

Povrchové inženýrství forem pro tlakové lití Al

Herve DELORME, ExproHEF; Jan Gerstenberger, EXPROHEF-CZ, s.r.o.

Úvod

Pokud se zabýváme hlavními problémy, kterým čelí tlakové lití, tak se nemůžeme vyhnout jevům přitavování (stickies) a abraze. Byla provedena řada studií, proběhlo nesčetné množství zkoušek, jevy byly zřetelně identifikované a byly k nim provedené hypotézy a výklady, ale nikdy se nenašlo spolehlivé řešení na průmyslové úrovni.

Profesionálové tlakového lití se s těmito problémy neustále potýkají. V denním režimu není možné přehlédnout sníženou kvalitu, časté přerušení provozu z důvodu údržby a nízkou produktivitu.

Skupina HEF, která se specializuje na tribologii a na mechaniku povrchu, byla založená v roce 1953 a nyní se skládá z více než čtyřiceti společností po celém světě. Skupina HEF s využitím přínosu svého výzkumného centra a svých rozvojových a industrializačních jednotek vytvořila kompletní nabídku povrchových technik, procesů, způsobů zpracování a vytváření povrchových vrstev, se zaměřením na řešení většiny mechanických problémů povrchu a tribotechniky. Takové problémy se objevují v různých průmyslových sektorech, jako je například zpracování hliníku. Zde hraje dominantní úlohu tření, opotřebení a koroze.

Nedávný rozvoj vedl k aplikaci nového průmyslového řešení, při kterém se výrazně omezují škody, spojené s přitavováním a s abrazi, a tak se dosahuje veliký pokrok v produktivitě a kvalitě.

Stav techniky

Formy a díly forem pro tlakové lití hliníku se většinou vyrábějí z ocelí typu H11 až H13. Po tepelném zpracování je tvrdost těchto materiálů v jádře mezi hodnotami 40 až 50 HRC (400 až 520 HV).

Tyto nástroje jsou vystavené abrazi a přitavování, které se často projevují společně.

Abraze: Abraze představuje opotřebení povrchu matrice při vstřikování materiálu pod vysokým tlakem. Tento jev se zesiluje v případě vstřikování materiálu s vysokým obsahem křemíku.

Přitavování: Přitavování představuje fyzikálně - chemickou reakci mezi železem, obsaženým v ocelovém materiálu formy, a hliníkem ve vstřikované slitině.

Oxidace: Významnou roli v rozběhnutí obou výše uvedených jevů hraje také oxidace :

- na základě iniciace povrchových prasklin nebo trhlin při expanzi oxidovaných zm,
- na základě podpory vzniku oslabených míst, zodpovědných za nalepování hliníku.

Možná řešení

Ochrana proti abrazi

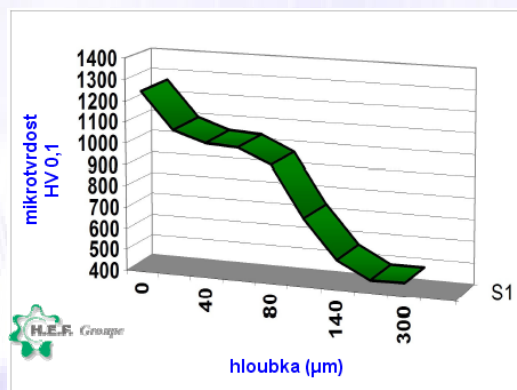
Protože je abrazivní opotřebení nepřímo úměrné povrchové tvrdosti materiálu, tak se nejlepší řešení opírá o hledání nejvyšší možné tvrdosti.

Pro soubor s abrazi se používá nitridace.

Zde je k dispozici několik technologií, poskytujících různé charakteristiky :

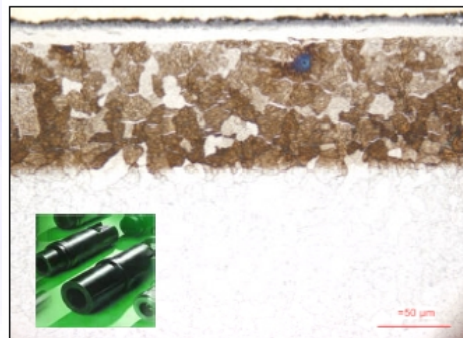
- nitridace v plynném prostředí : nitridy železa jsou v tomto případě typu $\epsilon + \gamma'$ nebo pouze γ' , a představují plošně centrovanou kubickou strukturu
- nitridace metodou **CLINTM** : nitridy železa zde jsou typu ϵ , mají hexagonální strukturu a díky tomu jsou tvrdší

Nitridace pomocí procesu **CLINTM** zachovává tvrdost jádra oceli, protože se uskutečňuje při nižší teplotě, než jaká je hodnota teploty pro popouštění materiálu.



Profil mikrotvrdosti ARCOR[®]

Zpracování kontejnerů (dávkovacích trubic) postupem **CLINTM** je již ve výrobním nasazení v mnoha zemích : ve Španělsku, v Itálii, ve Francii, i v dalších zemích.



