

ZKUŠENOSTI SE ZKOUŠENÍM TLOUŠTĚK POVLAKŮ KUŽELOVÝM VRTEM PODLE ISO 2808 METODA 6B

EXPERIENCE IN TESTING COATING THICKNESSES BY CONE DRILLING ACCORDING TO ISO 2808 METHOD 6B

Sigmund J.

Korozní inženýr, vejasi@seznam.cz

Souhrn - Summary

Zkoušení tloušťek povlaků kužellovým vrtem vychází z normy ISO 2808, Metoda 6B Klínový vryp. Přesný popis je uveden ve článku 5.4.5 Metoda 6B – Klínový vryp citované normy, která je v ČR platná jako ČSN EN ISO 2808.

V příspěvku uvádím vlastní praktické zkušenosti s použitím této metody zkoušení.

Testing of coating thicknesses by taper drilling is based on ISO 2808, Method 6B Taper indentation. The exact description is given in Section 5.4.5 Method 6B - Wedge indentation of the cited standard, which is valid in the Czech Republic as EN ISO 2808.

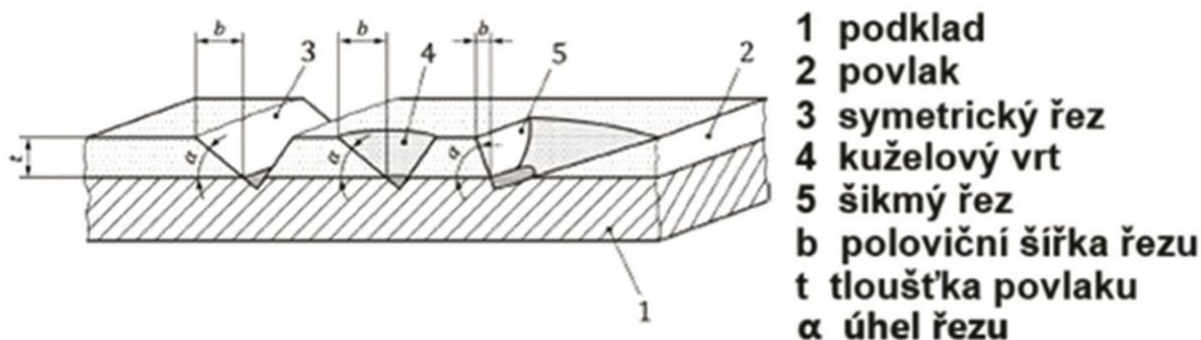
In this paper I present my own practical experience with the use of this test method.

Klíčová slova - Key words

Metoda klínového vrypu, řezný nástroj -fréza, měřicí mikroskop, povlak, podklad, řez nebo vrt, postup stanovení.

Wedge indentation method, cutting tool - milling cutter, measuring microscope, coating, substrate, cut or bore, determination procedure.

Při inspekcích na objektech silničních a dálničních komunikací se mi osvědčilo provádění polních zkoušek tloušťek Ochranných povlakových systémů (dále OPS) metodou 6B podle již citované normy ČSN EN ISO 2808. Metodika definuje v postupu stanovení provedení klínového vrypu do zkoušeného povlaku až k podkladu povlaku, a to třemi možnými způsoby jako řez symetrický, vrt kužellový nebo řez šikmý vhodnými řeznými nástroji. Současně definuje způsob vyhodnocení řezu měřicím mikroskopem včetně výpočtu tloušťky povlaku ze šířky řezu. Obrázek č. 1 jsem si vypůjčil z normy, ukazuje jednotlivé formy řezů.



Obrázek č. 1 Symetrický řez, kužellový vrt a šikmý řez podle ISO 2808 Metoda 6B



S ohledem na rozmanitost typů objektů inspekce včetně přístupů k nim, ale i na obvyklé tloušťky povlaků okolo 300 μm jsem zvolil použití zkoušky kuželovým vrtem. K vytvoření řezu používám čtyřbřitou kuželovou frézu úhel 45° s ručním vrátkem. Díky tomu šířka řezu odpovídá tloušťce povlaku a není potřeba provádět žádné přepočítávání na úhel řezu. Viz obrázek vlevo.

