

Problematika lakování a laboratorní zkoušení kritických míst

JANČA Ondřej ^{a)}, ŠTĚPÁNEK Petr ^{b)}, KUBÁTOVÁ Miluše ^{c)}

^{a)} SYNPO a.s. (www.synpo.cz), ^{b)} CIE METAL s.r.o., ^{c)} IDEAL-Trade Service, spol. s.r.o.

SOUHRN

Tato práce pojednává o vlivu, požadavcích na přípravu povrchu, lakování a následných problémech při korozním zkoušení dílců obsahující kritická místa, jako jsou především hrany, svary a případné spoje materiálu.

ÚVOD

Kritická místa na konstrukcích či finálních výrobcích představují problém pro všechna aplikační odvětví. Počínaje konstrukčním projektováním, přes návrh a realizaci povrchové úpravy (PÚ), až po simulační testy koroze v laboratoři. Následující sekce se zabývá nejčastějšími problémy těchto míst, vztažených k normám jako jsou ČSN EN ISO 12944 a ČSN EN ISO 8501. Dále jsou také uvedeny ukázky kazuistik na jednotlivých reálných případech.

PROBLEMATICKÁ MÍSTA

Následující popis kritických míst z pohledu norem ČSN EN ISO 12944-3 - Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 3: Navrhování a dále ČSN EN ISO 8501-3 - Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 3: Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami.

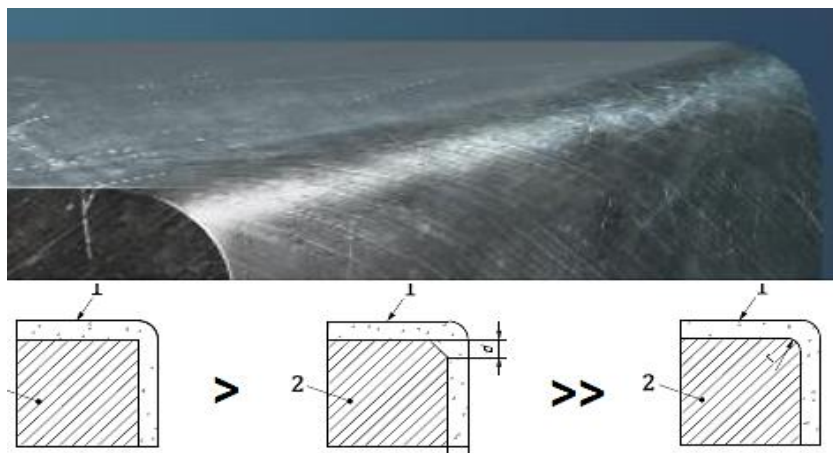
Rozdělení do jednotlivých tříd: P1 – bez přípravy povrchu (max. odolnost C2), P2 – důkladná příprava povrchu (max. C3 s doporučením střední životnosti (M) 7 – 15 let), P3 – Velice důkladná příprava povrchu (od C4-vysoká (H) a vyšší).

1) Hrany

Jedná se o nejčastější problematické místo napříč všemi PÚ. Obecně vykazují sníženou adhezi vlivem aplikační plochy. Výsledná tloušťka suchého filmu (DFT) je mnohdy ve zlomkovém poměru k rovné části. Při korozním testování jsou tato místa zohledněna a nároky na korozní odolnost nejsou, nebo by neměly být, tak striktní.

a) Po válcování

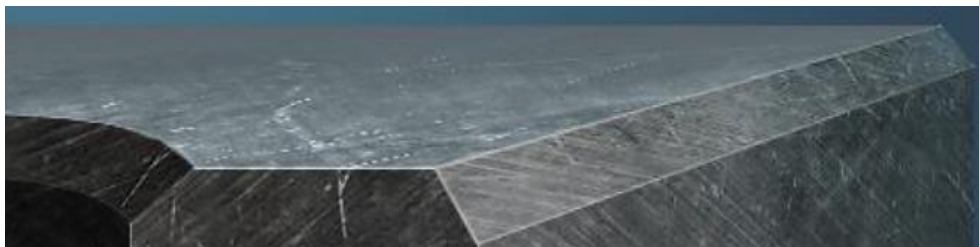
Jeden z nejběžnějších postupů produkce tenkostěnných výrobků. Stupně P1+P2 – bez přípravy, P3 – s průměrem hran ≥ 2 mm (pokud nelze zajistit, poté je nutno přizpůsobit vzhledem k aplikaci, hrana by neměla být ostrá, ale přiměřeně sražená).



Obr. 1: Příprava hran po válcování P1>P2>>P3

b) Po ražení, stříhání, vrtání

Největším problémem jsou ostré otřepy, které mohou vyčnívat z následné PÚ, a tím velice brzo tvořit korozní defekty, nehledě na to, že hrozí také poranění. Důležité je hledání kompromisu úpravy těchto hran vzhledem k masivnímu počtu vyrobených dílců. Často se jedná o zanedbání servisu stříhacích a dalších zařízení, která jsou tupá, a hrany jsou následně velice ostré a nevyhovující. Na stupeň P1 + P2 – bez ostrých otřepů, P3 opět hrany $d \geq 2 \text{ mm}$.



