



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měření tloušťek povrchových vrstev

Nátěrové hmoty

1. Příprava povrchu:

a) Odmašťování

Provádí se teplou vodou pod vysokým tlakem s rozpouštědlem (saponát), po té následuje opláchnutí čistou vodou.

b) Abrazivní tryskání

Ve strojírenství se používají:

- nekovová abraziva - písek – používá se čím dál méně,
 - písek s vodou – menší prašnost,
 - uhelná struska – z třebovické elektrárny,
- kovová abraziva – broky,
 - sekaný ocelový drát,
 - ocelová nebo litinová drť.

V potravinářství se používají:

- jedlá soda,
- slupky z vlašských ořechů,
- vodní paprsek – nejnovější metoda, málo produktivní.

c) Kartáčování

d) Broušení

2. Způsoby aplikace nátěrových hmot

Závisí na:

- přístupnosti natíraných hmot,
- velikosti natírané plochy,
- typu nátěru,
- vybavení firmy,
- rozpočtu.

a) štětcem – nátěr lépe smáčí povrch, barva se lépe dostane do škvír,

b) válečkem – na vodorovné plochy,

c) stříkáním – nejsou stopy po tazích štětcem, u některých typů jsou ztráty rozstříkem.

- vzduchové – vzduch je přiváděn do pistole (2 hadice),
 - lepší vzhled povrchu,
 - větší rozstřík,
- bezvzduchové – vzduch už není v pistoli (1 hadice),
 - menší rozstřík, paprsek se neodráží od povrchu,
 - větší tloušťky nátěru,
- elektrostatické – všechna barva zůstává na součásti,
 - používají se práškové barvy,
 - prášek je elektricky nabitý, nanese se na podklad, vypálí se v peci,
 - povrch má pěkný vzhled, ale menší odolnost proti korozi,
 - povrch je neopravitelný
 - KOMAXIT,
- za tepla – barva lépe reaguje s podkladem,
 - rychlejší zasychání,
- plurální – do pistole se přivádí barva a tužidlo,
 - pro velmi rychle zasychající barvy,
- d) máčením – pro jednosložkové barvy,
- e) elektroforézou, kataforézou – máčení, barva má elektrický náboj – jde o řízené el. nanášení.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. Druhy nátěrových hmot

a) podle složení

- jednosložkové – alкиды – syntetické nebo olejové barvy,
 - akryláty – např. vodou ředitelné.
- dvousložkové – epoxidy
 - polyuretany

b) podle způsobu zasychání

- oxidační – vypařování rozpouštědla a vázání kyslíku do řetězce,
- fyzikální – vypařování rozpouštědla,
- chemické – u dvousložkových - chemickou reakcí.

4. Složky nátěrových hmot

a) pojivo – určuje vlastnosti nátěrové hmoty,

- alkidové, akrylátové, epoxidové, polyuretanové,

b) pigmenty – antikorozi pro základní barvy

- dekorační pro vrchní barvy,
- nejdražší složka,

c) rozpouštědlo – zvyšuje tekutost, (ředidlo je směs rozpouštědel),

- čím je ho méně, tím je barva kvalitnější a méně zatěžuje životní prostředí při odpařování,

d) plnivo – zlevňuje hmotu,

e) speciální přísady – proti pění

- proti plísni,
- na zlepšení přilnavosti atd.

5. Vrstvy nátěru podle funkce

a) základní nátěr – obsahuje pigmenty; protikorozi (odpudí vlhkost), katodické (zinkový prach – sám zkoroduje a pak chrání bariérově)

b) mezivrstva – zlepšuje adhezi další vrstvy,

- tvoří bariérovou ochranu, obsahuje bariérové pigmenty (hliníkové vločky, železitou slídu) proti vlhkosti a UV záření,
- má největší tloušťku ($80\div 200\mu\text{m}$),

c) vrchní nátěr – zajišťuje odolnost proti povětrnostním a chemickým vlivům,

- dodává barvu a lesk.

6. Vady nátěrových hmot

- praskliny – křehké barvy (u nádrží),
- praskliny – při překročení tloušťky,
- loupání – při překročení přetíracího intervalu mezi vrstvami,
- pomerančová kůra – při špatně naředěné barvě nebo nízké teplotě,
- bubliny – při velké vlhkosti, rychlém válečkování. (Nejnáchylnější je PUR).

