedovatého polymerického organického regenerátoru se uhličitán, 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 opotřebením, 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 dřívík 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 kreslech. 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 stěračů 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 kapalné 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. Zavážka bubnů 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 zavážky má jen malý vliv.
- Zpracování je jednoduché s možností použití automatizace.

Výsledky, dosahované za zkušebních podmínek, se obvykle mohou hladce přenést do sériové výroby.