Obr. 2: Příprava hran po ražení, stříhání a vrtání

c) Pálené – laserem, plamenem

Tyto hrany samozřejmě musí splňovat náležitosti (viz výše), avšak problémem je prostředí s plazmou nebo O_2 , a tím vznik oxidických vrstev (okují), které jsou velice tvrdé a musí se odstranit broušením. Pozor: nelze je odstranit následným tryskáním, což bývá velice častý omyl. P1 – bez strusky a volných okují, P2 – bez neprav. profilu, P3 – P2 + $d \geq 2 \text{ mm}$.



Obr. 3: Ukázka struktury nepravidelného profilu s okujemi

2) **Svary**

Další častá problematická místa nejen kvůli otřepům, ostrým hranám a kontaminaci separátory/oleji, ale také vlivem svařecího kovu, který mění charakteristiku materiálu. Stejně jako hrany, by měly mít i svary menší korozní požadavky ve srovnání s plochými částmi materiálu.

a) Rozstřík svarového kovu

Známý pod označením „kuličky po svařování“, způsobené prskáním svarového kovu z lázně vlivem nízkého napětí, nebo vysokého proudu. V případě, že jsou tyto volné kuličky následně zalakovány (chyba svařeče – má povinnost je po své práci odstranit) a při následné manipulaci mohou odpadnout, čímž je toto místo bez PÚ nechráněno, tudíž začne předčasně korodovat. Stupeň P1 – bez volných kuliček (a), P2 – bez volných i lehce ulpívajících (a+b), P3 – žádné kuličky (a+b+c).



Obr. 4: Kuličky po svařování, pro P3 nepřijatelné (a+b+c)

b) Rozčeřený svar

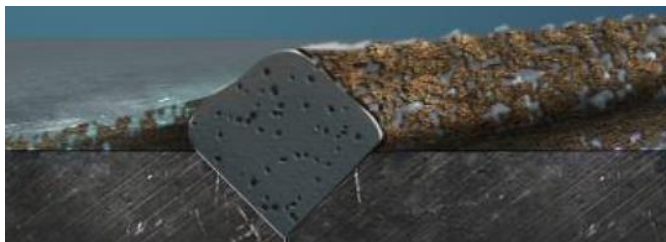
Zde je problém hlavně ostrých vrcholů vznikajících vlivem oscilace elektrody, které se budou po nalakování chovat jako ostrá hrana, což povede k předčasné korozi a případnému odlupování následné PÚ. Zde se dostáváme do menšího konfliktu se svařeckými normami, dle kterých se nesmí svar brousit. Další postup je tedy na domluvě inspekce a konstruktéra/svářecího inženýra – ideálně udělat svar znovu a správně. Stupeň P1 – bez přípravy, P2 – bez ostrých a nepravidelných vrcholů, P3 – hladký svar.



Obr. 5: Ostrohranný a nepravidelný svar

c) Struska po svařování

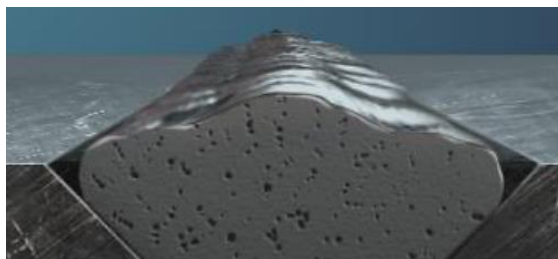
Struska na svaru vznikající reakcí tavidla, vzduchu a povrchu, slouží k ochraně svařovaného kovu při chladnutí. Neakceptovatelný povrch pro stupeň P1 – P3 vlivem špatné soudržnosti na svaru, a tudíž i adheze pro následnou PÚ.



Obr. 6: Pokrytí svarové housenky nesoudržnou struskou

d) Vruby a zápaly

Vznik podélné díry u svarové housenky vlivem pálení substrátu vysokým proudem, špička svaru má poté tendenci k praskání. Stupeň P1 – P3 ideálně bez zápalů (svařecská chyba).

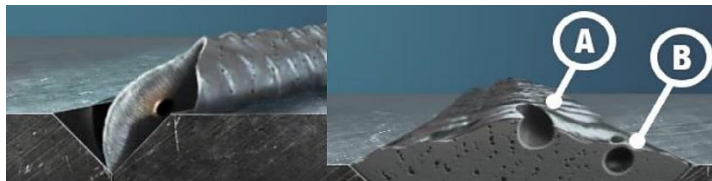


Obr. 7: Ukázka zápalu na hranách svař. housenky

e) Koncové krátery, póry svaru

Svařovací defekt způsobený rychlým vytažením elektrody na konci svarové housenky, anebo při přerušení oblouku. Stupeň P1 – bez přípravy, P2 – hladké krátery, P3 – bez kráterů

Plyn absorbovaný do tekutého kovu svaru vznikající reakcí oblouku s kovem, při chladnutí se objevují póry – viditelné (povrchové) nebo neviditelné (uzavřené). Stupeň P1 – bez přípravy, P2 – otevřený pór, aby barva dovnitř zatekla, P3 – bez viditelných porů.