Jako měřicí mikroskop jsem zvolil přístroj DigiMicroscope LCD od firmy REFLECTA, viz následující obrázek vpravo.

Digitální LCD mikroskop reflecta disponuje displejem o velikosti 6,1 cm (2,4"), díky němuž lze details pozorovat v 3,5-ti a 35-ti násobném zvětšení. Fotky nebo filmy lze díky slotu na paměťové SD karty uložit na SD kartu nebo je pomocí USB kabelu prohlížet na PC nebo na televizním přijímači. Je nezávislý na PC, má velký displej pro mobilní použití.

Nevýhoda jako u všech zařízení s přímým pozorováním na displeji – při silném okolním osvětlení (např. na přímém slunečním osvětlení) není obraz na displeji zřetelný. A dále (což je přirozenou vlastností podobných optických soustav) omezená hloubka ostrosti, která na členitých površích nedovede vykreslit celý povrch plně ostrý.

Přístroj je jednoduchý a levný, ale používám ho již přes 10 roků k plné spokojenosti. Je vysoce mobilní a operativní, použitelný i v méně pohodlných pozicích, obrazy ukládám na SD kartu pro vyhodnocení na PC, nebo pro vložení do dokumentu. Stejný detail lze pozorovat a snímat jako makrosnímek při zvětšení 3,5x, a současně jako mikrosnímek při zvětšení 35x. Pro použití na stavbách a objektech je zvětšení 35x postačující, díky omezené hloubce ostrosti vyšší zvětšení nelze až na výjimky využít. Snímky lze v PC upravit, včetně vkopírování měřítka.

Při inspekcích na mostních objektech, u kterých je obvykle stanovena životnost konstrukce 100 nebo i více roků, jsou používány povlaky OPS s životností velmi vysokou (podle ISO 12944-5 VV na 25 a více roků) v tloušťkách obvykle kolem 300 μm . Samozřejmě, s ohledem na přípustné tolerance v tloušťkách podle této normy je nutné počítat reálně do 600 μm . V takovém případě je při kuželovém vrtu 45° zvětšení DigiMikroskopu LCD 35x optimální, jak ukazuje následující obrázek č. 2.

Tato zkouška dává ještě výhodu toho, že lze zřetelně rozeznat všechny vrstvy povlaku / povlakového systému jak ve tloušťce jednotlivých vrstev, tak ve kvalitě jejich hmoty. Jestliže jsou současně pořízeny mikrosnímky zkoušky, lze je lépe v počítači vyhodnotit, a současně archivovat.



Obr. č. 2. Nátěrový systém se životností VV podle TKP 19B.

Schválená specifikace:

- otryskání Sa 2½, Ra 40 až 60 μm
- 1x 2K EP Zn, NDFT 60 μm
- 1x 2K EP ZP, NDFT 100 μm červ.
- 1x 2K EP ZP, NDFT 100 μm šedý
- 1x 2K PUR EG, 60 μm

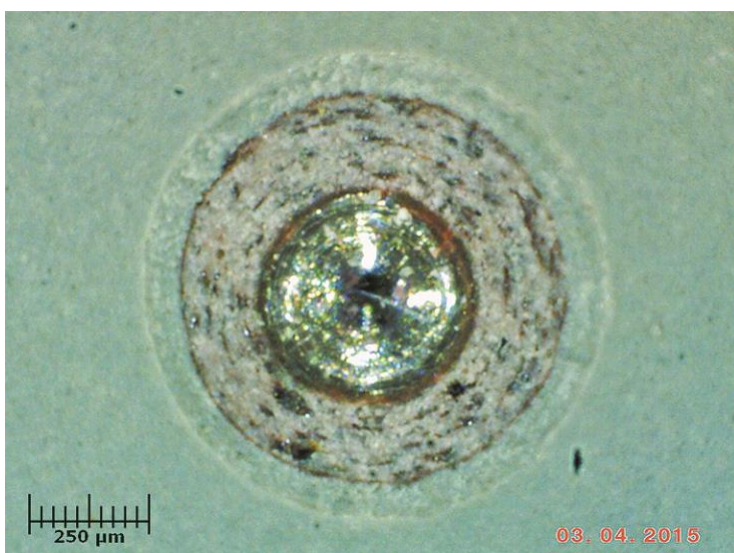
Poznámky:

- Ve středu snímku (čtyř-ramenný kříž) je řez do podkladu (ocel).
- Tloušťky vrstev odpovídají specifikaci.
- Na řezu do OPS je pigmentace často málo výrazná, jak je zřejmé u EP podkladových nátěrů.



