

Ochrana ocelových konstrukcí nátěrovým systémem Akrylmetal podle revidované normy ISO 12944

Radim Holuša,

SYNPO akciová společnost, S. K. Neumanna 1316, Pardubice,

www.synpo.cz, www.akrylmetal.cz

Úvod

V průběhu let 2017/2018 byla revidována norma ISO 12944: Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy, která nyní obsahuje celkem 9 částí. Jednotlivé části pojednávají:

Část 1: Obecné zásady

Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí

Část 3: Navrhování

Část 4: Typy povrchů podkladů a jejich příprava

Část 5: Ochranné nátěrové systémy

Část 6: Laboratorní zkušební metody

Část 7: Provádění a dozor při zhotovování nátěrů

Část 8: Zpracování specifikací pro nové a údržbové nátěry

Část 9: Ochranné nátěrové systémy a laboratorní metody zkoušení jejich odolnosti pro konstrukce vystavené přímořským a obdobným podmínkám

Revize proběhla po cca 20 letech a mezi změny oproti dřívějším parametrům například patří:

- 1) Klasifikace vnějšího prostředí (část 1) – zrušení stupně C5-I (velmi vysoká průmyslová) a C5-M (velmi vysoká přímořská) nahrazeno C5 (velmi vysoká) a CX (extrémní) a s tím souvisí nově vzniklá část 9 této normy.
- 2) Nově se životnost ochranného povlaku vyjadřuje pomocí 4 rozmezí (část 2)
Nízká: do 7 let
Střední: od 7 do 15 let
Vysoká: od 15-25 let
Velmi vysoká: 25 let a více
- 3) V oblasti laboratorních metod zkoušení (část 6) se provádí na zkoušených vzorcích příčný řez oproti podélnému řezu, byly změněny požadavky na hodnoty adhezních zkoušek (ISO 2409, ISO 4624) a jiné například zavedení cyklických zkoušek (vycházející z NORSOK M 501 testu) pro vysoké a velmi vysoké životnosti pro stupně C4 a C5.

Práce se zabývá praktickou ukázkou výběru vhodného nátěrového systému podle části 5 této normy „Ochranné nátěrové systémy“. V této části jsou doporučeny různé druhy nátěrových hmot a jejich kombinace k dosažení vyhovující ochrany pro daný stupeň korozní agresivity včetně doporučených tloušťek. Bylo zadáno

ochránit ocelový podklad na stupeň C3 se střední a vysokou životností a na stupeň C4 s podobnou životností. Vhodné nátěrové hmoty a systémy byly vybrány na bázi 2K polyuretanů a epoxidů.

Synpo akciová společnost, Pardubice je tradiční výrobce rozpouštědlových 2K-polyurethanových nátěrových hmot. Nátěrový systém Akrylmetal je formulován s použitím akrylátových pryskyřic, které svými vlastnostmi propůjčují upravenému povrchu vynikající vlastnosti a stabilitu. V kombinaci s vysoce jakostními barevnými organickými a anorganickými pigmenty, které jsou odolné vůči působení UV záření, je nátěrový systém vhodný pro nejnáročnější aplikace (automobilový průmysl, průmyslové lakování). Nátěrový systém Akrylmetal je formulován pro nanášení za využití aplikačních zařízení s vysokou přenosovou účinností: vzduchovým stříkáním s podporou elektrostatiky, vysokotlakými stříkacími zařízeními, vysokoobrátkovými zvonky atd. V sortimentu výrobků produktové řady Akrylmetal jsou mimo jiné antikoroziční nátěrové hmoty, které byly použity v testu.

Do testu byly zahrnuty následující typy nátěrových hmot.

LV AKZ 411: Jednovrstvý nátěr kovových předmětů s antikoroziční, plnicí a dekorativní funkcí v odstínech RAL. Vyznačuje se vysokou odolností proti povětrnostním vlivům a UV záření. Jedná se o 2K-polyuretanovou nátěrovou hmotu.

