

Elektromagnetické měření tloušťky galvanických povlaků

Když hovoříme o ochranných povlácích kovových výrobků, často si ani neuvědomujeme, nakolik se odlišují jeden od druhého svými vlastnostmi a účelem. Ochranné galvanické povlaky na výrobcích - to jsou mikronové zinkové povlaky na spojovacím materiálu, pozinkované plechy a roury, zlaté povlaky na klenotnických výrobcích, chromované díly mechanismů, niklované (potrubní) fitinky.

K ochraně dílů pracujících v podmínkách velmi vysokých teplot se používají stříkané kovové povlaky o tloušťce do několika mm. Povlaky a podklady mají při různých kombinacích rozličné elektrofyzikální vlastnosti.

Úlohou měření tloušťky galvanických povlaků je možné rozdělit podle následujících kombinací povlak/podklad:

- vodivé neferomagnetické (zinkové, chromové, kadmiové, měďné aj.) povlaky na výrobcích z cenných kovů;
- vodivé neferomagnetické (zinkové, chromové, kadmiové, měďné aj.) povlaky na výrobcích z barevných kovů;
- vodivé feromagnetické (např. elektrolytický nikl) povlaky na výrobcích z cenných kovů;
- vodivé feromagnetické (např. elektrolytický nikl) povlaky na výrobcích z barevných kovů;

V současné době se pro měření tloušťky ochranných povlaků na kovových podkladech používají tři elektromagnetické metody: fázová vířivoproudá, indukční a parametrická vířivoproudá.

Fázová vířivoproudá metoda je optimální pro měření tloušťky:

- vodivých feromagnetických povlaků na feromagnetických výrobcích (z cenných kovů) (například elektrolytický Ni na feromagnetických výrobcích);
- vodivých neferomagnetických povlaků (měď, zinek, chrom, kadmium, cín aj.) na feromagnetických výrobcích;
- vodivých neferomagnetických povlaků na vodivých neferomagnetických podkladech (poměr vodivosti povlaku a podkladu pod $(\text{pov}/\text{pod} > 1,5 \text{ nebo } \text{pov}/\text{pod} < 0,65)$);
- galvanických povlaků pod vrstvou dielektrických (například nátěrů) a také vícevrstvých povlaků.

Při použití fázové vířivoproudé metody se fakticky měří objemná hmota povlaku s vodivostí povlaku v zóně kontroly. Tloušťka povlaku, jeho vodivost a pórovitost (ochranné vlastnosti) jsou podmíněny stavem elektrolytu v lázni a dodržáním technologického procesu nanášení. Údaje tloušťkoměrů, využívajících fázovou vířivoproudou metodu, charakterizují ochranné vlastnosti povlaků a mohou se lišit od výsledků mechanických měření.

Přednosti vířivoproudé metody:

- velmi malý vliv drsnosti výrobku na výsledky měření;
- možnost použití sond s ekvivalentním průměrem zóny kontroly $\sim 1,5$ mm (pracovní frekvence $f(t) = 1,2 \dots 3$ MHz), což umožňuje provádět měření tloušťky povlaků (například zinkových) na dílech malých rozměrů (šrouby, matice atd.) bez speciálních pomůcek;
- zajištění odladění vlivu mezery (např. u dielektrických povlaků);
- možnost provádění měření na výrobcích s proměnnou a vysokou intenzitou magnetizace;
- možnost měření i na vodivých neferomagnetických povlácích na vodivých neferomagnetických podkladech.

Nedostatky fázové vířivoproudé metody:

- závislost výsledků měření na vodivosti povlaku, což je podmínkou nezbytností snímání a uložení do paměti přístroje nebo sondy ve fázi výroby několika kalibračních charakteristik.

Indukční metoda se používá pro měření:

- neferomagnetických vodivých povlaků na feromagnetických výrobcích s úplným odladěním vlivu vodivosti podkladu a povlaku;
- feromagnetických povlaků na neferomagnetických výrobcích (např. elektrolytického niklu na slitinách hliníku a manganu);
- bimetalických povlaků (např. plátovaných povlaků z nerez oceli na černých kovech);

Přednosti indukční metody:

- nezávislost údajů na vodivosti povlaku a podkladu;
- vysoká přesnost měření povlaků na výrobcích s R_a max. do 5 μm ;

Nedostatky indukční metody:

- velký vliv drsnosti podkladu na výsledky měření (možnost snížení přesnosti provádění měření s přesným rováním v oblasti kontroly);
- obtížnost provádění měření na dílech malých rozměrů (šrouby, matice, nýty atd.) bez speciálního poskytnutí a stojanu.