- Ve vrchní zelené vrstvě je zřetelně vidět plnivo železitá slída.

Na obtížně přístupných nebo oblých plochách je často problém dodržet kolmost vrtu frézou do povlakového systému. V takovém případě má vrt tvar šikmého kuželu. Jednotlivé vrstvy povlakového systému se zobrazují jako široké elipsy, které lze rovněž spolehlivě vyhodnotit, viz obrázek č. 3.



Obr. č. 3, Povlakový systém se životností VV podle TKP 19B.

Schválená specifikace:

- otryskání Sa 2½, Ra 60 až 100 μm
- 1x nástřik Zinacor, NDFT 100μm
- 1x 2K EP HB, NDFT 30 μm čern.
- 1x 2K EP HB, NDFT 100 μm šedý
- 1x 2K PUR, 60 μm šedý

Poznámky:

- Náklon frézy doprava a nahoru.
- Rozlišení vrstev v řezu mezi podkladem a nástřikem kovu je méně zřetelné.
- Tenká tmavá vrstva je utěsnění povlaku Zinacor.
- V robustní podkladové vrstvě je zřetelně vidět plnivo železitá slída.

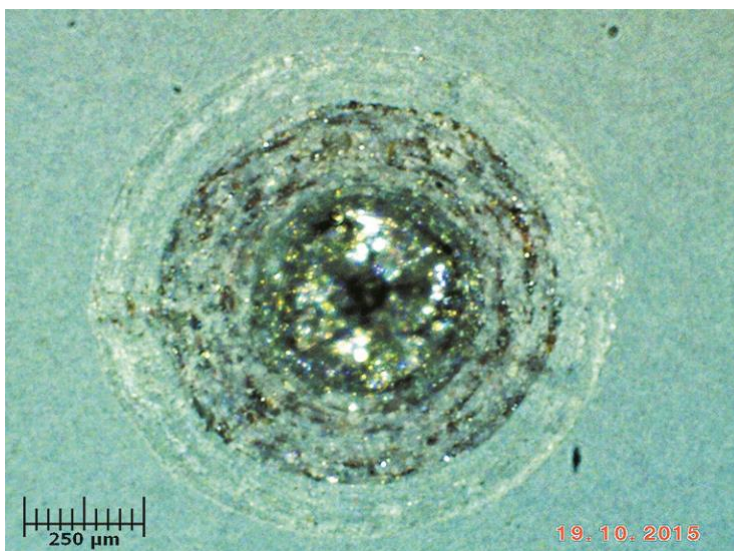
Plochy tryskané hrubým abrazivem mají vysoký kotvicí profil a první vrstva povlakového systému má v mikroměřítku velmi nerovnoměrné tloušťky. Takový povrch má často profil srovnatelný s předepsanou tloušťkou povlaku. To se při zhotovení kuželového řezu projeví v podkladu jako velmi nerovnoměrný střed. Ovlivňuje to obvykle pouze vytvoření rovnoměrného povlaku základního nátěru, u dalších vrstev se to již neprojevuje. S ohledem na přípustné tolerance v tloušťkách např. nátěrových vrstev toto není příliš významné a nepůsobí to potíže při vyhodnocování tloušťek vrstev. Dokonce to poskytuje jednoduché potvrzení, že podklad byl upraven otryskáním. Viz obrázek č. 4.

