Funkce a vliv předúprav na konečnou kvalitu galvanického povlaku

Lubomír Šubert
Enthone s.r.o.

Příprava povrchu železného a ocelového dílce před vlastním vylučováním galvanického povlaku v elektrolytu se podílí rozhodujícím způsobem na tom, zda výsledný kovový povlak bude mít očekávané fyzikální a chemické vlastnosti. Dokonalá příprava povrchu v jednotlivých operacích předúprav galvanických linek je předpokladem k minimalizaci vad galvanické povrchové úpravy. Maximální pozornost věnovaná pracovním a technologickým podmínkám lázní předúprav je nezbytnou nutností k zajištění kvalitního galvanického povlaku.

Relativně často je možné se přímo v galvanických provozech setkat se situací, kdy jednotlivé lázně předúprav nejsou technologicky vedeny podle podmínek předepsaných dodavatelem technologie a kdy je vliv a nastavení pracovních podmínek lázní značně podceňován. Operace předúprav nejsou optimálně nastaveny podle druhu a stavu povrchu pokovovaného zboží a případný výskyt kvalitativních vad je připisován většinou špatné funkci vlastního elektrolytu.

K takto nesprávnému pochopení problému přispívá i skutečnost, že zásahem do složení elektrolytu (většinou organickými přísadami) může dojít k částečnému nebo úplnému potlačení vady galvanického povlaku. Je to způsobeno tím, že poměrem a koncentrací organických přísad můžeme do určité míry ovlivnit mechanické a fyzikální vlastnosti vyloučené galvanické vrstvy. Můžeme např. změnit hodnoty vnitřního pnutí, přilnavosti, ovlivnit vzhled, zobrazivost povlaku, zabíhavost a případně proudový výtěžek. Pokud k takové situaci dojde a my zvolíme řešení problému úpravou složení elektrolytu, pak v mnoha případech provádíme pouze maskování zdroje závady a vytváříme si následně s velkou pravděpodobností problémy související s rozhozením poměru organických složek v elektrolytu, s předávkováním organických přísad nebo znečištěním elektrolytu.

Technologických procesů sloužících k odstranění nežádoucích látek z povrchu pokovovaných dílců je celá řada. Každý z těchto procesů je charakteristický tím, že produkuje větší nebo menší množství odpadních vod s poměrně vysokou koncentrací anorganickým látek a dalšího odpadu obsahujícího ropné látky, které je třeba následně z odpadních vod nebo koncentrátů odstraňovat a likvidovat. Nezanedbatelnou položkou u procesů předúprav jsou energetické náklady, protože u většiny přípravků existuje přímá souvislost zvýšené teploty s účinností, funkčností a životností lázní.

Proto je při praktickém řešení a výskytu kvalitativních vad galvanického povlaku efektivní postupovat podle určitého schématu.

V první řadě se zaměříme na stav povrchu dílce před vstupem do galvanické linky. Z kontroly stavu povrchu dílce můžeme usoudit na případnou souvislost s charakterem vady galvanického povlaku. Posuzujeme stupeň zamaštění a konzervace, druh maziva, kde platí souvislost mezi kvalitou mazacího a konzervačního prostředku – čím kvalitnější mazivo a konzervant, tím problematičtější předúprava v galvanickém procesu (problematická maziva mohou být na silikonové bázi nebo s podílem řepkového oleje apod.). Dále posuzujeme stupeň případné koroze povrchu (produkty koroze nebo okuje u tepelně zpracovávaného zboží) a geometrii dílce (trhliny a póry v základním materiálu vlivem hlubokého tažení u lisovaných dílů nebo způsobené ohybem). Také složení základního materiálu má vliv na vylučování galvanického povlaku, kde v praxi platí – čím ušlechtilejší železný materiál a čím vyšší obsah cizích kovů v oceli, tím je obtížnější dosáhnout kvalitní předúpravy povrchu a zajistit dobrou adhezi galvanicky vyloučené vrstvy.