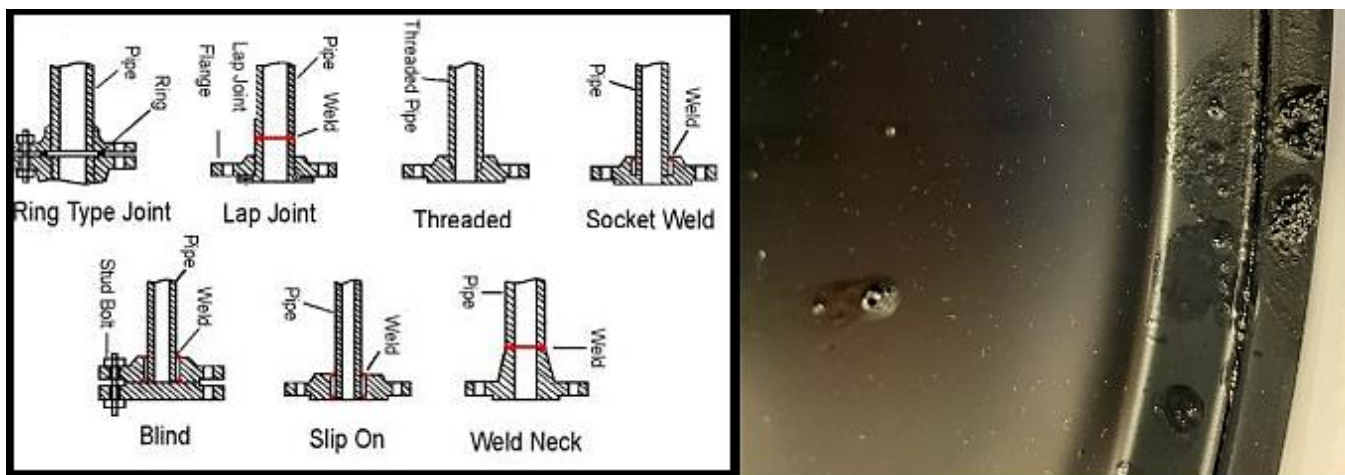
Obr. 8: Ukázka kráteru při přerušení oblouku, póry povrchové (A) a uzavřené (B)

f) Přeplátované spoje (Flange)

Speciální druh kritických míst, kdy se jedná o svařování dvou plechů k sobě. Vzniká tak velice malé místo či štěrbinu, která kapilárními pochody absorbuje veškeré tekutiny před a při lakování.

Již při moření a následné předúpravě je potřeba brát zřetel na následné oplachy (postřikové moření či odmaštění je vhodnější alternativou než ponor). Zejména tenzidy mají vysoký kapilární efekt a drží se v těchto místech.

Následně v kataforetické (KTL) lakovací lázni, vlivem rozpouštědel a elektrolyzou vody, vzniká na výrobcích alkalická oblast, která má poté tendenci vysrážet KTL barvu. Výsledek se poté dále prohloubí v sušárně, kdy mohou rezidua vytékat, a tím znehodnotit PÚ. Vysrážená barva již v lázni tvoří aglomeráty a hrudky v blízkosti přeplátovaného spoje – neakceptovatelný defekt se špatnou korozní odolností.



Obr. 9: Typy přeplátovaných spojů (flange), defekty přeplát. spoje KTL při výpalu v sušárně

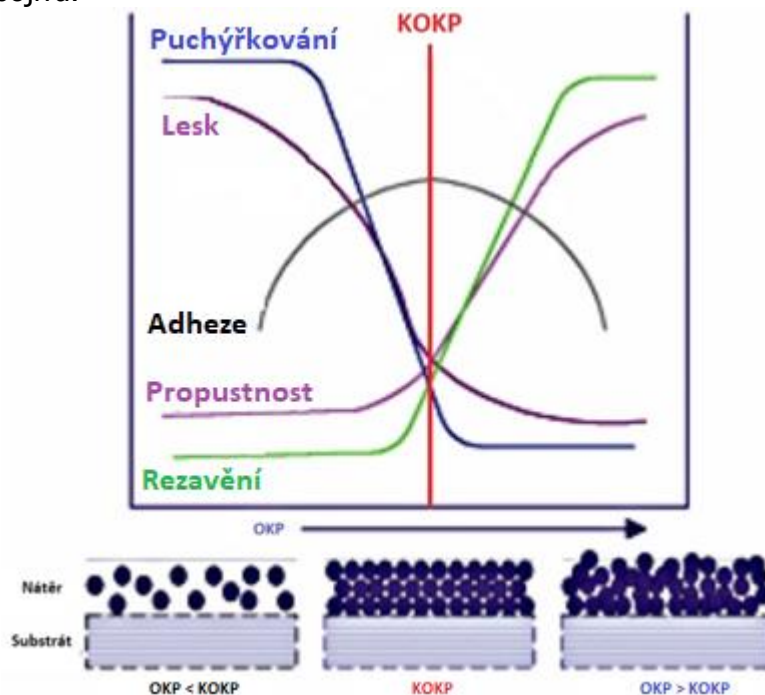
LAKOVÁNÍ VÝROBKU

Formulace nátěrové hmoty vzhledem k výsledným vlastnostem

Samotná formulace typu nátěru je neméně důležitá jako aplikační metoda při lakování. V dnešní době máme rozmanitý repertoár různých typů nátěrových systémů (NS) pro nejrůznější aplikace. Základním složením je pojivo, pevné částice (ve formě pigmentu, případně plniva) a nejrůznějších aditiva na úpravu vlastností.