Obr. č. 4, Nátěrový systém podle ZTV-KOR Stahlbauten:

- otryskání Sa 2½, Ra 60 až 80 μm
- 1x 2K EP Zn, NDFT 70μm
- 1x 2K EP HS, NDFT 150 μm EG
- 1x 2K EP HS, NDFT 80 μm šedý

Poznámky:

- Rozlišení vrstev v řezu mezi



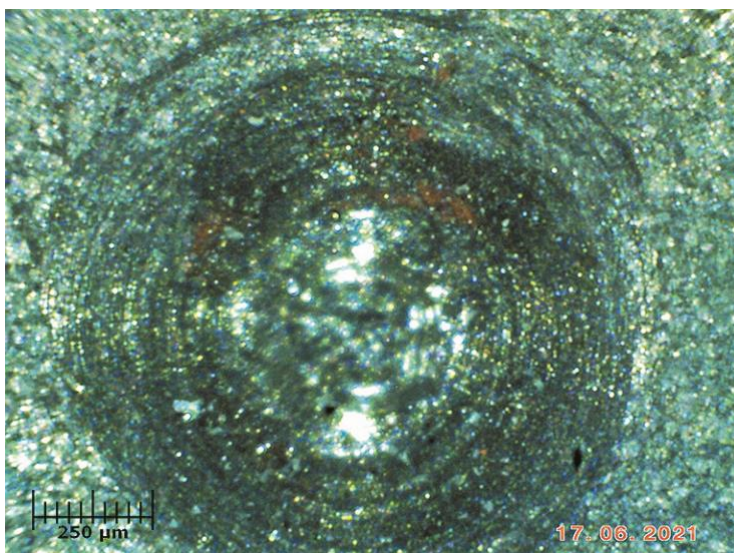
podkladem, základním nátěrem a podkladovým nátěrem je méně zřetelné.

- Fréza byla při řezu mírně nakloněna doleva a pronikla do drsného podkladu (oceli) tak, že odhalila „dolík“ i „vrchol“ – nerovnoměrný střed.

- V robustní podkladové vrstvě je zřetelně vidět plnivo železitá slída.

Zhotovení řezu kuželovým vrtem by mělo být prováděno opatrně. Při zkoušce použít pro pohodlnější práci minivrtáčku je nutné očekávat, že příliš vysokými otáčkami frézy dochází k intenzivnímu prohřátí vrstev nátěru až do stavu těstovitého. To celý řez přetvaruje a ztratí se jakékoli detaily, použitelné k vyhodnocení. Příklad viz obrázek č. 5.

Někdy se vyskytují situace, že při zhotovení řezu se zkoušený povlakový systém láme nebo jinak rozpadá. V takovém případě je vhodné souběžně provést zkoušku pevnosti a přilnavosti povlakového systému k podkladu křížovým řezem podle ČSN EN ISO 16276-2, a to v blízkosti provedeného kuželového vrtu. Zkoušku kuželovým vrtem pak snímat jako mikrosnímek při zvětšení 35x, a zkoušku křížovým řezem jako makrosnímek při zvětšení 3,5x. Příklad takové situace je na obrázcích č. 6 a č. 7.



Obr. č. 5, Zkoušený nátěrový systém pro OK ocelového mostu byl specifikován:

- otryskání Sa 2½, Ra 40 až 60 μm
- 1x 2K EP ZP HB, NDFT 150 μm
- 1x 2K EP AI HB, NDFT 150 μm

Byl zhotoven v plně dílenském prostředí. Základní nátěr červenohnědý odstín, vrchní nátěr hliníkový. Provoz od r. 1995.

Poznámky:

- Použité nátěrové hmoty lze stále označit za špičkové produkty.
- Kuželový řez byl proveden minivrtáčkou, pronikl až do ocelového podkladu, natavená hmota vrchního nátěru všechno překryla.

Obr. č. 6, Mikrosnímek kuželového vrtu do nátěrového systému, který se ukázal nedostatečně pevný. Jeho přesná specifikace nebyla dostupná, pravděpodobně šlo o dvouvrstvý akrylátový systém na podkladu z hliníkové slitiny.