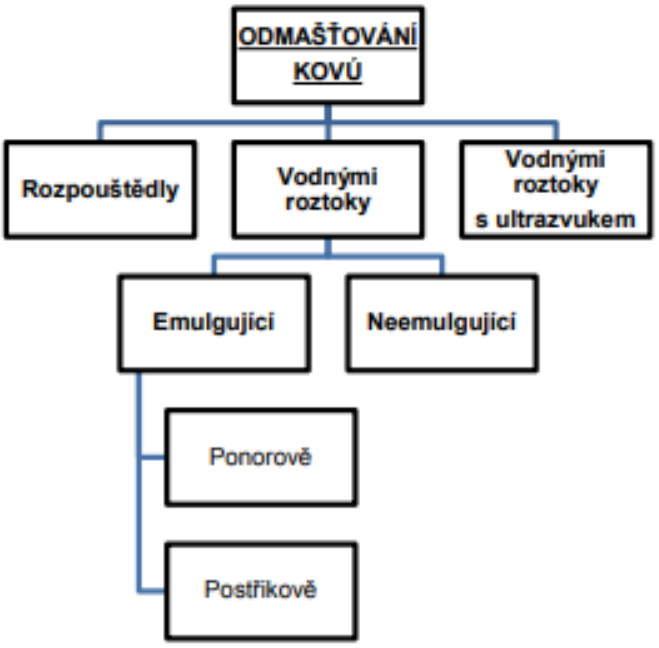
Pokud je stav povrchu dílce znečištěný mazadly a zaokujený (případně „zapečená" mastnota vlivem svařování) v takové míře, že předúpravy linky nemusí zvládnout dokonalé vyčištění povrchu, pak zvolíme předodmaštění a předmoření na externím pracovišti. Tato operace má své výhody – neznečišťujeme tolik vlastní předúpravy v lince, prodlužujeme jejich životnost a výrazně zvyšujeme pravděpodobnost úspěšného pokovení a vyloučení kvalitního galvanického povlaku. Hlavní

nevýhodou použití tohoto procesu je pak snížení produktivity, zvýšení režijních nákladů a zvýšení náročnosti na manipulaci s díly.

Chemické odmašťování

Dílce připravené ke galvanickému pokovení vstupují do první operace galvanické linky, kterou je chemické odmašťování. Při tomto procesu dojde k odstranění hrubých vrstev nečistot jakými jsou např. mazadla, pasty, vazelíny, konzervační oleje, prach atd. Jde o to, aby nedocházelo k přenosu mastných nečistot do následných operací v lince a abychom povrch dílce zbavili všech mastnot, které by v následném moření snižovaly účinnost moření nebo by podle charakteru mastnoty mohlo dojít k jejímu zmýdelnění.

Schema rozdělení odmašťovacích přípravků:



Dobrou funkci chemického odmašťování v galvanické lince ovlivňuje několik faktorů:
- teplota – zpravidla platí čím vyšší teplota, tím vyšší účinnost odmašťovací lázně
- doba odmaštění – delší doba odmaštění podporuje lepší odstranění nečistot
- druh použité odmašťovací lázně – anorganická nebo tenzidová
- pohyb odmašťovacího roztoku nebo zboží – zlepšuje výrazně účinnost odmašťování
- koncentrace odmašťovacího přípravku

Nejčastější závady z praxe:
- nedostatečná teplota z důvodu nedostatku topných těles nebo malé kapacity topných hadů
- krátká doba odmaštění z důvodu krátkého pracovního taktu linky
- nevhodně zvolená odmašťovací lázeň
- špatná údržba zařízení (nefunkční přepad, nefunkční odstraňování mastnoty u neemulgační odmašťovačky, popadané dílce)
- chybějící nebo nefunkční pohyb lázně
- nefunkční cirkulace a přepadové kapsy
- překračování optimální životnosti odmašťovací lázně

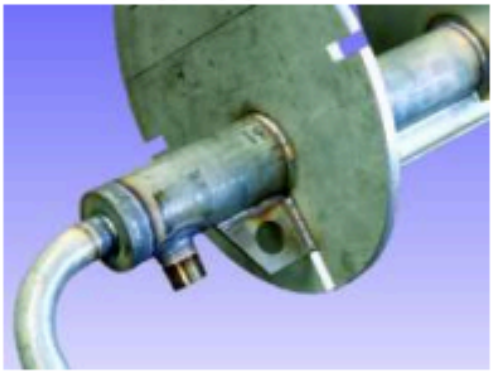
- nerozpuštěná mastnota na povrchu lázně, která se přenáší na dílech do dalších operací předúprav a způsobuje defekty při elektrolytickém pokovování

Moření železa a oceli

Dílce zbavené mazadel a mastnot vstupují po oplachu do lázně moření. Touto operací se odstraňují všechny korozní produkty a okuje vzniklé tepelnou úpravou materiálu. Pro lázeň moření se převážně používá kyselina solná, v některých případech i kyselina sírová. Své opodstatnění má také použití tenzidů, které slouží k inhibici železa nebo napomáhají k dodatečnému rozpouštění případných zbytků mastnot a konzervačních látek.