7. Podmínky pro správné nanášení nátěrových hmot

Pro správnou funkci nátěrové hmoty je nutné při nanášení respektovat pokyny výrobce nátěrových hmot a sledovat a dodržovat správné podmínky, jako jsou:

- teplota vzduchu,
- teplota podkladu,
- rosný bod,
- vlhkost vzduchu.

Měření tloušťek povrchových vrstev

Měření tloušťky jednotlivých vrstev je velmi důležité z hlediska trvanlivosti a pevnosti upravených povrchů. A to nejen samotné měření vrstev, ale i pozorování jejich struktury, které odhalí jejich přilnavost a tím i vhodnost či nevhodnost dohromady použitých materiálů. Ať už se jedná o galvanické pokovení či lakování.

Metody měření tloušťky vrstev dělíme na nedestruktivní a destruktivní. U metod nedestruktivních nedochází k poškození pozorovaného materiálu, zatímco u metod destruktivních je materiál poškozen nebo úplně zničen.

Nedestruktivní metody měření tloušťky vrstev zahrnují např. měření magnetickou indukcí nebo ultrazvukem. Těmito metodami sice změříme tloušťku vrstvy, nanesené na původní materiál, nevýhodou však je, že nezjistíme informace o porézности laku či prasklinkách, a navíc pokud jsme pro povrchovou úpravu původního materiálu použili více vrstev laku či pokovení, nemáme jistotu, kolika vrstev se ve skutečnosti měření týkalo, takže naměřené údaje v takovém případě nejsou průkazné.

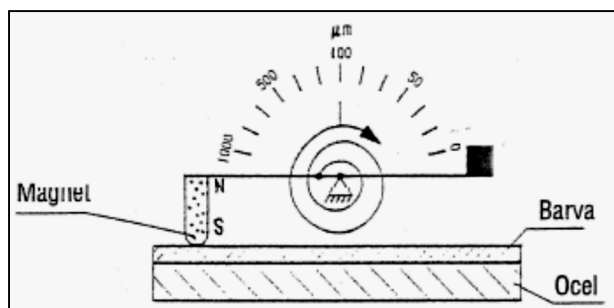
a) Magnetická odtrhová metoda

Princip této metody spočívá ve stanovení síly nezbytné k odtržení permanentního magnetu od feromagnetického povrchu.

Je vhodná hlavně k měření lakových a galvanických vrstev na ocelovém základě.

Vazební síla je závislá na délce přilnutí magnetu k ocelovému podkladu. Tato závislost je dána tloušťkou měřené nemagnetické vrstvy. Síla, která je nutná k odtržení magnetu od ocelové podložky je přímo úměrná tloušťce vrstvy.

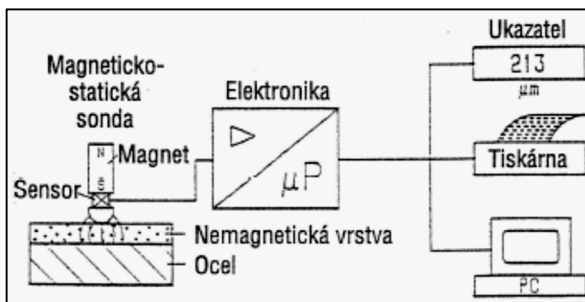
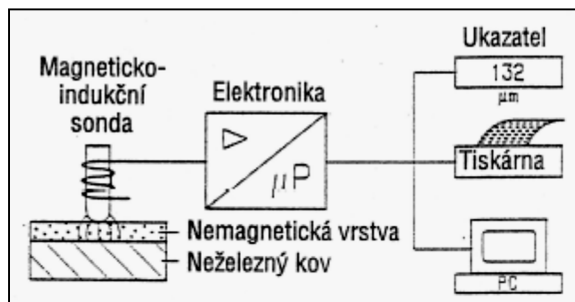
Je to nejjednodušší a nejpoužívanější způsob měření tloušťky nemagnetických (kovových i nekovových) povlaků nanesených na magnetický podklad.



b) Magneticko-indukční metoda a magneticko-statická metoda

Obě metody jsou vhodné pro měření všech tloušťek nemagnetických vrstev na oceli (barva, plast, zinek).

Princip metody spočívá v určení změny rozložení magnetického pole po přiložení snímače na měřený povrch nebo indikaci magnetického tahu buzeného permanentním magnetem.