Jeden z nejdůležitějších parametrů je **OKP** (eng. PVC) – objemová koncentrace pigmentu (zlomek daný objemem pigmentu nebo pevné částice ku sumě objemu pigmentu a pojiva, výsledek v [%]). Nasycené množství částic v pojivu se nazývá **KOKP** (CPVC) – kritická objemová koncentrace pigmentu.

Jak lze vidět na obr. 10, jsou zde znázorněny výsledné vlastnosti NS na základě různých OKP vzhledem k množství pojiva.



Obr. 10: Výsledné vlastnosti vztaženy na OKP v NS

1) OKP < KOKP (low PVC film)

Je zde rozdispergováno málo pevných částic v matrici, nízká propustnost pro O_2 a vodu, a tím i nízká míra prorezavění kvůli celistvosti NS. Nízká adheze a vysoká míra puchýřkování (zejména pokud jsou na rozhraní substrát/NS rezidua solí -> vznik osmotických puchýřů), jelikož chybí částice, které by stabilizovaly NS a bránily jeho pohybu. Tyto systémy budou mít vyšší lesk vzhledem k nízkému počtu částic u povrchu.

2) OKP > KOKP (high PVC film)

Opačný případ, přítomná vysoká koncentrace částic na málo pojiva. Takovýto NS je matný (vysoký počet částic u/nad povrchem), má špatnou mechanickou odolnost, včetně adheze – nízká elasticita a vysoká tvrdost -> NS nemá tak velké sklony k puchýřkování, nýbrž k praskání a delaminaci (s tvrdostí roste křehkost), vysokou propustnost pro vodu a O_2 , a tím i tendenci rezavět.

3) KOKP (CPVC film)

Kompromis v koncentraci pigmentu a pojiva. Max. obsah pevných částic poměrově k pojivu, aby bylo zacíleno na nejlepší vlastnosti. Tyto NS jsou většinou v polomatu/pololesku.

Pozn.: Není to však z 90 % problém nátěrového systému, ale nepřipraveností podkladu.

Adheze = Odolnost
Minimální povrchová energie pro přelakování je 38 mN/m

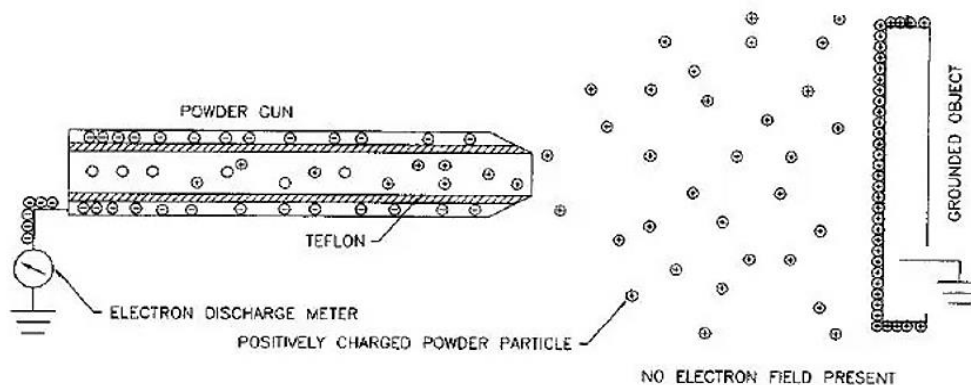
Metody lakování

a) Práškové lakování

Někdy také nazývané jako natavované plasty. Tyto nátěrové hmoty se aplikují pomocí speciálních elektro-metod práškových částic (poháněných stlačeným vzduchem) s nábojem, které ulpí na lakovaném substrátu. V práškové směsi je již vše, co by měl NS obsahovat. K rozlivu a tvorbě výsledného filmu dochází v sušárně při teplotách cca do 200 °C, jak pomocí horkého vzduchu, tak odporem či IČ-zářiči.

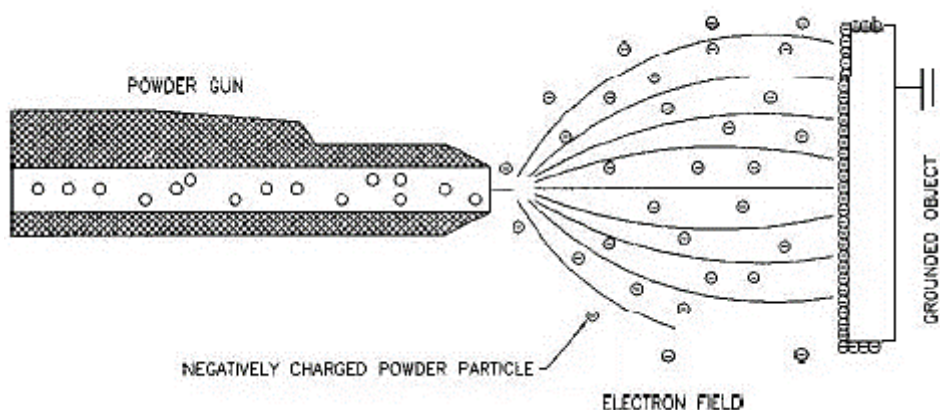
Tyto NS chrání podklad pouze bariérovým mechanismem, kdy je mezi prostředím a podkladem tvořena odporová vrstva, která zabraňuje přístupu degradačním faktorům jako je voda, O₂, sůl nebo další kontaminanty. Metoda je vhodná na rovné či mírně zakřivené výrobky. Výsledné tloušťky bývají zpravidla do 200 µm.

