

VLIV PŘEDÚPRAVY POVRCHU NA VÝSLEDNOU KVALITU PRÁŠKOVÉHO POVLAKU

Jaroslava SVOBODOVÁ, Sylvia KUŚMIERCZAK

*Katedra technologií a materiálového inženýrství, Fakulta výrobních technologií a managementu, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova 1, 400 96 Ústí nad Labem, CZ,
e-mail: svobodova@fvtm.ujep.cz, kusmierczak@fvtm.ujep.cz*

Abstrakt

Příspěvek se zabývá vlivem předúpravy povrchu na výslednou kvalitu práškového povlaku u ocelového válcovaného plechu. Úvod příspěvku je věnován předúpravám povrchu – druhům předúprav povrchu (mechanické předúpravy, chemické předúpravy, práškové lakování) a nejčastějším problémům, které se při předúpravách povrchů mohou vyskytnout. V experimentální části je provedeno hodnocení předúpravy povrchu na kvalitu práškově lakovaných plechů po korozním zatížení solnou mlhou v korozní komoře. Vzorky byly předupraveny klasickým fosfátováním a novým typem nanopasivačního přípravku. Před umístěním vzorků do korozní komory bylo provedeno měření tloušťky naneseného finálního práškového laku. Po vyjmutí experimentálních vzorků z korozního prostředí bylo provedeno makroskopické vyhodnocení, hodnocení stupně puchýřkování a dále hodnocení delaminace a koroze v okolí řezu (provedeného před zatěžováním vzorků v korozní komoře) na povrchu experimentálních vzorků. Na základě zjištěných výsledků z měření rovnoměrnosti lakované vrstvy, makroskopické analýzy, hodnocení stupně puchýřkování, delaminace a koroze byly vysloveny závěry a doporučení z hlediska provedení předúpravy povrchu u ocelových práškově lakovaných plechů a jejího vlivu na výslednou kvalitu laku.

Klíčová slova: *předúpravy povrchu, práškové lakování, koroze, makroskopická analýza*

1 ÚVOD

Nejvýznamnější složkou z celého procesu povrchových úprav jsou předúpravy povrchu. Předúpravu povrchu je nutné zvolit takovým způsobem, aby bylo dosaženo optimální životnosti výrobku spolu s dosažením co nejnižších nákladů. Proces předúpravy povrchu tvoří nejen technologická část, ale také část kontrolní a organizační. Všechny tyto části výrobního procesu mají zajistit právě co nejnižší náklady na proces předúpravy povrchu a hlavně také dosažení požadované výsledné kvality povrchu.

Na životnosti a výsledné jakosti finální povrchové úpravy a strojírenského výrobku jako celku se podílí čistota povrchu. Nedostatečná nebo nevhodně zvolená předúprava povrchu může ve výsledku znehodnotit materiál a způsobit značné škody např. v podobě koroze [1].

Při navrhování technologie povrchové úpravy je nutné vybrat z dostupných možností povrchových úprav takovou technologii, která bude pro daný účel nejvhodnější. Vhodnost povrchové úpravy se volí např. podle toho, zda má splňovat technickou nebo i estetickou funkci, ale také podle výše nákladů, jak již bylo zmíněno. Důležitým faktorem při volbě povrchové úpravy jsou v současnosti

také ekologické aspekty při použité technologii (odpadní kaly, toxický odpad, nebezpečné látky vypouštěné do ovzduší, louhy a odpadní kyseliny atd.) [2].

Předúpravy povrchu (úpravy před nanesením povlaku) jsou následující:

- mechanické – broušení, kartáčování, leštění, otryskávání, omílání
- chemické a elektrochemické – omašťování, odrezování, moření, chemické leštění.

Pro zvýšení adhezních vlastností mezi základním materiálem a ochranným lakem se využívají po mechanické a chemické předúpravě povrchu konverzní povlaky. Jedná se o anorganické nekovové vrstvy, které můžeme podle probíhajících chemických reakcí dělit na:

- pasivaci (chromátování)
- fosfátování (železnaté, zinečnaté atd.)
- oxidaci (černění oceli, barvení kovů atd.) [1, 3].