LV EPS 620: Základní antikoroziční nátěr předmětů z železných, ale i lehkých a neželezných (měď, mosaz, hliník) kovů a kovů upravených pozinkováním. Jedná se o 2K nátěrovou hmotu obsahující epoxidové a hydroxylové skupiny. Je vytvrzovaná přes hydroxylové skupiny vhodnými tužidly na bázi isokyanátu. Vrchní nátěrovou barvu LV AKZ 411 lze aplikovat systémem do „mokra“.

Příprava vzorků a testovací metody

Jako podklad pro přípravu vzorků byly zvoleny ocelové panely o rozměru 15 x 10 cm, typ S-46, (Q Lab Corporation) bez korozních produktů, kovový vzhled, čistota povrchu, Stupeň 3. Zvolená nátěrová hmota byla natužena dle údajů v technickém listě a naředěna na aplikační viskozitu. Jako aplikační technika byla zvolena HVLP, tryska 1,5 mm, tlak 2,5-3,5 bar.

Na ochranu pro stupeň C3 byla aplikována LV AKZ 411 ve dvou úrovních tloušťek a to $67 \pm 3 \mu\text{m}$ DFT (2 vrstvy) a to $99 \pm 3 \mu\text{m}$ DFT (3 vrstvy).

Na ochranu pro stupeň C4 byl aplikován nátěrový systém ve formě epoxidového základu EPS 620 v jedné vrstvě (DFT $40 \mu\text{m}$) a následně LV AKZ 411 v DFT kolem 100-110 μm . Celková tloušťka nátěrového systému $145 \pm 6 \mu\text{m}$.

Na předpokládaný stupeň ochrany a životnost nátěrového systému byly zvoleny dle normy ISO 12944-6 (tabulka 1) následující zkoušky a doby zkoušení. Bylo připraveno předepsané množství ocelových panelů s ochranou pro jednotlivé zkoušky a doby zkoušení.

- 1) Stanovení tloušťky povlaku dle ČSN EN ISO 2808, metoda 7C
- 2) Stanovení odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 pro C3 (48 h, 120 h a 240 h) a pro C4 (120 h, 240 h a 480 h)
- 3) Stanovení odolnosti v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, NSS pro C3 (120 h, 240 h, 480 h) a pro C4 (240 h, 480 h a 720 h)
- 4) Mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 2409 s následným odtrhem páskou, řez 2 mm pro C3 a řez 3 mm pro C4)

Výsledek zkoušek a vyhodnocení

Ochrana nátěrovou hmotou LV AKZ 411 na předpokládaný stupeň C3 byla zkoušena ve dvou tloušťkách a to cca 65-70 μm a kolem 100 μm DFT. Nátěrový systém pro předpokládaný stupeň C4 (LV EPS 620 + LV AKZ 411) byl testován v tloušťce cca 150 μm , kdy epoxidový základ LV EPS 620 tvořil z této tloušťky cca 40 μm . Výsledky mřížkové (adhezní) zkoušky před testováním jsou uvedeny tabulce 1.

Tabulka 1: Tloušťky ochranného nátěrového filmu a adheze před zkoušením

Nátěrový systém	DFT v μm	Mřížková zkouška				Vzdálenost řezů
		Místo A	Místo B	Místo C	Průměr	
LV AKZ 411	67 $\pm$ 3	0	0	0	0	2 mm
LV AKZ 411	99 $\pm$ 3					
LV EPS 620 + LV AKZ 411	145 $\pm$ 6	0	0	0	0	3 mm

Ochrana na stupeň korozní agresivity C3

Testované vzorky byly podrobeny testu odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 po dobu 120 h a 240 h s vyhovujícím výsledkem. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2 a na obrázku 1. Nebyly pozorovány rozdíly mezi testovanými tloušťkami pro uvedené doby testování.