Parametrická vířivoproudá metoda může být aplikována pro měření:

- anodických oxidových povlaků na neferomagnetických vodivých kovech (např. íklad hliníkových a titanových slitinách);
- vodivé neferomagnetické povlaky na vodivých neferomagnetických kovech přes poměr $0,65 < \rho_{\text{pov}} / \rho_{\text{pod}} < 1,5$ (např. íklad cín na manganu nebo mosazi, chrom na mosazi atd.);

Z toho vyplývá, že je účelné použití indukční, fázové a parametrické vířivoproudé metody v jednom přístroji. Indukční metoda je optimální pro měření tloušťky dielektrických a vodivých neferomagnetických povlaků na výrobcích s dobře připraveným povrchem a rozměry přesahujícími průměr zóny kontroly sondy. Fázová vířivoproudá metoda je preferována pro měření dílů malých rozměrů (různé spojovací materiály apod.) a přes kontrolu feromagnetických povlaků, přes provádění měření na výrobcích s velkou drsností a také na zmagnetizovaných výrobcích, pod dielektrickými povlaky. Parametrická vířivoproudá metoda doplňuje ostatní dvě metody z hlediska úplnosti řešení úloh měření tloušťky galvanických povlaků.

Jako příklad optimálního výběru metody měření a přístroje rozebereme úlohu měření tloušťky zinkových povlaků.

Existují následující směry měření tloušťky zinku v závislosti na technologii nanášení, přípravě povrchu, rozměrech a tvaru výrobků.

Žárové a galvanické zinkování

Při žárovém a galvanickém zinkování výrobků správné formy a s dobře připraveným povrchem je optimální použití magneticko-indukčních sond F v případě feromagnetického podkladu a parametrických vířivoproudých sond NF pro neferomagnetické podklady. Rozsah měření od 1 do 300 μm .

Zinkování dílů malých rozměrů (s malým poloměrem zakřivení povrchu), výrobků složitých profilů a výrobků s velkou drsností.

Pro řešení této úlohy se ideálně hodí fázová vířivoproudá sonda PH3. Rozsah měření od 1 do 120 μm na výrobcích s minimálním poloměrem přibližně 1 mm a drsností R_a max do 40 μm .

Mění tloušťky zinkových povlaků pod dielektrickými vrstvami

Mění tloušťky zinkových povlaků pod dielektrickými vrstvami (například nát rovými povlaky) zajišťuje fázová vířivoproudá sonda PH.

Výběr tloušťkoměru a jeho aplikacími možnostmi by měl být určenován požadavky spolehlivosti kontroly, nutnosti dokumentování výsledků, existencí certifikátů, ergonomickými vlastnostmi, kvalifikovaností obsluhujícího personálu a podmínkami použití.

Pro výběr sond jsou zásadní jejich technické parametry – kontrolované povlaky, odchylka a rozsah měření, velikost zóny kontroly, rozměry, životnost, způsob provedení podle předpokládající podmínky použití, možnost použití podle služebnosti a poměrek.

Velký sortiment přístrojů, používajících indukční a parametrickou vířivoproudou metodu, nabízí vedoucí světoví výrobci tloušťkoměrů ochranných povlaků – Elcometer, ElektroPhysik, Quanix, Phynix, List-Magnetik, Karl Deutsch. Ovšem v jejich výrobním programu chybí přístroje, využívající fázovou vířivoproudou metodu měření pro galvanické výroby.

Přístroj využívající fázovou vířivoproudou metodu vyrábí firma Helmut Fischer. Jedná se o monofunkční přístroj PHASCOPE PMP10 pro měření tloušťky zinkových a niklových elektrolytických povlaků na výrobcích zerných kovů.

Naše firma **NDT1 KRAFT** vyrábí přístroje komplexní nedestruktivní kontroly ochranných povlaků všech typů včetně specializovaného multifunkčního tloušťkoměru ochranných povlaků K5G (galvanický) pro galvanické výroby. Přístroj je doplněn sadou specializovaných sond, jež používají všechny tři výše uvedené metody měření, a je určen pro galvanické výroby s širokým sortimentem používaných povlaků pro širokou škálu výrobků – od dílů malých rozměrů po výrobky složitých profilů s vícevrstevnými povlaky.

Multifunkční tloušťkoměr galvanických povlaků K5G

Nové digitální metody získání měřicích informací, rozšířená klávesnice a pohodlné uživatelské rozhraní zajišťují efektivitu Vaší práce s přístrojem při vysoké spolehlivosti měření tloušťky galvanických povlaků široké škály.