Kromě zlepšení adheze také tyto povlaky zvyšují korozní odolnost. Konverzní povlaky jsou na povrchu materiálu vytvořeny záměrným vyloučením oxidů, chromanů nebo fosforečnanů. Mechanismus jejich vzniku je založen na přeměně vlastního povrchu kovu na chemické sloučeniny, které jsou pevně zakotveny do povrchu materiálu a dodávají mu požadované vlastnosti [4].

Kvalitní provedení přípravy povrchu je nezbytný předpoklad celého technologického postupu a je jedním ze základních činitelů, který ovlivňuje životnost povrchové úpravy. Vysoké životnosti materiálů a výrobků z nich vyrobených lze dosáhnout jen dokonalým odstraněním nečistot a korozních produktů z povrchu materiálu.

Mechanické a chemické předúpravy povrchu slouží především k odstranění nečistot z povrchu materiálu, vytvoření vhodného kotvícího profilu povrchu a vytvoření čistého povrchu vhodného pro nanesení určité finální povrchové úpravy. Čistota povrchu může být definována jako stav nepřítomnosti nežádoucích tuhých látek na povrchu materiálu. Nečistotami mohou být produkty vzniklé na povrchu materiálu po předchozích tepelných, chemických nebo technologických operacích (okuje, mastnota, zbytky po žihání, oxidy, zbytky licích materiálů, svařovací produkty, tryskací prostředky, ulpělé zbytky lázní a tavidel) a dále také korozní zplodiny (hydroxidy, alkalické uhličitany kovů, sirné sloučeniny, rez) nebo nečistoty na povrchu způsobené cizími materiálem (brusné pasty, emulze, stavební a jiné pomocné hmoty). Rozložení nečistot na povrchu materiálu může být rovnoměrné po celém povrchu (rovnoměrné zamaštění, zbytky solí z lázní) nebo se může jednat o malé izolované oblasti (lokální mastnota, okuje, rez). Při hodnocení znečištěného povrchu je snaha provádět kvantitativní i kvalitativní zhodnocení v jedné operaci a tím získat komplexní popis a přehled o stavu povrchu před aplikací finální povrchové úpravy [1, 3].

Před provedením finální povrchové úpravy musí být povrch zbaven všech nečistot a korozních zplodin zhoršujících jakost povrchu. Nedůslednost v provedení předúpravy povrchu se většinou neprojeví bezprostředně po aplikaci finální povrchové úpravy, ale až po určité době, po kterou se nečistoty vyvíjejí a kterou potřebují pro porušení celistvosti a přilnavosti povrchové finální ochranné vrstvy.

Při nanášení nátěrových hmot je závažným činitelem vlhkost obecně, vlhkost v pórech a také vlhkost v mikroskopických trhlinách. Co se oblastí průmyslových exhalací týká, pak dešťová voda i kondenzovaná vlhkost vždy

obsahují procento rozpuštěných plynů agresivní povahy (oxidy dusíku, síry atd.). Některé druhy mastnot jsou schopny se měnit v látky s kyselou reakcí [2].

Vhodná předúprava povrchu je jedním z významných faktorů pro zajištění kvalitní povrchové úpravy z práškových nátěrových hmot. Čištění a předběžná povrchová úprava podkladu před aplikací práškové nátěrové hmoty jsou popsány normou ISO 27831-1 Metallic and other inorganic coatings – Cleaning and preparation of metal surfaces – Part 1: Ferrous metals and alloys. Při aplikaci práškové nátěrové hmoty je nutné respektování doporučení výrobce a zároveň brát v úvahu předpisy pro aplikace doporučené normami. Pozornost je třeba věnovat hlavně konstrukčnímu řešení, požadované životnosti výrobku (konstrukce) a místu, resp. podmínkám, kterým bude výrobek (konstrukce) vystaven [4].

