Vliv kvality povrchu ocelových desek na konečné hodnocení kadmiových povlaků v solné mlze

Influence of steel sheets surface state on evaluation of cadmium coatings in salt spray

Faltýnková A.¹, Hruška M.¹, Kudláček J.²

¹ Czech Airlines Technics, a.s.

² ČVUT v Praze, Fakulta Strojní, Ústav strojírenské technologie

E-mail: faltynkova.alena@csatechnics.com

Práce je zaměřená na vyhodnocení koroze kadmiové vrstvy dle požadavků firmy Boeing a její ovlivnění stavem podkladového materiálu. Pokovení bylo nanášeno na deskách z oceli typu 4130. Tyto desky byly částečně napadené korozí, a proto byla zvolena různá povrchová předúprava, která odstranila korozní napadení, a následně bylo provedeno pokadmiování. Byla provedena korozní zkouška neutrální solnou mlhou dle ASTM B117 po dobu 336 hodin.

The work is focused on the evaluation of cadmium layer corrosion according to Boeing specification and how is the status of the underlying material influenced by the corrosion. Plating was applied on the steel panels (type 4130). These metal sheets were partially corroded, therefore there were chosen various surface pretreatment, which removed the corrosion attack and subsequently cadmium plating was carried out. Corrosion neutral salt spray test for 336 hours was done according to ASTM B117.

ÚVOD

Základním hlediskem, které ovlivňuje volbu kovových povlaků, jsou funkční i vzhledové požadavky na povlak. Když se během času na povrchu povlaku utvoří vrstva korozních zplodin, která působí ztrátu lesku nebo i dalších vlastností, jako např. elektrických vlastností, je to pro daný předmět akceptovatelné. Jsou-li tedy korozní zplodiny nežádoucí, je nutno volit neporézní povlak z ušlechtilého kovu. Povlaky z drahých kovů se používají pouze pro speciální účely, proto jsou základními zástupci katodických povlaků pro atmosférické podmínky různé typy Cu-Ni-Cr vrstev. I v agresivních atmosférách je nejodolnější chrom, který je proto nezbytnou součástí dekorativních povlaků. Z anodických povlaků se proti korozi v atmosférických podmínkách a v přírodních vodách používá zejména povlaků zinkových a hliníkových. Pro spojovací materiál a pro součásti přístrojů jsou obvyklé povlaky zinkové a kadmiové. Zvláště v těchto případech se využívá toho, že anodické povlaky poskytují dostatečnou ochranu při podstatně nižších tloušťkách než povlaky katodické [1,2].

Kadmium je preferované ochranné ošetření u leteckých komponentů a spojovacích prvků vyrobených z oceli. Nabízí vysokou odolnost proti korozi, zajišťuje ochranu i v případě, že vrchní nátěr je poškozen a je galvanicky kompatibilní s hliníkovými slitinami používanými v draku. Vysoká kluzkost kadmia se stává atraktivní zejména pro spojovací aplikace a pro použití na závitové části. Ačkoliv elektrolytické pokovení kadmíem může vést k zavedení vodíku na ocelový podklad, existují účinné tepelné úpravy, které byly vyvinuty pro eliminaci možného rizika vodíkové křehkosti ve vysokopevnostních oceli [2].

Použití kadmia je vzhledem k jeho vysoké toxicitě pro všeobecné technické použití podle evropských právních předpisů zakázané, ale může být stále používáno pro letecké a vojenské aplikace, kde není přijatelná alternativa. Členské státy Evropské unie se snaží rozšířit zákaz používání kadmia a je pravděpodobné, že budoucí směrnice může být rozšířena také na letecký průmysl. Proto se výrobci letadel snaží nalézt alternativu kadmia v protikorozní ochraně na vysokopevnostních ocelích leteckých komponentů a na spojovacích prvcích [9].

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Na začátku testování byly vybrány částečně zkorodované vzorky a vzorky bez korozního napadení (Obr. 1), které byly před pokovením tryskány a mořeny. Dále byly korozní produkty ze vzorků odstraněny pomocí mechanického broušení a kombinací moření a tryskání.

Po kadmiování byly vzorky vloženy do solné komory. U Czech Airlines Technics, a.s. se používá korozní diagnostický přístroj S 400 M – TR Typ č. 41016101 od výrobce Gebr. Liebsch GmbH & Co., Bielefeld, SRN.

Odolnost proti korozi pro Boeing je v souladu s normou AMS-QQ-P-416B. Při vyhodnocení korozních testů kadmia s chromátováním nesmí být bílé korozní produkty kadmia, ani koroze podkladových panelů. Vzhled korozního napadení se hodnotí pouhým okem při běžné čtecí vzdálenosti. Bílé korozní produkty jsou důvodem pro nevyhovující výsledek testu, s výjimkou případů bílých korozních produktů na hranách vzorků, které nepředstavují selhání [7,8].

Jsou pokoveny dvě desky s nízkým obsahem uhlíku. Jde o panely oceli válcované za studena (nizkolegovaná ocel AISI 4130, popř. 4340), o rozměrech 100×150×0,8 mm pokovené při proudové hustotě 8,6 A dm⁻², tloušťka vrstvy musí být mezi 12,7 a 17,8 μm (měřeno alespoň 6 mm od konce panelu), odvodikované, chromátované (ve stejném technologickém pořadí jako poko-

vované díly). Zkoušení spočívá v trvalém působení solné mlhy v souladu s BSS7249 dobu 96 hodin [5].