Tabulka 2: Stanovení odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1, 120 h a 240 h

Nátěrový systém	DFT v μm	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň	mm	stupeň
LV AKZ 411	67 $\pm$ 3	0 (S0)	Ri 0	-	0
LV AKZ 411	99 $\pm$ 3	0 (S0)	Ri 0	-	0

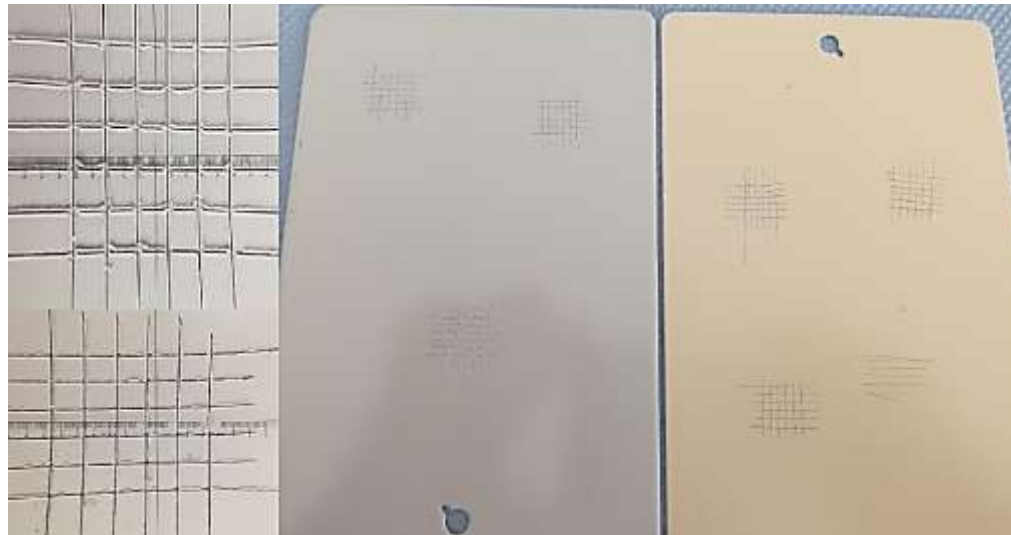
*Vzorky po testu nevykazovaly praskání ani odlupování dle ČSN EN ISO 4628-4,5

Souběžně byly vzorky podrobeny testu v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, NSS po dobu 240 h a 480 h. Výsledky po 240 h testu jsou uvedeny v tabulce 3 a na obrázku 2. Pro delší dobu 480 h nebyla pozorována žádné prorezavění, praskání ani loupání. Hodnoty koroze v řezu však byly vyšší, než je přípustná mez $\leq 1,5$ mm. Koroze v řezu se pohybovala v hodnotách cca 2 mm, proto pro stanovení životnosti nátěru byla zvolena doba 240 h pro NSS test. Obě testované tloušťky vykazovaly obdobné výsledky.

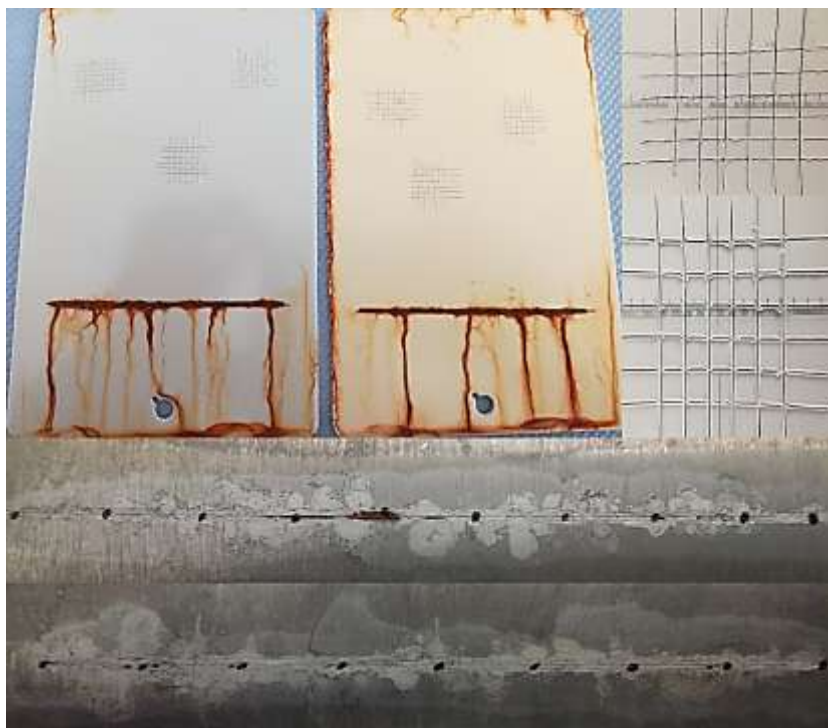
Tabulka 3: Odolnost v neutrální solné mlze ČSN EN ISO 9227 NSS, 240 h