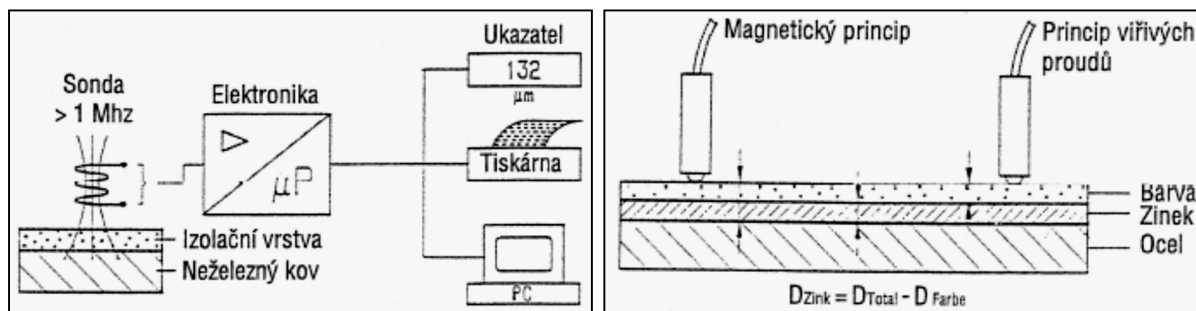
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

c) Metoda vířivých proudů

Princip metody spočívá ve vyhodnocení zpětného působení vířivých proudů vznikajících v elektricky vodivém materiálu při přiblížení cívky snímače napájené z vysokofrekvenčního zdroje.

Metoda dovoluje měřit obecně kombinace povlak/podklad typu:

- izolant /elektricky vodivý podklad (barva, plast, smalt na hliníku, zinku mosazi),
- elektricky vodivý povlak/elektricky vodivý podklad (titan nebo chrom na mědi, hliníku nebo mosazi).



d) Elektromagnetická metoda

Podstata měření tloušťky spočívá ve zjišťování změny magnetického toku, který se uzavírá v obvodu snímače (metoda magnetické indukce). Střídavé elektromagnetické pole snímače je buzeno z pomocného zdroje elektrické energie. Oblast využití metody je zcela shodná s magnetickou metodou při měření tloušťky nemagnetických povlaků na oceli. Metoda však umožňuje měřit s přesností dosahující $\pm 3\%$, je proto určena především pro laboratorní a náročnější měření. V současnosti se používá pouze metoda magnetické indukce.

eXacto Elektronický přístroj s digitální indikací naměřených hodnot



- Typ F:** magneticko – indukční metoda pro měření laků, barev, zinku, chromu apod. na oceli (na magnetickém podkladu).
- Typ N:** metoda vířivých proudů pro měření všech izolačních vrstev jako jsou barvy, laky, eloxy apod. na neželezných kovech (nemagnetické podklady).
- Typ FN:** kombinace obou předešlých typů F a N v jednom přístroji. Měří izolační vrstvy jak na magnetických, tak na nemagnetických kovech

Destruktivní metody stále zůstávají nejpřesnějším způsobem, jak změřit tloušťku nanesené vrstvy. Při použití této metody je nezbytné zkoumaný materiál příčně rozříznout a následně zalít do vhodného média, např. Dentacrylu. Tak si zajistíme kvalitní vzorek, který lze pozorovat pod mikroskopem. Díky tomu máme možnost přesně změřit jednotlivě nanesené vrstvy a sledovat rovněž poréznost, přítomnost trhlin, prasklin, bublin a dalších nežádoucích objektů. V dnešní době se převážně používají vícevrstvé laky s podkladovou vrstvou a přesné určení tloušťky jednotlivých vrstev je možné jedině destruktivní metodou. Tato metoda se také jako jediná užívá při znaleckých posudcích.