Určení. Tloušťkoměr je určen k měření tloušťky: vodivých neferomagnetických (zinkových, chromových, kadmiových, stříbrných, niklových, měďných, cínových aj.) povlaků na ocelových dílech; vodivých feromagnetických (například elektrolytického niklu) povlaků na ocelových dílech; vodivých neferomagnetických (stříbrných, měďných, mosazných, cínových aj.) povlaků na dílech z neferomagnetických kovů a slitin; anodických oxidových a jiných dielektrických povlaků na dílech z feromagnetických a neferomagnetických kovů a slitin; vícevrstevných povlaků; galvanických povlaků na vnitřních stěnách potrubí; plátovaných povlaků; speciálních povlaků velké tloušťky;



Charakteristické prvky

- použití kombinace impulzní indukce, parametrické a fázové vířivoproudé digitální metody získání primární informace;
- velký počet sond nové generace různých úrovní odolných vůči opotřebením s algoritmy práce vylučujícími vliv jejich opotřebením na odchylky měření
- rozšířená klávesnice a displej zajišťují komfort práce s přístrojem
- možnost provádění kontroly tolerance, měření s průměrováním a získání statistických údajů podle skupin měření;
- absence teplotní a časové odchylky;
- možnost kontroly povlaků na dílech s drsnostmi do $Rz = 400 \mu m$, na dílech malých rozměrů a vnitřních stěnách dutých výrobků ;
- možnost ukládání a prohlížení výsledků měření, jejich přenos do počítače a statistické zpracování s použitím předloženého programu CONSTANTA-DATA;
- podsvícení displeje a automatické vypnutí po ukončení práce.

Technické parametry sond pro měření tloušťky povlaků

Sondy	Rozsah měření vodivých neferomagnetických povlaků	Rozsah měření vodivých feromagnetických povlaků	Přesnost měření, μm	Minimální poloměr oblasti měření, mm	Průměr oblasti měření, mm	Přípustná drsnost (odladění mezery v mm)
F0 F1	0-200 μm 0-300 μm na feromagnetických podkladech	0-40 μm 0-40 μm na feromagnetických podkladech	<1%+1 μm <1%+1 μm	1 1	3 4	Rz5 (-) Rz5 (-)
NF0 NF1	0-500 μm 0-500 μm na neferomagnetických podkladech	-	<1%+1 μm <1%+1 μm	1 2	1,5 4,7	Rz5 (-) Rz5 (-)
PH1-0,1 PH3-0,2 PH3-1,8	0-300 μm 0-120 μm 0-40 μm na feromagnetických a neferomagnetických podkladech	0-250 μm 0-120 μm 0-40 μm na feromagnetických a neferomagnetických podkladech	<3%+1 μm <3%+1 μm <3%+1 μm	1 1 0,75	4,7 3 1,5	Rz400 (0,5 mm) Rz400 (0,5 mm) Rz200 (0,2 mm)
FxP NFxP PH3P	0-300 μm 0-100 μm 0-120 μm	0-40 μm - 0-120 μm	<2%+1 μm <2%+1 μm	Minimální poloměr potrubí 7 mm	4,7 4,7	Rz5 (-) Rz5 (-) Rz200 (0,2 mm)

Kontrolované povlaky a podklady

Kontrolovaný povlak	Podklad
Elektrolytický nikl Niklová chemie Chrom Zinek Kadmium Cín M , atd. Nerezová ocel (pokovování) Nát rový povlak + zinek Nikl / Kadmium / fosfátování L80 (m -zinek)	Ocel / nerezová ocel
Nikl St íbro M Cín Chrom	Mosaz
Nikl Chrom	Titan
Nikl Cín	M
Hliník (pokovování) M / Niklová chemie	Slitiny hliníku
Elektrolytický nikl M	Dielektrikum

Také máme v sortimentu vyráb ěných p ístroj ťlouš kom r MK4. Kapesní p ístroj pro galvanické, ochranné, lakované a nát rové, práškované a jiné neferomagnetické povlaky na dílech z feromagnetických a neferomagnetických kov ů. P ístroj m ůže být dopln ěn jednou z následujících vestav ěných sond – F1, F2, F3 nebo NF1, NF2, NF3.

Pro zajišt ění garantované spolehlivosti a jednozna nosti výsledk ů měření a také kontroly správnosti p ístroje, požadavky normy ISO 21968 p edpokládají vyrobení vzorových měrek povlak ů v souladu s technologickým procesem jejich nanášení. Tyto vzorky po jejich atestaci m ůžou sou ěstí dodávané sady p ístroje.