Nátěrový systém	DFT v μm	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň, (%)	mm	stupeň
LV AKZ 411	67 ± 3	0 (S0)	Ri 0	1,05	0
LV AKZ 411	99 ± 3	0 (S0)	Ri 0	1,18	0

Obr. 1: Fotografie vzorků po 120 h vlhkostního testu dle ČSN EN ISO 6270-1 s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409



Obr. 2 Fotografie vzorků po 240 h testu neutrální solné mlhy dle ČSN EN ISO 9227 NSS s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409. Dole fotografie koroze v řezu po odstranění korozních zplodin mořením.



Na základě provedených testů byla určena životnost ochranného nátěrového filmu – střední pro stupeň C3 a nízká pro stupeň C4. Větší tloušťka testovaného nátěrového filmu již neměla vliv na vlastnosti/životnost. Určující hodnotou pro následné stanovení životnosti byla hlavně koroze v řezu po expozici v neutrální solné mlze (NSS).

Ochrana pro stupeň korozní agresivity C4

Stejným postupem jako pro ochranu nátěrovou hmotou pro stupeň C3 byl otestován nátěrový systém LV EPS 620 + LV AKZ 411 na předpokládanou ochranu pro stupeň C4. Testované vzorky byly podrobeny testu odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 po dobu 240 h a 480 h s vyhovujícím výsledkem. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4 a na obrázku 3.

Tabulka 4: Odolnost proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1, 240 h a 480 h

Nátěrový systém	DFT v μm	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628- 3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň, (%)	mm	stupeň
LV EPS 620 + LV AKZ 411	145 $\pm$ 6	0 (S0)	Ri 0	-	0

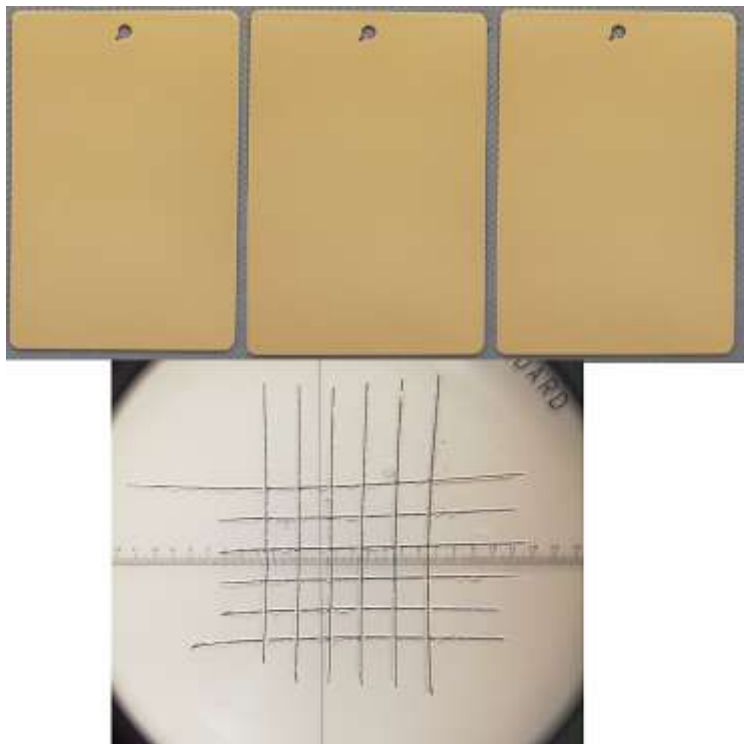
*Vzorky po testu nevykazovaly praskání ani loupání dle ČSN EN ISO 4628-4,5

Souběžně byly vzorky podrobeny testu v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227 NSS po dobu 240 h, 480 h a 720 h. Výsledky pro dobu testování 480 h jsou uvedeny v tabulce 5 a na obrázku 4. Pro delší dobu expozice 720 h nebyla pozorována žádná povrchová koroze, praskání ani loupání. Hodnoty koroze v řezu však byly vyšší, než je přípustná mez $\leq 1,5$ mm. Koroze v řezu dosáhla hodnoty cca 3 mm, proto pro stanovení životnosti nátěru byla zvolena doba 480 h pro NSS.