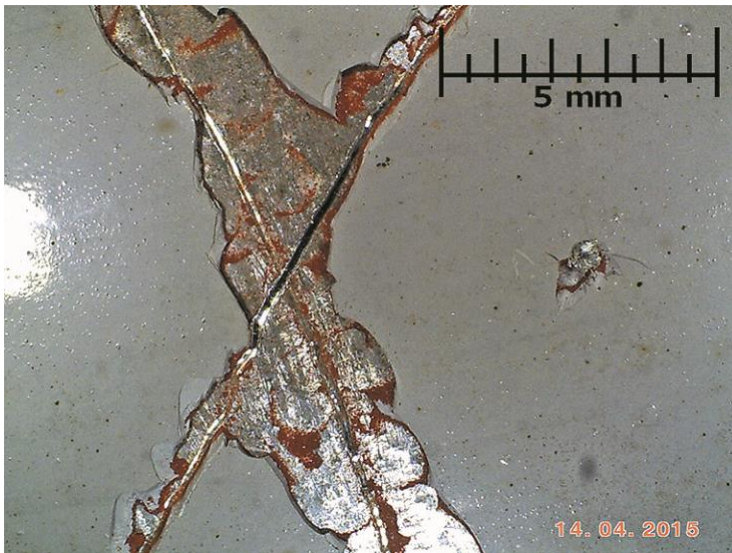
Poznámky:

- Při zhotovení kuželového vrtu se



vrstvy nátěrového systému štípaly.

- Fréza při pronikání do podkladu z hliníkové slitiny vytlačela hmotu kovu z podkladu.
- Červený základní nátěr vykazoval jednak nízkou adhezi k podkladu, jednak kohezní lom ve vrstvě.
- Šedý vrchní nátěr vykazoval dobrou přilnavost k základnímu nátěru, ale štípal se ve vrstvě.



Obr. č. 7, Makrosnímek křížového řezu do povlakového systému z obrázku č. 6 podle ČSN EN ISO 16276-2:

Zkouška adheze / koheze křížovým řezem podle ČSN EN ISO 16276-2.

Vyhodnocení:

- Stupeň 4 pro nátěrový systém.
- Kohezní lom v podkladovém nátěru (červenohnědý).

Poznámky:

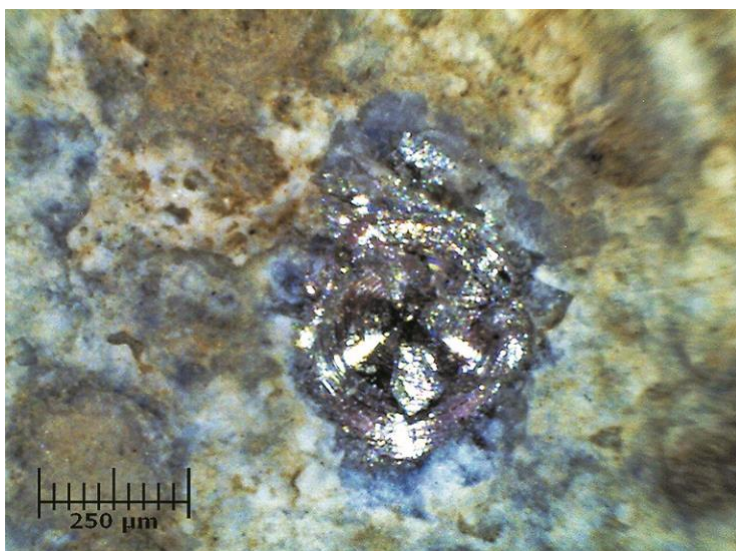
- Tento nátěrový systém je nepravidelně vystavován koroznímu prostředí Im1, přesto v nepoškozené ploše vykazuje dostatečnou protikorozi odolnost.
- Vpravo od křížového řezu je kuželový vrt z obrázku č. 6.

Zkoušku kuželovým vrtem lze použít nejen pro nátěrové hmoty, ale i pro jiné povlaky nebo vrstvy. Na obrázku č. 8 je zkouška uplatněná na povrch starého pozinkovaného svodidla při vysoce frekventované dálnici. Na obrázku č. 9 je ukázán řez do vrstvy produktů vývoje patinující oceli na ocelové konstrukci dálničního mostu.