TRIBO – Elektrokinetická metoda – částice prášku třou v pistoli o další materiál, tím odevzdávají elektrony a dostávají kladný náboj (jsou elektron deficitní). Vlivem kinetiky nabitých částic jsou přitahovány na lakovaný předmět, který je uzemněn. Použití materiálů silně generujících pozitivní částice – Teflon, Epoxid (EP), Polyuretan (PUR), Polyester (PES). Slabým nabíječem je např. PVC.



Obr. 11: Tribo technika aplikace práškových NS

CORONA – Elektrostatická metoda, částice jsou po opuštění pistole bombardovány ionty v prostředí o vysokém napětí, získají záporný náboj (mají přebytek elektronů), a jsou tak přitahovány k lakovanému substrátu.



Obr. 12: Corona technika aplikace práškových NS

Po aplikaci jsou napráškované díly umístěny do sušárny, kde se vytvrzují při teplotách v rozmezí cca 140–200 °C. Vzniká tak celistvý a homogenní povlak odpovídajících vlastností.

b) Mokré lakování

V nynější době stále nejrozšířenější lakovací metoda ochrany výrobků, zejména velkých konstrukcí. Na popularitě, hlavně díky ekologičtějšímu provozu, roste používání vodou ředitelných nátěrů, které mají však proti rozpouštědlovým stále nižší korozní a mechanickou odolnost. Základními představiteli jsou EP, PUR, PES a další. Průmyslové barvy jsou zpravidla dvou komponentní (2K) se složkou (A) barva + (B) tužidlo, které se mísí v daném poměru. Výsledná směs má daný aplikační čas, než začne polymerovat (sítovat, tvrdnout) tzv. Pot life. Následuje aplikace pomocí ručních metod (štětec, rukavice, váleček), až po efektivnější metody jako jsou stříkácí pistole. Ty se nejčastěji dělí dle použitého tlaku na:

Vysokotlaké – barva je rozstříkována při tlacích vzduchu cca do 10 barů. Výhodou je vyšší aplikační tloušťka v jedné vrstvě, nevýhodou je vysoká prašnost a menší přesnost a čistota provedení.

Nízkotlaké – nejpoužívanější metoda **HVLP** – „high volume low pressure“ – vysoké dávkování barvy při nízkém tlaku vzduchu – vysoce detailní a dekorativní nástřik.

Metody AIRLESS – specifická metoda bez přístupu tlakového vzduchu, tlak je tvořen pístovým čerpadlem až do výše 550 barů. Korekcí výše tlaku lze dávkovat barvu o nejrůznější hustotě. Odpadá tedy ředění směsi.



Obr. 13: Ukázka stříkácí pistole pro vysokotlaký Airless

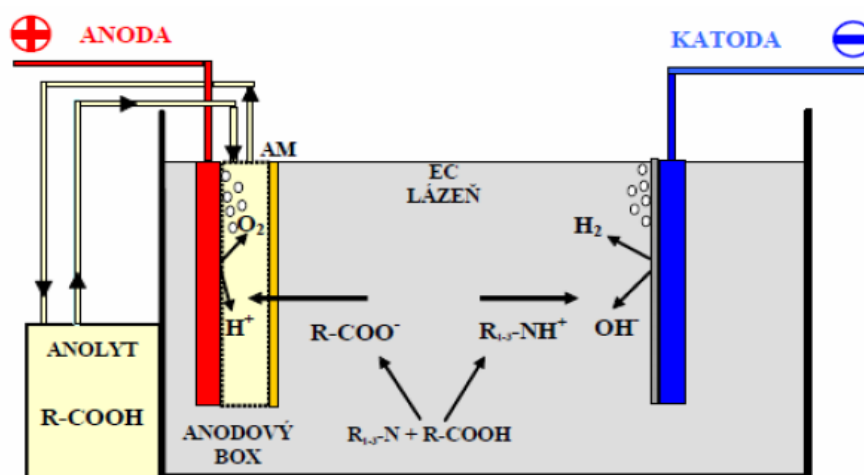
b-2) Kataforetické lakování (KTL - Kathodische Tauchlackierung)

Jedná se o speciálním případ metody mokrého lakování a to pomocí ponoru (dipu) v elektrickém poli stejnosměrného proudu (SS). KTL lakování je nejmodernější, nejsložitější a nejefektivnější metodu lakování výrobků využívanou zejména v Automotive a strojírenství. Tyto vodou ředitelné nátěry jsou na bázi epoxidů či akrylátů. Vzhledem k výsledné suché tloušťce nátěru (DFT) jsou jedny z nejodolnějších. Podmínkou je, aby byl lakovaný předmět vodivý a vešel se do lázně, a následně i do sušárny.

Lakovaný výrobek je zapojen v lázni jako katoda, a díky SS-proudu se na něm vylučují kationty barvy. Výhodou je ekologický provoz s velice nízkým obsahem organických rozpouštědel v lázni (do 2 %).