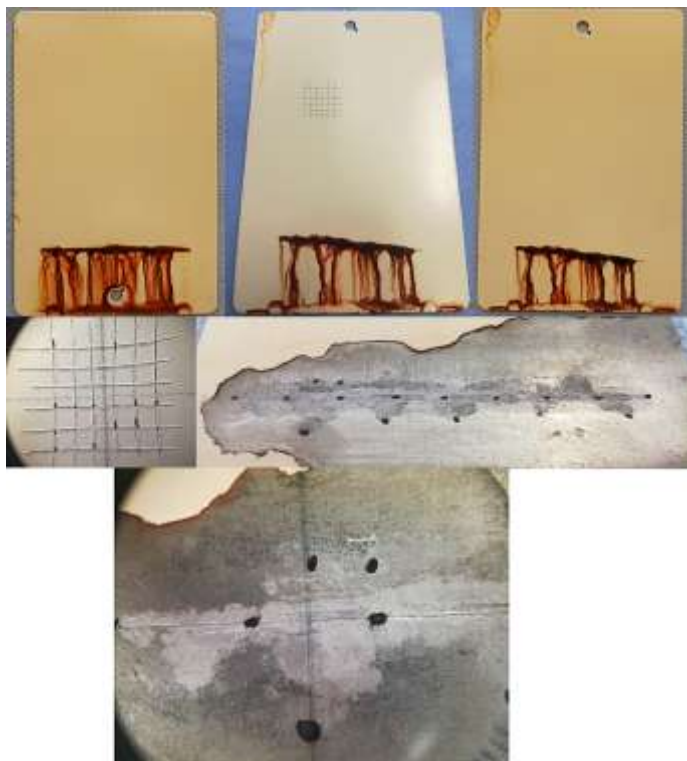
Tabulka 5: Odolnost v neutrální solné mlze ČSN EN ISO 9227, NSS, 480 h

Nátěrový systém	DFT v μm	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň	mm	stupeň
LV EPS 620 + LV AKZ 411	145 $\pm$ 6	0 (S0)	Ri 0	1,36	1

Obr. 3 Fotografie vzorků po 240 h vlhkostního testu dle ČSN EN ISO 6270-1 s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409



Obr. 4 Fotografie vzorků po 480 h testu neutrální solné mlhy dle ČSN EN ISO 9227 NSS s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409. Dále fotografie koroze v řezu po odstranění korozních zplodin mořením.



Na základě provedených testů byla určena životnost ochranného nátěrového filmu - vysoká pro stupeň C3 a střední pro stupeň C4 a nízká pro stupeň C5. Parametrem, který se ukázal jako limitující při stanovení očekávané životnosti nátěrového systému byla, podobně jako v prvním případě, koroze v okolí řezu.

Závěr

Testované komerčně dostupné nátěrové hmoty z produktové řady Akrylmetal jsou vhodné pro ochranu ocelových substrátů s následující životností podle ISO 12944-6. Jednovrstvá nátěrová hmota LV AKZ 411 pro stupeň korozní agresivity C3 (životnost - střední) a C4 (životnost – nízká). Nátěrový systém, složený z epoxidového základu LV EPS 620 a vrchní vrstvy LV AKZ 411, vyhovuje pro stupeň korozní agresivity C3 (životnost – vysoká), C4 (životnost – střední) a C5 (životnost – nízká).

Z provedených zkoušek a výsledků se jeví obecně jako nejpřísnější kritérium pro následné stanovení životnosti ochranného nátěrového filmu právě koroze v řezu po expozici v neutrální solné mlze (NSS). Přípustná mez je pouze max. 1,5 mm.

Dosažené výsledky testovaných ochranných nátěrových hmot odpovídají doporučeným ochranným systémům a vrstvám dle ISO 12944-5 (Tabulka B.2).