Ochranný účinek práškových povlaků je výhradně bariérový. Z toho vyplývá, že je třeba zhotovit celistvý povlak o vhodné tloušťce (u práškového laku min. 60 μ m), který bude pokrývat dokonale všechny kouty a hrany a ostatní plochy bez průchozích pórů. Konstrukční řešení pro práškové povlaky je tudíž velmi náročné (musí mít předpoklady pro dobré pokrytí, kvalitní svary, zaoblené hrany, bez štěrbin a malých mezer, plynulé přechody tloušťky materiálů atd.). Nejpoužívanějšími typy předúprav povrchu před aplikací práškového povlaku je mechanická předúprava – abrazivní tryskání a chemická předúprava – odmaštění, fosfátování. V poslední době jsou pro chemickou předúpravu používány nové typy přípravků na bázi nanostrukturních oxidů s kovovými ionty na bázi titanu nebo zirkonia. Jedná se o předúpravu, kdy se na povrchu materiálu vytvoří tenká nanovrstva. Důležité u tohoto typu předúpravy je, mít před její aplikací čistý a odmaštěný povrch [4].

2 HODNOCENÍ ODOLNOSTI PRÁŠKOVÉHO POVLAKU

Předúprava povrchu ocelového plechu

Předmětem našeho příspěvku je hodnocení korozní odolnosti a přilnavosti povlaku z práškové nátěrové hmoty TIGER Drylac® na ocelovém nelegovaném nízkouhlíkovém plechu. Plech byl předupraven:

- mechanickou předúpravou - jemné tryskání
- chemickou předúpravou ve třech kombinacích
 - alkalické odmaštění+nanopasivace (označení vzorků – D);
 - železnaté fosfátování + nanopasivace (označení vzorků – E);
 - alkalické odmaštění+železnaté fosfátování+nanopasivace (označení vzorků F).

Železnaté fosfátování i nanopasivace byly na povrch materiálu aplikovány ponorem.

Měření tloušťky nanoseného práškového povlaku

U všech vzorků bylo před zatížením v korozní komoře provedeno měření tloušťky vrstvy tloušťkoměrem PosiTector 6000. Průměrné naměřené tloušťky u všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 1

Tab. 1: Průměrné tloušťky práškového povlaku testovaných vzorků

Vzorek	Ø tloušťka vrstvy laku v µm	Vzorek	Ø tloušťka vrstvy laku v µm	Vzorek	Ø tloušťka vrstvy laku v µm
D3-1	42,2	E3-1	51	F3-1	21,4
D3-2	48	E3-2	42,2	F3-2	23,6
D3-3	52	E3-3	55	F3-3	33,8
D3-4	41,6	E3-4	36	F3-4	55

Korozní zkouška neutrální solnou mlhou

Pro korozní zkoušku byly připraveny vzorky se shodným povlakem z polyesterové práškové nátěrové hmoty (PNH). Vzorky byly před vložením do korozní komory opatřeny křížovým řezem, aby bylo možné po korozní zkoušce NSS možné hodnocení delaminace a koroze. Z každé sady D, E, F byl jeden vzorek bez řezu, abychom mohli hodnotit případný vznik puchýřkování na neporušeném povlaku.

Všechny vzorky byly podrobeny urychlené korozní zkoušce NSS (EN ISO 9227). Podmínky korozní zkoušky byly nastaveny dle doporučení normy. Čas zatěžování vzorků v korozní komoře byl stanoven na 1000 hodin. Po skončení korozního zatěžování jsme hodnotili výskyt puchýřů v ploše vzorků (ČSN EN ISO 4628-2), delaminace a šíře podkorodování od řezu (ČSN EN ISO 4628-8).