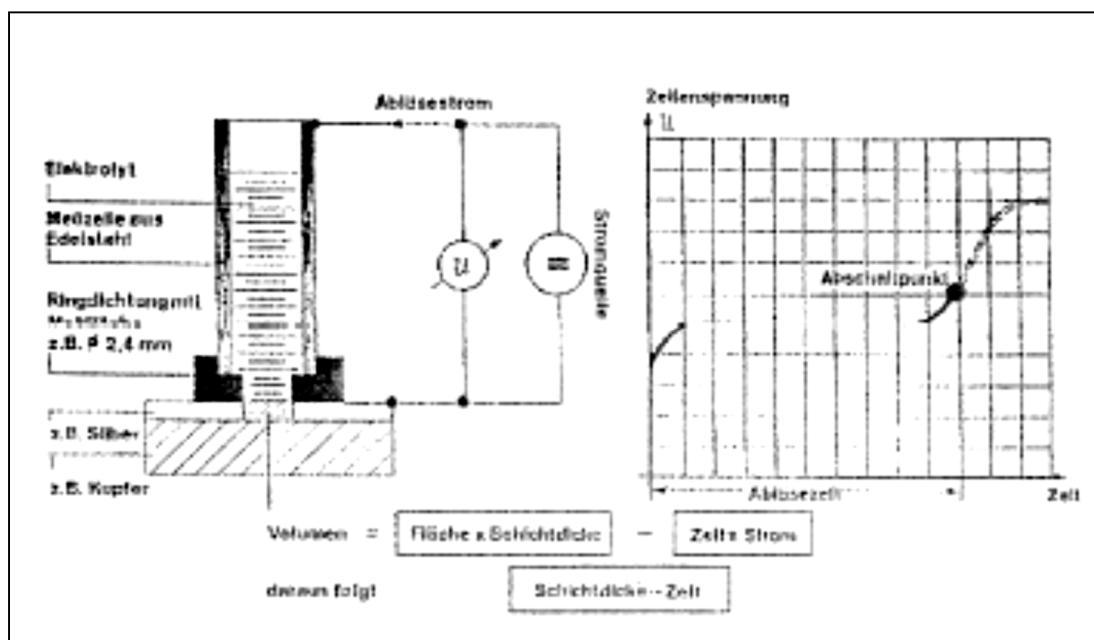
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

a) Coulometrická metoda

Princip coulometrické metody spočívá v anodickém rozpouštění povlaku. Tloušťka povlaku je odvozena z Faradayova zákona v závislosti na prošlém náboji popř. době anodického rozpouštění povlaku.

Coulometrická metoda je určena pro měření tloušťky galvanicky vyloučených povlaků. Lze ji použít pro většinu kombinací kovového povlaku naneseného na kovovém podkladu, nebo na izolantu v rozsahu od 0,2 μm do 50 μm . Předností metody a její výlučnou vlastností je možnost stanovení tloušťky jednotlivých vrstev vícevrstvých povlaků (např. kombinace Cr/Ni/Cu na ocelovém podkladu, vícevrstvé Ni povlaky). Mimo elektrochemicky vyloučené povlaky umožňuje metoda měření tloušťky povlaků vytvořených jinými technologiemi. Je vhodná pro povlaky nanesené chemicky, bezproudově (např. Ni) i pro tenké povlaky získané ponorem do roztaveného kovu. Umožňuje sledování tloušťky difúzní mezivrstvy přechodu fáze povlak - podklad.

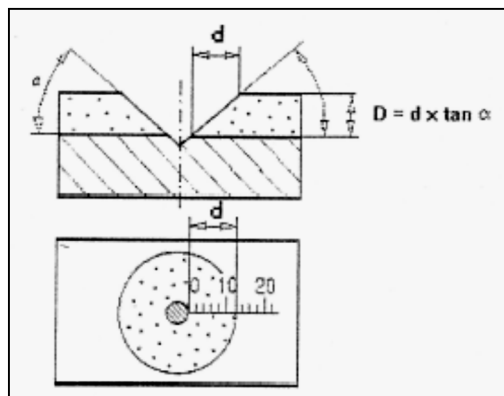
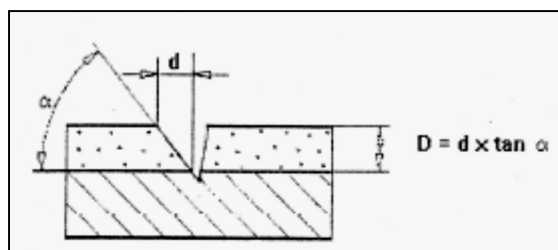
Měřicí sonda je naplněna elektrolytem a nasazena na měřený předmět. Kruhová ucpávka mezi sondou a předmětem zabraňuje úniku elektrolytu a zároveň definuje velikost odlučované plochy. Po zapnutí teče konstantní proud elektrolytem. Čas potřebný k úplnému odloučení je mírou pro tloušťku vrstvy.



b) Metoda klínového řezu

Tato metoda se dá použít k měření nátěru barvy nejen na kovech, ale také na plastech nebo dřevě.