Vzhled mořeného povrchu:

Před mořením



Po moření

Faktory ovlivňující dobrou funkci mořící lázně:
- teplota mořící lázně – zvýšená teplota (okolo 30 °C) přispívá k rychlejšímu rozpouštění korozních produktů a okují
- pohyb mořící lázně – zkracuje dobu moření
- obsah železa – stoupající obsah železa v mořící lázni snižuje rychlost a efektivitu moření, současně se rozpuštěné železo chová i jako inhibitor základního materiálu
- koncentrace – vyšší koncentrace kyseliny solné zlepšuje průběh procesu moření
- přítomnost inhibitorů a tenzidů – omezují rozpouštění a napadání základního materiálu a rozpouští zbytkové mastnoty, omezují navodíkování
- přítomnost látek zesilujících účinky moření – napomáhají k odstranění obtížně rozpustných směsí oxidů železa nebo zbytků niklu ze závěsové techniky nebo opravovaných dílů v případě linek slitinového ZnNi

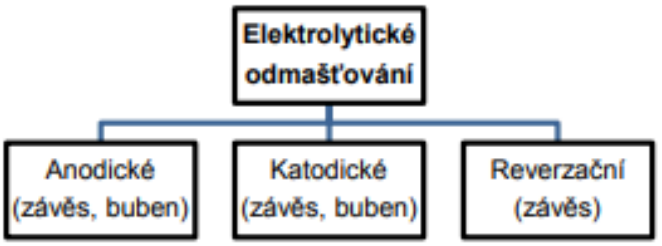
Nejčastější závady z praxe:
- studené mořící lázně zvláště v zimním období prodlužují dobu moření a obtížně rozpouští okuje
- vysoký obsah rozpuštěného železa zpomaluje proces moření a i při vyšší koncentraci kyseliny solné nedochází k dostatečnému rozpouštění korozních produktů a okují
- dlouhý interval výměny mořící lázně a tím slabá koncentrace lázně neumožňuje dostatečné odstranění silnějších vrstev koroze nebo okují
- mastnota na povrchu lázně nebo v pěně (při použití nevhodných tenzidových přípravků) ulpívá na dílech a tyto zbytky již nelze v dalších operacích předúprav úspěšně odstranit
- nefunkční cirkulace a přepadové kapsy nejen, že jsou příčinou hromadění zbytků mastnoty na povrchu mořící lázně, ale nefunkční cirkulace snižuje efektivitu mořícího procesu
- nepoužívání inhibitorů a tenzidů zvyšuje rychlost navodíkování základního materiálu a tím snižuje jeho pevnost

- popadané dílce se rozpouští a zvyšují koncentraci železa s negativním vlivem na účinnost mořící lázně

Elektrolytické odmašťování

Elektrolytické odmašťování je proces, který využívá mechanického účinků plynů (vodík, kyslík), které vznikají při průchodu elektrického proudu. Je to poslední čistící operace před galvanickým pokovováním za účelem odstranění velmi tenkých, často monomolekulárních vrstviček mastnot. Povrch dílce je zbaven posledních zbytků konzervačních a mastných nečistot.

Způsoby elektrolytického odmašťování a polarita zboží



Zboží zapojené anodicky – na povrchu dílů se vyvíjí kyslík
Zboží zapojené katodicky – na povrchu dílů se vyvíjí vodík (objemově dvakrát více plynových bublinek, ale hrozí navodíkování materiálu nebo vyloučení cizích kovů např. Cu, Zn a nečistot)
Zboží při reverzačním zapojení – dochází ke střídání polarity, kdy zboží je střídavě zapojené např. 30 s anodicky a 10 s katodicky po dobu 3 - 5 minut

Které faktory ovlivňují dobrou funkci elektrolytického odmašťování:
- výkon zdroje el. proudu – vyšší výkon usměrňovače umožňuje dokonalejší odmaštění a při hodnotách vyšších než 8 A/dm^2 umožňuje i rozpouštění zbytků okují
- údržba elektrického vybavení vany – znečištěné kontakty a lůžka tyčí snižují účinek odmašťovacího procesu
- nastavení správné proudové hustoty – pokud neznáme přesně plochu zboží na závěsech, pak se napětí zdroje stejnosměrného proudu nastaví na hodnotu 7 V, což nám zajistí přibližně odpovídající proudovou hustotu potřebnou pro účinné odmaštění