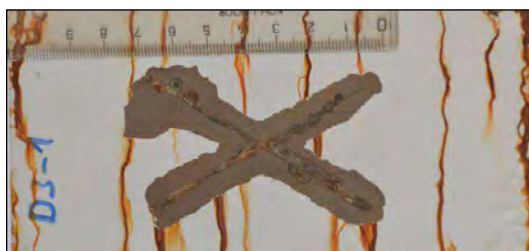
Hodnocení vzorků po korozním zatížení 1000 h

Vzorky s předúpravou tryskání (T) + alkalické odmaštění (ALK) + nanopasivace (NANO) + PNH (viz tab. 2)

Tab. 2: Hodnocení vzorků s předúpravou T + ALK + NANO + PNH

Vzorek	Puchýře v ploše	Puchýře u řezu	Koroze v řezu	Delaminace
		Velikost (vzdálenost)		
D3-1	0(S0)	S0(0)	Stupeň 3 – mírná	Stupeň 5 – velmi značná
D3-2	0(S0)	S5 (0-2mm)	Stupeň 5 – velmi značná	Stupeň 5 – velmi značná
D3-3	0(S0)	S0(0)	Stupeň 4 - značná	Stupeň 5 – velmi značná
D3-4	2(S4)	-	-	-

Stupeň delaminace a koroze byl hodnocen na základě obrazových standardů uvedených v normě. Na obr. 1 je zdokumentován vzorek D3-1 a na obr. 2 vzorek D3-4.

**Obr. 1:** Vzorek D3-1 po delaminaci



Obr. 2: Vzorek D3-4 po korozním zatížení – puchýře v ploše

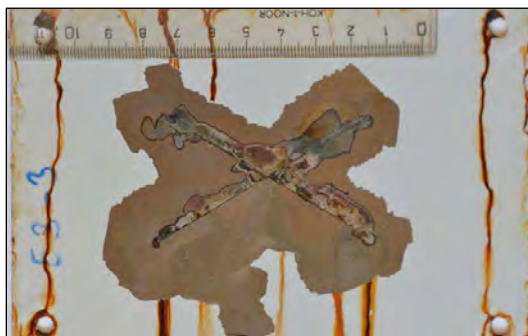
Z obr. 1 je patrná rozsáhlá delaminace a koroze v řezu. Vzorek před provedením delaminace nevykazoval žádné puchýře v okolí řezu. Puchýře jsou však patrné po okrajích vzorku. Na obr. 2 je uveden vzorek D3-4. V jeho ploše a na okrajích vzorku došlo k výskytu puchýřů.

Vzorky s předúpravou tryskání (T) + železnaté fosfátování (FEPH) + nanopasivace (NANO) + PNH (viz tab. 3)

Tab. 3: Hodnocení vzorků s předúpravou T + FEHP + NANO + PNH

Vzorek	Puchýře v ploše	Puchýře u řezu	Koroze v řezu	Delaminace
		Velikost (vzdálenost)		
E3-1	0(S0)	S0(0)	Stupeň 4 – značná	Stupeň 5 – velmi značná
E3-2	0(S0)	S5 (0-2mm)	Stupeň 5 – velmi značná	Stupeň 5 – velmi značná
E3-3	0(S0)	S0(0)	Stupeň 5 - velmi značná	Stupeň 5 – velmi značná
E3-4	0(S0)	-	-	-

Na obr. 3 je pro ilustraci uveden vzorek z řady E., ačkoliv se u tohoto vzorku nevyskytovaly puchýře v okolí řezu, delaminace i koroze mají na jeho povrchu značný rozsah. I u této řady vzorků se vyskytovalo puchýřkování po okrajích vzorků.