Barva má díky potenciálovému spádu velice dobrou zabíhací schopnost i do záhybů, dutin a dalších problematicky dostupných míst, kde se konvenční lakování nedostane. Výsledné DFT jsou od 20 – cca 40 μm . Po lakovacím procesu putují výrobky na závěsu do sušárny, kde lak polymerizuje a dostává finální vlastnosti a vzhled. Sítování začíná již kolem teplot 130 °C, kdy dochází k odblokování skupin tvrdidla (izokyanáty), ty následně reagují s alkoholovými a amino skupinami obsažených v pojivu a vytváří se tak kompaktní 3D struktura. Kvantitativně se barva vypaluje až při teplotě 175 °C. Výsledný vzhled povlaku je polomat/pololesk.

EP-KTL barvy mají velice dobrou korozní odolnost, a to i 1000 h v solném testu (NSS) při DFT okolo 25 μm . Nejodolnější formou KTL pro Automotive je typ PÚ, kdy se na válcovaný plech aplikuje nejprve galvanická vrstva slitiny Zn/Ni a následně KTL ve vyšší tloušťce. V některých případech se na KTL přidává ještě vrstva práškového PES laku, zde je ale nutnost dodatečné přípravy povrchu (po aplikaci KTL), jelikož má povrchovou energii pouze 32 mN/m.



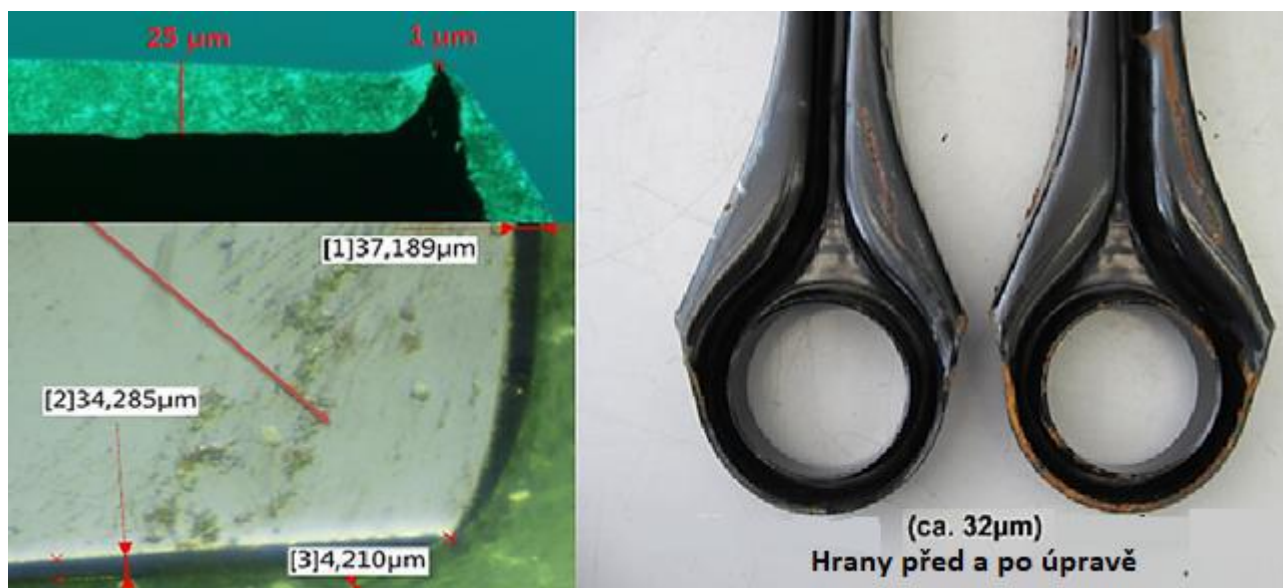
Obr. 14: Schéma zapojení a princip KTL lázně

KAZUISTIKY LAKOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

1) Nízká DFT NS vlivem ostrosti hran a zanedbáním přípravy

Práškové nátěry a konvenční mokré lakování má na hranách nižší adhezi než např. KTL. V případě, že je hrana neošetřená a je ostrá, popř. i s otřepy po řezání, je aplikovaná tloušťka zlomková. Např. u KTL lakování dle VW 13750 je požadován korozní test dle PV1210 po 15 cyklech (21 dnech), kdy povrch musí být beze změn (včetně hran a svárů). Splnit tento požadavek je v tomto případě, kdy má nátěr max. 30 μm , obtížné, obzvláště když je reálná DFT v oblasti hran 2-3 μm . K mírnému zlepšení dochází při používání nových KTL barev (např. Cathoguard 570/800), které mají lepší selektivní distribuci částic barvy v nanášené vrstvě. Pigment se koncentruje v dolní části substrátu (u hran). Na začátku vypalovacího procesu (130 $^{\circ}\text{C}$) je viskozita směsi nejnižší a barva má tendenci (u standardní KTL barvy) stékat z hran pryč. U nových KTL barev (CG 570/800) je tento jev z části potlačen, proto dochází k lepší ochraně na hranách výrobku.

Následující obrázek znázorňuje výslednou tloušťku DFT na rovných místech a na hranách. Tato zlomková DFT má poté za následek nevyhovující korozní výsledky, jež ukazuje obrázek napravo.