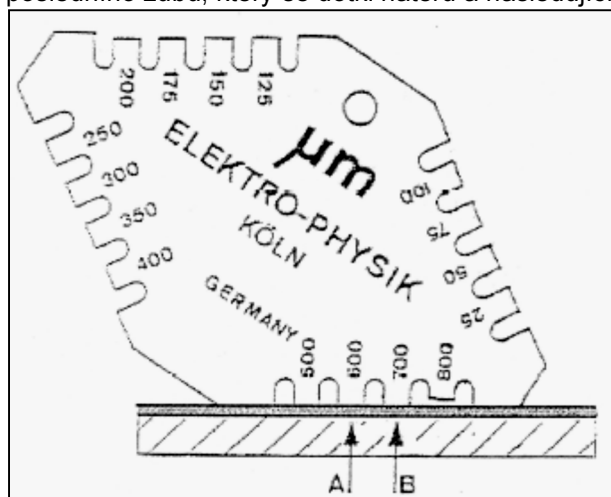
Vzorek je řezán pod stanoveným úhlem. Mikroskopem se změří šířka řezu a tloušťka vrstvy se vypočítá pomocí jednoduchých goniometrických funkcí.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

c) Měření mokrých nátěrů

K orientačnímu měření tloušťky mokrých nátěrů se používají měrky na mokré nátěry, které se vyrábějí v několika měřicích rozsazích. Měrka se ponoří do mokrého nátěru a tloušťka se stanoví podle posledního zubu, který se dotkl nátěru a následujícího, který se nátěru nedotkl.



d) Gravimetrická metoda (metoda vážení)

Měřený povlak se rozpustí ve zkušebním roztoku a tloušťka povlaku se vypočte z hmotnostního úbytku vzorku (při rozpuštění povlaku) a z povrchu vzorku. Tato metoda je použitelná pro stanovení průměrné tloušťky zinkových, kadmiových, měděných, mosazných a niklových povlaků na oceli - obvykle drobných předmětů a součástí. Ke stanovení je nutno vypočítat povrch předmětu v cm². Hodnocený vzorek se zváží na analytických vahách, poté se vyloučený povlak rozpustí ve zkušebním roztoku a znovu zváží.

Měření tvrdosti povrchové vrstvy

Tvrdost povrchových vrstev je ovlivněna druhem vrstvy, kvalitou podkladu, technologickými podmínkami, tloušťkou, tepelným zpracováním a stářím. Zjišťuje se:

a) Tvrdoměry nebo mikrotvrdoměry.

Tvrdoměry se používají pro měření tvrdosti u kovových povrchových vrstev s větší tloušťkou vrstvy (tzv. silných vrstev). Pro měření tenkých vrstev se používají mikrotvrdoměry, jelikož při použití tvrdoměrů by mohlo dojít k protlačení hrotu tvrdoměru až na základní materiál a došlo by ke zkreslení měření.

b) Tužkami

Používá se hlavně pro měření tvrdosti nátěrových systémů. Tvrdost se stanoví pomocí 13 tužek Hardtmuth Koh-i-nor 1500. Při vlastní zkoušce se položí nátěr zhotovený na skleněné nebo kovové desce na miskou vah, vyváží se a pak se hrotem tužky přejíždí po nátěru vlnovitě pod úhlem 30° a tlakem 300g. Začíná se tužkami měkčími, které po nátěru jen píší a postupně se zkoušejí tužky tvrdší; když se získá nepřetržitý vryp, který nelze setřít prstem, je zkouška ukončena. Tato metoda není vhodná pro měření povrchové tvrdosti nátěrů matných nebo hrubých.

c) dle Clemena

Princip této zkoušky spočívá v tom, že se rydlo Clemenova přístroje zatěžuje různým závažím až do 5000 g a zjišťuje se, při jakém zatížení se nátěr prorýpne až na podklad. Rychlost posunu rydla je asi 10 cm.s⁻².



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měření přilnavosti povrchové vrstvy

Přilnavost povrchových vrstev je závislá nejen na typu povrchové úpravy, ale i na podkladovém materiálu, na aplikaci a podmínkách tvorby povrchové vrstvy, na drsnosti základního materiálu a čistotě povrchu.

a) Zkouška ohybem

Povrchově upravený plech (plochý vzorek) neohne o 180° . Přilnavost vrstvy je vyhovující, jestliže se povrchová vrstva neodloupne od základního materiálu ani na vnějším, ani na vnitřním ohybu.

b) Zkouška mřížkovým řezem

V praxi nejpoužívanější metoda pro stanovení přilnavosti. Mřížková zkouška ISO 2409 (ČSN 67 3050). Principem zkoušky je provedení 6 rovnoběžných řezů a 6 dalších, které jsou na ně kolmé. Řezy musí být provedeny až na podkladový kov. Rozestupy mezi jednotlivými řezy se řídí tloušťkou povlaku:

0 – 60 μm 1 mm rozestup

61 – 120 μm 2 mm rozestup

121 – 250 μm 3 mm rozestup

Pro řez se používá v provozních podmínkách skalpel nebo obdobný ostrý nástroj.