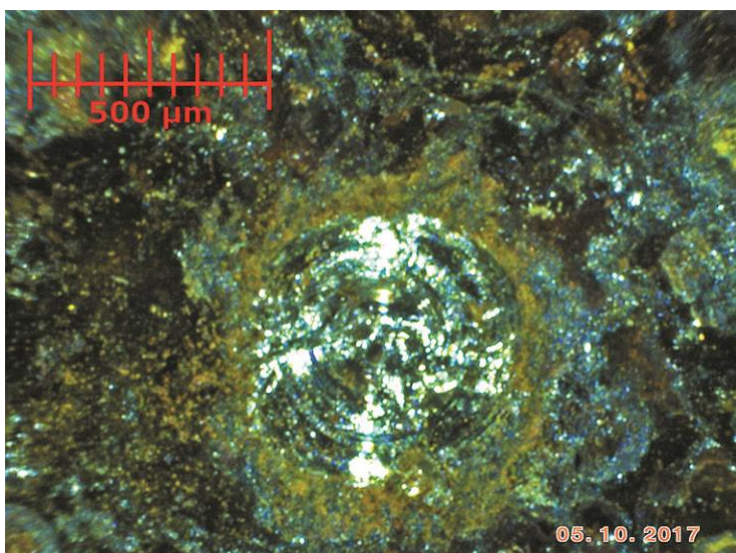
Obr. č. 8, Kuželový řez do povrchu starého pozinkovaného svodidla. Povrch je pokrytý nečistotami i zinkovou rží, nebyl nijak upraven.

Poznámky:

- Řez pronikl až do podkladu z oceli, světelná „zrcátka“ jsou intenzivní. Uprostřed řezu je štěpinka zinku.
- Řez v povlaku zinku je zřetelně rozmazaný, a světelná „zrcátka“ jsou méně intenzivní.
- Těsně na povrchu zinkové vrstvy je vrstva zinkové rzi, čistě bílá, místy vypadá jako vata, ale místy vykazuje ostré zlomy krystalických sloučenin.
- Povrch bílé rzi je pokrytý



nečistotami z vozovky, a nafoukanou spraší z okolních polí..



Obr. Č. 9 Kuželový řez do povrchu ocelové konstrukce dálničního mostu vyrobeného z patinující oceli. Doba vývoje patiny přes 10 roků.

Poznámky:

- Středová část řezu v oceli je jemně zaprášena šupinkami řezaných produktů vývoje patiny - rzi.
- Řez produkty vývoje patiny je velmi nepravidelný, zbarvený typicky rezavě. Svědčí o velmi nerovnoměrné tloušťce povlaku, navíc pórovitého.
- Vrchní část povlaku je tmavohnědá až černá, ale vyštípané plošky v něm jsou jiskrně šedé.

Metodiku zkoušení používám zejména pro kontrolu ochranných povlakových systémů (OPS) podle Technických kvalitativních podmínek TKP 19B a TKP 19C Ředitelství silnic a dálnic ČR. Používané OPS jsou testovány na životnost VV při korozní agresivitě prostředí C4 podle ISO 12944-6 a ISO 12944-9 (také NORSOK M 501). Uvedené příklady jsou výběrem a představují dobré informace k možnostem a podmínkám uplatnění metodiky zkoušky. Dlouholetá praxe potvrzuje:

- Zkouška je jednoduchá, při pořízení mikro a případně i makrosnímku dovoluje pohodlné vyhodnocení nejen celkové tloušťky povlaku OPS, ale i jeho jednotlivých vrstev, a současně i posouzení kvality jednotlivých vrstev. Dovoluje pohodlnou dokumentaci.
- Zkouška je sice destruktivní, ale plocha řezu nepřesahuje 1 mm², což je nepodstatné z hlediska toho, že testované OPS splňují podmínku koroze v okolí řezu po cyklické zkoušce ISO 12944-9 s hodnotou $M \leq 3,0$ mm. Pro objekty, jako jsou ocelové mosty je poškození OPS zanedbatelné.
- Použitá fréza by měla být kvalitní a nepoškozená, zejména její jemný hrot.