Nejčastější závady z praxe:
- špatně zvolený poměr anodicky/katodicky a čas jednotlivých fází při reverzačním zapojení
- reverzační odmašťovací cyklus nekončí anodickým zapojením
- zbytečně vysoká teplota odmašťovací lázně a tím vyšší energetické náklady, kdy při teplotách vyšších než 55 °C už nedochází ke zlepšení efektu odmašťování
- znečištěné a zoxidované kontakty držáků anodických/katodických plechů a lůžka tyčí způsobují vysoký přechodový odpor, přehřívají se a tím poškozují zařízení vany (spálená izolace kabelů apod.)
- nefunkční cirkulace a přepadové kapsy
- zalepené štěrbiny odsávacích rámů a nedostatečné odsávání významně zhoršují pracovní prostředí u linky
- popadané dílce

Dekapování

Dekapování je poslední čistící proces před elektrolytickým pokovením, kterým se z povrchu dílce odstraní oxidické vrstvy vzniklé v předcházejících operacích. Po tomto kroku získáváme čistý, aktivní povrch, který je velmi reaktivní a současně je také dobře připraven na zakotvení elektrolyticky vyloučeného kovového povlaku.

Operační čas mezi 1 - 3 minutami je většinou dostatečný pro dekapování v roztoku kyseliny chlorovodíkové ale vyhovuje i pro méně časté dekapování ve zředěné kyselině sírové.
Po tomto čistícím procesu je, z důvodu reaktivního povrchu a náchylnosti k oxidaci, nutné dostat předupravené opláchnuté díly co nejdříve do pokovovacího elektrolytu.

Faktory ovlivňující dobrou funkci dekapovací lázně:
- dostatečný čas – krátký pracovní čas neumožní dokonalé rozpuštění tenkých oxidických vrstev
- dostatečná koncentrace – zbytečné bezdůvodné prodlužování životnosti dekapovací lázně vede ke snížení dekapovacího účinku na povrch dílů
- rovnoměrné čeření lázně – umožňuje výměnu dekapovacího roztoku na povrch dílců a tím zrovnoměrňuje dekapovací účinek
- doba okapu – příliš dlouhá doba okapu nad dekapovací lázní způsobuje rychlou tvorbu oxidové vrstvičky na povrchu dílce.

Nejčastější závady z praxe:
- nerovnoměrné čeření lázně
- nízká koncentrace dekapovací lázně
- dlouhá doba okapu
- popadané dílce zkracují použitelnost dekapovací lázně z důvodu nárůstu koncentrace železa v lázni

Při úpravách a programování galvanické linky bychom měli používat krátké časy přenosu a oplachování především po dekapování. U procesu alkalického zinkování můžeme ještě zařadit jako poslední oplach před elektrolytem oplach v roztoku NaOH.

Nejčastější závady galvanického povlaku způsobené špatnými předúpravami:

Puchýřky a póry – většinou způsobené místními zbytky mastnoty (může se jednat i o mastnotu, která zůstává plavat na hladině a při vytahování závěsu ulpí na zboží). Může se také jednat o silně porézní nebo potrhaný základní materiál např. v místech mechanického ohybu apod.

Odlupování povlaku – nedokonale plošně odstraněná mastnota nebo zbytky nevymořených okují zabrání dobrému zakotvení vyloučeného povlaku do základního materiálu

Navodíkování – především u pružinových a legovaných materiálů způsobí atomární vodík ve struktuře molekulové mřížky křehkost a lámavost. Do materiálu se vodík dostane především při dlouhodobém moření nebo katodickém odmašťování

Matný nebo flekatý povlak – způsobuje ho nedokonalé odstranění okují a omoření materiálu nebo nedokonalé a nerovnoměrné odstranění oxidových vrstev po elektroodmaštění v dekapování

Nepokovená místa – neodstraněné silné zbytky mastnot nebo okují zabrání vylučování kovového povlaku na některých místech na dílci

Drsný povrch – pevné mechanické nečistoty, které ulpí na povrchu nejspíše při elektrolytickém odmašťování v katodickém cyklu a dojde k jejich „zakovení" do povlaku

Závěr:

Při výskytu vady galvanického povlaku (nejčastěji související s adhezí vyloučené kovové vrstvy) je vhodné zachovat určitý postup, kde kontrola stavu povrchu u dílů dodaných k pokovení je prvním krokem. Po tomto kroku následuje kontrola stavu a funkčnosti jednotlivých lázní předúprav galvanické linky. Zde kontrolujeme vizuálně stav povrchu dílů po jednotlivých operacích předúprav a především pak stav povrchu dílce těsně na vstupu do elektrolytu. Povrch musí být vizuelně kovově čistý, bez oxidových vrstviček, o čemž se můžeme přesvědčit mechanickým otřením části povrchu dílce.

Až po vyloučení potenciálního zdroje závady galvanického povlaku v předúpravách se věnujeme stavu a funkčnosti vlastního elektrolytu a operací následujících po elektroprocesu (aktivace, pasivace, lakování atd.).