Při řezání se pozoruje vzhled mřížky a přilnavost se hodnotí pěti stupni:

Stupeň 1 - čtverečky mřížky lpí pevně na podkladu, stopy po řezu jsou ostré a hladké.

Stupeň 2 - čtverečky mřížky lpí pevně na podkladu, stopy po řezu jsou neostře a roztřepené.

Stupeň 3 - čtverečky mřížky se ojediněle odlupují od podkladu.

Stupeň 4 - asi polovina čtverečků mřížky je odloupena od podkladu, v čarách řezu mimo mřížku však lpí pevně na podkladu.

Stupeň 5 - skoro všechny nebo všechny čtverečky mřížky jsou odloupeny od podkladu, nátěr se zvedá a odlupuje v pruzích již při prvním rovnoběžném řezu.

c) Zkouška křížovým řezem ASTM D 3359-93

Principem zkoušky je provedení křížového řezu v úhlu $30 \div 45^\circ$. Řez se provede rovnoměrným tahem ostrým nástrojem (skalpel). Je možno hodnotit i tloušťky nátěru vyšší než 250 μm . Hodnotí se odlupování nátěru podél řezů nebo v místě jejich protnutí. Stupnice hodnocení přilnavosti je 0A ÷ 5A:

5A - nátěr se neodlupuje.

4A - stopy po odlupování (otřepy) podél řezů nebo v místě jejich protnutí.

3A - otřepy ("zoubky") podél řezů do 1,6 mm na každé straně.

2A - otřepy ("zoubky") podél řezů do 3,2 mm na každé straně.

1A - odloupení nátěru z většiny plochy vymezené X řezem.

0A - odloupení nátěru i z plochy mimo X řez.

U nátěrů zhotovených v terénních podmínkách se v praxi připouští hodnota přilnavosti 3A.

d) Zkouška odtrhem

Metoda využívá měření síly nutné k odtržení kruhového tělíska o definované ploše, které je přilepeno na vrstvy nátěrového systému.

Předností je stanovení konkrétního údaje o velikosti odtrhové síly. Problémy někdy činní interakce lepidla s nanesenými nátěry, kterou ovlivňuje druh pojiva zkoušené nátěrové hmoty. Hodnota přilnavosti nátěrové hmoty k podkladu musí být předem smluvně stanovena.

e) Zkouška odolnosti nátěrového systému v Erichsenově přístroji

Při zkoušce hloubení v Erichsenově přístroji podle ČSN 67 3081 se ocelová kulička o průměru 20 mm plynule vtlačuje do podkladového plechu s nátěrem, který je na vnější straně hloubení. Vznikající deformace se pozoruje v zrcátku. U automatických přístrojů je kulička do zkušebního nátěru vtlačována automaticky a deformace se pozoruje přímo. Při zjištěném porušení nátěrového filmu se na stupnici odečte hloubka vtlačené kuličky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Korozní zkoušky

Korozní zkoušky slouží k vyhodnocení korozní odolnosti a životnosti materiálů a povrchových úprav jsou dány normou ČSNEN ISO 10289. Korozní zkoušky lze rozdělit na:

- Reálné korozní zkoušky (nevýhodou je poměrně dlouhá doba zkoušení mnohdy až několik let).
- Urychlené korozní zkoušky (jde o zkoušky v umělých atmosférách).

Urychlené korozní zkoušky:

- a) Kondenzační korozní zkouška - vzorky jsou vystaveny působení vlivu tepla a vlhkosti,
 - b) Korozní zkouška solnou mlhou - vzorky jsou vystaveny působení atmosféře s obsahem chloridů,
 - c) Korozní zkouška SO₂ - vzorky jsou vystaveny působení atmosféře s obsahem SO₂,
- Korozní zkoušky nám dávají představu o chování materiálů a povrchových vrstev v daných prostředích.

Použitá literatura a zdroje obrázků:

www.povrchovauprava.cz/.../mereni-tloustky-vrstev-povrchove-upravenych-materialu

http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/TE1/vady_pu_podkl.pdf

<http://www.unimetry.cz/cz/katalog/>

MOTALOVÁ, Alena. *Metrologie v praxi*. Ostrava: Unimetry spol. s r. o., 1996.