Obr. 14: SEM snímky z výbrusů + korozní odolnost KTL hran po 10c korozního testu dle ISO 11997-1B

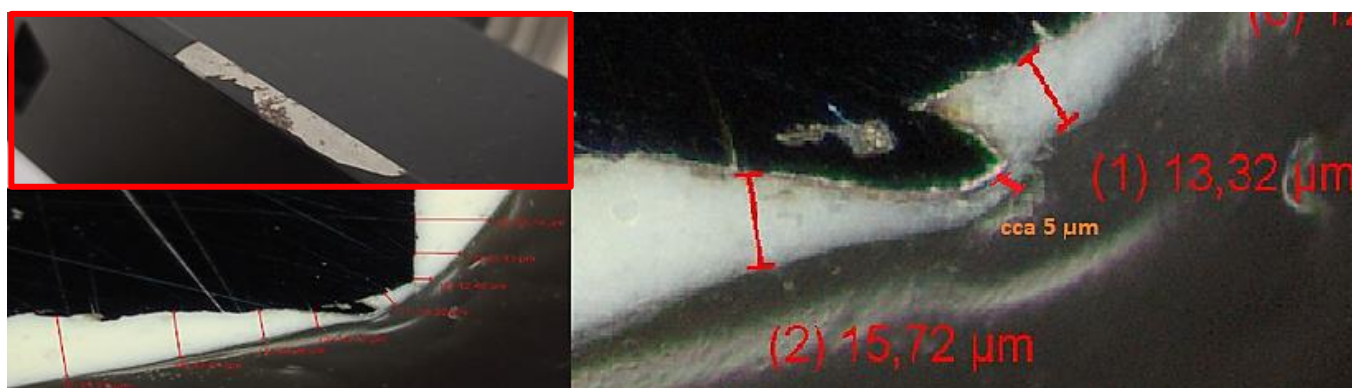
Dalším problémem lakování hran je použití duplexních systémů ve formě galvanického Zn+ KTL, s DFT pokovení cca 8-20 μm . Dochází tak k navýšení korozní odolnosti vlivem katodické ochrany. Problém je bohužel v nízké drsnosti povrchu po galvanické aplikaci, který má téměř nulový kotvící profil, takže

testovaný systém Zn+KTL např. dle TL227 ofl-x632 vykazuje vysokou tendenci k puchýřkování na hranách, zejména po solných či cyklických testech dle PV1210 aj.



Obr. 15: Ukázka duplexního systému galv. Zn + KTL (ofl-x632) po testu PV1210 (42 dnů)

U práškových nátěrů je problematika obdobná. Navíc vzhledem k nízké elasticitě na hranách nedochází tak často k tvorbě puchýřků, ale většinou k odlomení celého nátěru z hrany.



Obr. 16: Odlomení práškového nátěru na hraně, výbrus pod mikroskopem s defektní hranou

Dalším příkladem problematických míst mohou být spoje v oblasti hran. Zde byl použit dvouvrstvý mokrá nátěr EP základu a PUR emailu v celkové tloušťce cca 250 μm . Příruba z hliníkové slitiny AW 2030/6082, která se plavila cca 1 rok na trajektu v Indickém oceánu, dopadla následovně. Došlo nejen k povrchovým změnám, ale vlivem vysoké salinity v ovzduší a vlhkosti s povětrností také ke strukturálním degradacím samotné slitiny konstrukce.



Obr. 17: Stav EP+PUR lakované Al příruby po 1 roku v prostředí oceánu

Jako spojovací materiál byly použity šrouby z nerez oceli A2/A4. Hlavním problémem byla absence laku na šroubech. Vlivem tepelného mostu a prostoru u spojů se korozní prostředí dostalo pod PÚ, a jelikož byly spoje v blízkosti hran, došlo k masivní delaminaci nátěru. V laboratoři byly proto provedeny simulační zkoušky stejného systému, a porovnával se vliv zalakovaných a obnažených spojů. Byl zvolen 1000 h korozní solný test v kyselém prostředí dle ISO 9227 AASS. Již po 240 h byly rozdíly velice markantní, nátěr se u hran a spojů silně delaminoval, a tím byla potvrzena příčina.



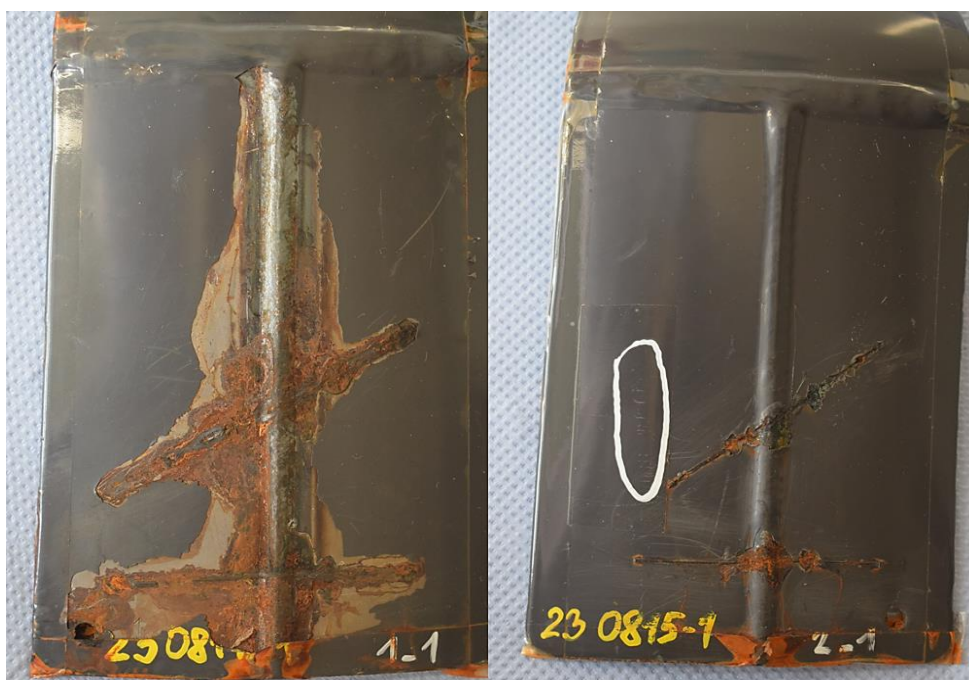
Obr. 18: Stav EP+PUR lakované Al příruby po 240 h AASS testu. Šrouby s lakem a bez laku