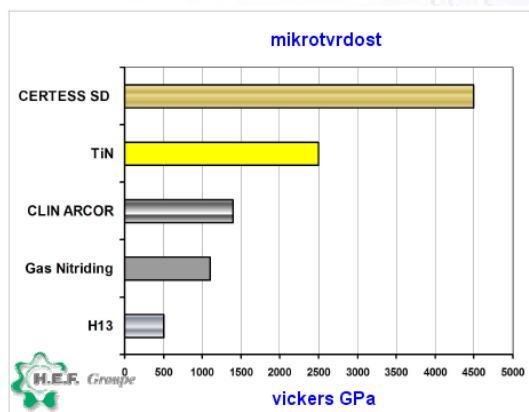
Struktura vrstvy získané pomocí technologie CLINTM

Při nitridaci ocelí H11 až H13 se rovněž dosahuje ochrana proti oxidaci a teplotní únavě.

Zlepšená ochrana proti abrazi vyžaduje ještě vyšší tvrdost povrchu

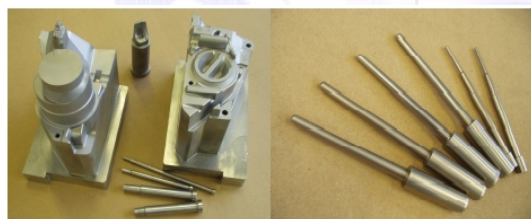
A to je možné dosáhnout metodou fyzikálního nanášení par PVD („Physical Vapour Deposition“).

Společnost HEF vyvinula a zavedla do průmyslového použití inovativní technologii : Plazmově zesílené magnetronové rozprašování PEMS™ („Plasma Enhanced Magnetron Sputtering“). Tato technologie je charakterizovaná vytvářením par kovu nezávisle na vytváření plazmy, plazma zde napomáhá při nárůstu vytvářené vrstvy. Vytvořené vrstvy mají nano - strukturu, se zrnem o rozměrech 5 až 10 nanometrů. Tyto vrstvy se nazývají CERTESS™. Připomínáme, že obvyklý obloukový proces vede k zrnům o rozměrech kolem 20 nanometrů. Vrstvy zpracované metodou PEMS™ docilují výrazně vyšší hodnoty tvrdosti, než tomu je u standardních vrstev.



Mikrotvrdost Vickers pro různé materiály

Vynikající charakteristiky této vrstvy se dosahují díky extrémně jemné struktuře a patentovanému jednofázovému složení na bázi boridu titanu a dusíku.



Díly pokryté vrstvou CERTESS SD™

Ochrana proti přitavování

Protože železo může reagovat s hliníkem a vytvářet slitinu, tak nejlepší ochranu představuje vytvoření bariéry mezi formou a produktem. Volba vytvářené vrstvy bude záviset na tvrdosti depozitu a na jeho odolnosti k roztavenému hliníku, takže to nebude žádné železo, měď a ovšem ani hliník, a to již z důvodu teplotní odolnosti, bez které by dané řešení nevydrželo dlouho.

Zvolené řešení musí také :

- vykazovat termodynamickou stabilitu, odpovídající

teplotním parametrům tlakového lití hliníku

- být aplikovatelné na dokončené formy, bez vyvolání rozměrových změn a bez změn tvrdosti jádra.

Deponované nano - struktury CERTESS SD™ jsou extrémně tvrdé, a jejich složení brání vzniku jakékoliv interakce s hliníkem, ať již v roztaveném nebo v neroztaveném stavu. Termodynamická stabilita při 800°C poskytuje výjimečně trvalou ochranu.

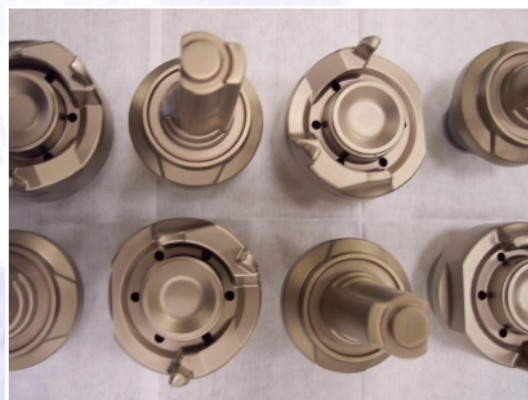
Poznámka : Vrstvy na bázi boridu titanu a dusíku, vytvořené mimo rozsah tohoto patentovaného složení, nejsou jednofázové, a obsahují kolem zm. nestabilní amorfní fázi (BN), která způsobuje riziko rozpadu.

Závěr

Ochranná vrstva CERTESS SD™ :

- je extrémně tvrdá, omezuje abrazivní opotřebení,
- je inertní k hliníku, zabraňuje přitavování,
- je stabilní při teplotě 800°C, po realizaci teplotních cyklů si uchovává svoji tvrdost a strukturu

Vytváří se tenká vrstva, takže se u tohoto řešení nevyžaduje provedení změn rozměrových tolerancí zpracovávané formy. Vrstva se může použít na dohotovené díly, na nové díly nebo na díly již provozované.



Díly pokryté vrstvou CERTESS SD™

Zde uvádíme některé výsledky :

- Poškození z důvodu prasklin se objevuje desetkrát později, než při nitridaci, a třikrát později, než u metody TiAlN.
- Poškození z abrazivního opotřebení se objevuje dvakrát později, než při použití nitridace s TiAlN.
- Poškození z přitavování se objevuje jeden a půlkrát až dvakrát později, než u nitridace.

Tato vrstva se může aplikovat na nitridovanou i na nenitridovanou ocel.

CLIN, PEMS, a CERTESS jsou zapsané ochranné známky skupiny HEF.