Alternativa: Test v solné komoře může být prováděn v souladu s ASTM B 117 (pod úhlem 15 až 30 stupňů ke svislici) místo BSS7249 (pod úhlem 6 stupňů ke svislici) [3, 4, 6].

Obr. 1. Použité testovací plechy

Fig. 1. Used test metal sheets

Tab. 1. Stav povrchu vzorků před pokovením a po pokovení na začátku testu / Condition of the samples before starting the test

Číslo vzorku	Stav podkladového materiálu (ocel 4310)	Povrchová úprava	Stav vzorku po pokovení
1	nový	tryskání	hladký
2	nový	moření	krupičky
3	zkorodovaný	tryskání	hladký
4	zkorodovaný	moření	krupičky
5	zkorodovaný	broušení	tmavý povrch a puchýře
6	zkorodovaný	moření + tryskání	hladký

Tab. 2. Stav povrchu vzorků před pokovením a po pokovení na začátku testu / The time course of the corrosion test

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Testovací den														
1														
2														
3														
4														
5														
6														

■ – vzhled vzorku je v pořádku

■ – na vzorku jsou korozní produkty zinku

■ – na vzorku jsou korozní produkty železa

Toto jsou požadavky uvedené v manuálu pro Boeing, vzhledem k požadavkům externích zákazníků, byly tyto požadavky ještě následně upraveny. Testování v solné komoře probíhalo po dobu 336 hodin. Vzorky s chromátováním nesmí vykazovat žádnou korozi, vzorky kadmia bez chromátu nesmí po dobu 96 hodin vykazovat žádnou korozi a po dobu 336 hodin u nich nesmí dojít k objevení červených korozních produktů [7].

Obr. 2. Vzorky před zahájením testu
Fig. 2. Samples before exposure

Obr. 3. Vzorky po skončení testu
Fig. 3. Samples after exposure

VÝSLEDKY A DISKUZE

Připravené pokadmiované vzorky bez chromátu byly vystaveny expozici solné mlhy, byl zaznamenán jejich stav před samotným testováním (Tab. 1 a Obr. 2). Potom byl každý následující den testování zdokumentován (Tab. 2 a Obr. 3).

Na výsledcích ze solné komory Obr. 4 je vidět, jak výrazný vliv na výsledek testu má kvalita povrchu testovacích podkladových desek a kvalita pokovení samotného. Žádný ze vzorků, který byl připraven na zkorodovaných deskách, nevyhověl testu. Ať už bylo korozní napadení odstraněno jakýmkoliv způsobem – broušením, mořením, tryskáním nebo kombinací moření s tryskáním, vždy došlo ke vzniku červených korozních produktů, tedy zkorodování testovacího plechu. U vzorků 1 a 2, kde byly použity kvalitní testovací desky, nedošlo k prokorodování až na testovací desku, i když byla pro každou použita jiná předúprava povrchu. Rozdíl v předúpravě povrchu se projevil i na vzhledu naneseného povlaku kadmia. Tam, kde bylo použito moření, vznikly na povrchu krupičky kadmia. Tyto částice pak vlivem kapilární kondenzace začaly rychleji korodovat, a proto se u nich jako na prvních vzorcích již na začátku testu objevily bílé korozní produkty kadmia.

Obr. 4. Detail testovaných panelů po expozici 336 hodin
Fig. 4. Samples after 336 hours exposure

ZÁVĚR

Na základě výsledků lze tedy konstatovat, že v případě testování kadmiových povlaků je důležité mít kvalitní testovací desky, aby nedošlo k ovliv-

nění výsledku korozního testu v solné komoře. Testování bylo sice provedeno na povlaku kadmia bez dostatečného utěsnění chromátem, které již není běžně používaným ochranným povlakem, ale s přihlédnutím k velmi podobným korozním vlastnostem a projevům kadmia, které jsou velmi blízké vlastnostem zinku (i podobným fyzikálních vlastnostem), lze předpokládat podobný průběh i u galvanicky nanášených zinkových povlaků [1]. Chromátování zde nebylo využito na základě dlouholetých zkušeností s korozními testy.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory Czech Airlines Technics, a.s. a řešení projektu SGS 13/187/0HK2/3T/12.

LITERATURA

1. Yoen L.C., The plating Forecast and Assurance, *Larry King Co.* **2004**, 1, 1.30-1.31.
2. Lowenheim F.A., Modern Electroplating, *The Electrochemical Society* **1974**, 3, 71-88.
3. ČSN ISO 9227 (03 8132) – Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou, Český normalizační institut **2012**, 24p.
4. ASTM B 117-11 – Standard Method of Salt Spray (Fog) Testing, *ASTM International* **2011**, 12p.
5. BSS7249 – Salt Spray (Fog) Testing, *BOEING Specification Support Standard* **1988**, Rev. A, 1-2.
6. BAC5718 – Low Hydrogen Embrittlement Cadmium Plating, *BOEING Process Specification* **1998**, Rev.J, 19-21.
7. BAC701 – Cadmium plating, *BOEING Process Specification* **2003**, Rev.N, 23-24.
8. Standard Overhaul Practices Manual 20-42-01 - Low Hydrogen Embrittlement Cadmium Plating, *BOEING COMMERCIAL AIRPLANES GROUP* **2013**, 25, 7-8.
9. Gaydos S., Update on Cadmium Plating Alternatives, <http://www.boeingsuppliers.com//environmental/TechNotes/TechNotes2005-08.pdf> (accessed August 2005)