2) Nedostačující ošetření svarů

Svary jsou samy o sobě problematické. Složení svarového kovu a následné tepelné ovlivnění svařovaného místa s případnými defekty, které jsou popsány výše, ovlivňují kvalitu lakování a celkovou korozní odolnost těchto míst.

Další případ znázorněný níže na obrázku porovnává dvě předúpravy pod PES práškovým nátěrem. Tyto dílce jsou svařované tlakové nádoby na pohonné hmoty. Nevyhovující (NOK) výsledky se projevily u pasivace pomocí zirkoničitanu, Dobré (OK) výsledky poté u klasického Zn-fosfátu (ZnP). Nutno podotknout, že svary byly dobře připraveny, bez otřepů, ostrých hran a dalších defektů.

Požadované zkoušení bylo provedeno dle Volvo STD 423-0014 korozního cyklického testu po dobu 6 týdnů. V předpisu jsou požadovány také zkušební řezy (standardně dle ISO 17872, nožem typu Sikkens), které však vedou diagonálně přes svařové místo, což se ukázalo jako zásadní problém.



Obr. 19: PES práškový nátěr v oblasti svarů na Zr^{IV} a ZnP pasivaci, Volvo cyklický test po 6t

Standardním cyklickým testem v Automotive odvětví pro zkoušení nejrůznějších PÚ je VW test dle PV1210. Ten se volí na dobu 3–12 týdnů v závislosti na použité PÚ. Na dalším snímku je obraz defektního svaru z mikroskopu s volnými kuličkami a ostrými hranami. Napravo výsledek takového svaru po 3 týdnech cyklického korozního testu s NOK výsledkem.



Obr. 20: Mikroskop. výbrus defektního svaru, napravo lakovaný svar po 15c testu PV1210

Speciálním případem svarových míst jsou přeplátované spoje. Problematika je opět popsána výše. Zkoušení probíhá dle standardů Daimler-Benz DBL 7381 pro PÚ .22. Dle normy není žádná tzv. flange corrosion (Ri) po 10 cyklech (10 týdnech) korozního testu dle ČSN EN ISO 11997-1B přípustná. Vzhledem k problematice místa, kapilárním silám a malému prostoru, jsou tyto výsledky často nevyhovující (viz následující obrázek přeplátovaného C-spoje po cyklickém testu, a po jeho otevření). I když je použita PÚ se Zn galvanizací, tak je zde přítomna červená koroze (Ri) ve vysoké míře.



Obr. 21: Korozní testy přeplátovaného spoje, přítomnost Flange corrosion

ZÁVĚR

Problematika kritických míst z pohledu konstrukčního, lakovacího a zkušebního je dosti rozsáhlá a složitá. Je nutno dbát na důslednou kontrolu všech těchto oblastí, jelikož nám právě ty určují životnost celého výrobku či konstrukce. Následky jsou většinou fatální a finančně velice náročné, proto by se neměla podceňovat spolupráce s projektanty konstrukce a povrchových úprav, a provádět pravidelná simulační testování v korozních laboratořích, kde se tyto problémy odhalí již v ranném stádiu.

LITERATURA

- **ČSN EN ISO 8501-3 (2008):** Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 3: Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami
- **ČSN EN ISO 12944-3 (2018):** Nátěrové hmoty – Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 3: Navrhování
- **Vady práškového lakování Ideal Trade Service, spol s.r.o.** - <https://www.sqi.cz/expertizni-cinnost>
- **Vady kataforetického lakování – zdroj Petr Štěpánek CIE METAL s.r.o.**
- **VW 13750 (2018):** Surface Protection for Metal Parts
- **TL 227 (2022):** Single-Layer Paint Coating of Zinc-Coated Metal Surfaces
- **TL 260 (2018):** Paintwork of Metal Surfaces
- **DBL 7381 (2021):** Organic coating for metallic parts on the outer side and underside of the vehicle and in the engine compartment
- **VOLVO STD 423-0014 / 423-0001 (2009/2022):** Accelerated corrosion test, Painting Y600
- **Přednáška Dr. Dorničáka, Gamin s.r.o (2018):** ISO 12944/ISO 8501 se zaměřením na NH, Vady nátěrů v protikorozi ochraně