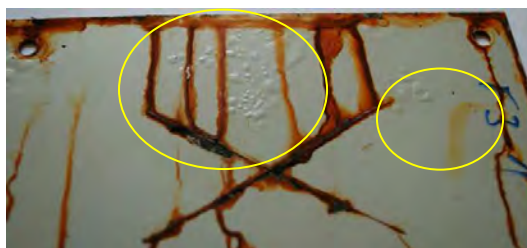
Obr. 3: Vzorek E3-3 po delaminaci

Vzorky s předúpravou tryskání (T) + alkalické odmaštění (ALK) + železnaté fosfátování (FEPH) + nanopasivace (NANO) + PNH (viz tab. 4)

Tab. 4: Hodnocení vzorků s předúpravou T + ALK + FEHP + NANO + PNH

Vzorek	Puchýře v ploše	Puchýře u řezu	Koroze v řezu	Delaminace
		Velikost (vzdálenost)		
F3-1	3(S4)	S4(0-10mm)	Stupeň 5 – velmi značná	Stupeň 5 – velmi značná
F3-2	0(S0)	S0(0)	Stupeň 3 – mírná	Stupeň 4 - značná
F3-3	0(S0)	S0(0)	Stupeň 3 – mírná	Stupeň 4 - značná
F3-4	0(S0)	-	-	-

Na obr. 4 jsou zdokumentovány puchýře v ploše a kolem řezu u vzorku F3-1. Po provedení zkoušky delaminace došlo k úplnému odloupení povlaku od středu vzorku až po jeho okraj. Pod povlakem bylo hodnoceno velmi značné korozní napadení.

**Obr. 4:** Vzorek F3-1 po korozním zatížení – puchýře v řezu a ploše

3 Diskuse výsledků a závěr

Nedostatečná nebo nevhodně zvolená předúprava povrchu vede ve většině případů ke vzniku puchýřkování, snížení přilnavosti práškové nátěrové hmoty a ke korozi pod tímto povlakem. V případě námi zkoumaných vzorků, došlo k nedostatku v samotné finální povrchové úpravě. Prášková nátěrová hmota neměla dostatečnou tloušťku. V tab. 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty tloušťky nátěru u všech vzorků. Z technického listu vyplývá, že použitá nátěrová hmota by měla mít tloušťku minimálně 60 μ m. Této hodnotě neodpovídá žádný ze zkoušených vzorků. Finální práškový nátěr tak neplní svou funkci (bariérový efekt) a tudíž došlo k puchýřkování a degradaci všech vzorků po korozním zatížení. Je tedy třeba důslednosti a kontroly při aplikaci PNH. Díky nedodržení správné tloušťky PNH není možné správně určit správnost či nesprávnost provedení předúpravy povrchu. Pokud hodnotíme vliv předúpravy povrchu (nehledě na nedodržení tloušťky lakované vrstvy), pak nejlepších výsledků (delaminace a koroze) dosahuje řada vzorků F, kde byla použita kombinace všech předúprav povrchu (T + ALK + FEHP + NANO + PNH). Nejhorší výsledky má pak řada E bez alkalického odmaštění. Můžeme tedy konstatovat, že alkalické odmaštění je při přípravě povrchu vhodnou předúpravou. U všech vzorků došlo k puchýřkování po okrajích vzorků. Okraje jsou slabým místem u všech výrobků i konstrukcí. K porušení došlo zřejmě vlivem nedodržení tloušťky PNH.

Při ochraně materiálů povrchovými úpravami je třeba dbát nejen na kvalitní předúpravu povrchu, ale také na dodržování postupu při aplikaci nátěrové hmoty ze strany výrobce a doporučení norem.

LITERATURA

- [1] Kudláček J., Kreibich V., Problematika čištění povrchů (2008), 9. číslo. Dostupné na www.povrchari.cz.
- [2] Michna Š., Nová I., Technologie a zpracování kovových materiálů, Adin s.r.o. Prešov (2008), ISBN 978-80-89244-38-6.
- [3] Kreibich V., Hoch K., Koroze a technologie povrchových úprav, ČVUT v Praze (1991)
- [4] Geiplová H., Benešová J., Paráková M., Vliv přípravy povrchu na životnost organických povlaků, TriboTechnika, ročník V., (6/2012).

Tento příspěvek vznikl za podpory Interního studentského grantu FVTM UJEP č. 48202 15 0004 01.