

KOROZJA I POWŁOKI OCHRONNE	NORMA BRANŻOWA	<b>BN-71</b>
	<b>Pomiar grubości powłok niklowych metodą termoelektryczną</b>	<b>1071-03</b>
		Grupa katalogowa III 09

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest nieniszczący pomiar grubości powłok niklowych metodą termoelektryczną.

**1.2. Zakres stosowania metody.** Metodę podaną w normie stosuje się do nieniszczącego pomiaru grubości galwanicznych powłok niklowych nakładanych na różne podłoża w zakresach podanych w tabl. 1.

Tablica 1

Podłoże	Podwarstwa	Grubość podwarstwy $\mu\text{m}$	Mierzony zakres grubości powłoki Ni $\mu\text{m}$
Stal	—	—	5 ÷ 40
Stal	Cu	maximum 5	5 ÷ 40
Stal	Cu	maximum 10	5 ÷ 30
Miedź	—	—	5 ÷ 30
Mosiądz	—	—	5 ÷ 30
Zn-Al	Cu	minimum 10	5 ÷ 30

Metodą termoelektryczną można wyznaczać miejscową grubość galwanicznych powłok niklowych na powierzchniach płaskich, wklęsłych i wypukłych, przy czym powierzchnia przeciwną do pomiarowej musi być elektrycznie przewodząca.

Metodą termoelektryczną można mierzyć grubość powłok niklowych, nakładanych na podłoże o chropowatości w klasie od 14 do 6 włącznie wg PN-73/M-04251.

Minimalne wymiary przedmiotów, minimalną grubość podłoża, najmniejszy dopuszczalny promień krzywizny oraz zakresy pomiarowe w mikrometrach ( $\mu\text{m}$ ) określają instrukcje warstwomierzy.

Metody podanej w normie nie można stosować do wyznaczania grubości powłok niklowych nakładanych chemicznie i natryskowo oraz powłok niklowych pokrytych powłoką chromu o grubości powyżej 0,8  $\mu\text{m}$ .

## 1.3. Określenia

**1.3.1. Czujnik** — element mierniczy zawierający rdzeń zakończony półkuliście oraz ogrzewany elektrycznie do stałej temperatury blok miedziany. W czasie pomiaru zakończony półkuliście rdzeń przyciskany jest do badanej powłoki.

**1.3.2. Grubość miejscowa** — grubość powłoki w  $\mu\text{m}$  wyznaczona punktowo w dowolnym miejscu przedmiotu. Decydujące znaczenie ma miejscowa grubość wyznaczona na powierzchniach istotnie ważnych.

**1.3.3. Krzywa wzorcowania** — krzywa przedstawiająca zależność wskazań przyrządu od grubości powłoki. Krzywą wzorcowania wykreśla się indywidualnie dla każdego przyrządu na podstawie odczytów wskazań dla co najmniej czterech porównawczych wzorców grubości.

**1.3.4. Podłoże** — materiał, z którego wykonany jest przedmiot, na który naniesiona została powłoka.

**1.3.5. Podwarstwa miedzi** — warstwa miedzi, na którą została nałożona powłoka niklowa.

**1.3.6. Porównawcze wzorce grubości** — płytki materiału podłoża pokryte powłoką niklu, bezpośrednio lub na podwarstwie miedzi, służące do wykreślania krzywych wzorcowania oraz do wzorcowania warstwomierzy termoelektrycznych.

**1.3.7. Powierzchnie istotnie ważne części pokrywanych** — widoczne powierzchnie wyrobów narażone na działanie korozji oraz te części powierzchni, na których obecność powłoki jest konieczna ze względów użytkowych pokrywanego wyrobu.

W przypadku wyrobów o złożonych kształtach, za powierzchnie istotnie ważne należy uznać te powierzchnie, które dają się dotknąć kulką o średnicy 20 mm.

Oznaczanie powierzchni istotnie ważnych powinno być uzgodnione między producentem a od-

Instytut Mechaniki Precyzyjnej

Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Urządzeń Technologicznych „TECHMA” dnia 12 lipca 1971 r. jako norma obowiązująca w zakresie metod badań od dnia 1 lipca 1972 r. (Mon. Pol. nr 12.1972 poz. 85)

biorcą wyrobów pokrywanych i powinno być oznaczone na rysunkach konstrukcyjnych.

**1.3.8. Stolik manipulacyjny** — składowa część warstwowierza termoelektrycznego, zawierająca metalową płytę o dużej pojemności cieplnej oraz system uchwyty i przewodnic do zamocowania czujnika i zapewnienia mu ruchu posuwisto zwrotnego.

**1.3.9. Układ pomiarowy** — składowa część warstwowierza termoelektrycznego zawiera elektroniczne człony zasilania, regulacji oraz miernik wychyłowy z nakładanymi wymiennymi skalami.

**1.3.10. Warstwowierz** — przyrząd służący do pomiarów grubości powłok. Warstwowierz termoelektryczny składa się z trzech zasadniczych zespołów: czujnika, stolika manipulacyjnego i układu pomiarowego.

#### 1.4. Normy związane

PN-72/H-01015 Ochrona przed korozją. Galwanotechnika. Nazwy i określenia

PN-70/H-04600 Korozja metali. Badania odporności korozyjnej metali i stopów. Ogólne wytyczne

PN-74/H-04605 Ochrona przed korozją. Pomiar grubości powłok metodami niszczącymi

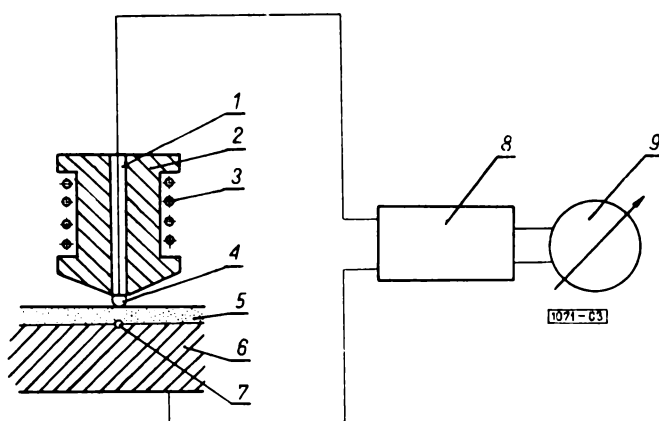
PN-67/H-04623 Powłoki metalowe i konwersyjne. Pomiar grubości metodami nieniszczącymi

PN-73/M-04251 Struktura geometryczna powierzchni. Chropowatość powierzchni. Określenia podstawowe i parametry

## 2. METODA POMIARU

**2.1. Zasada pomiaru.** Wyznaczanie grubości powłok niklowych metodą termoelektryczną polega na pomiarze napięcia ogniwa termoelektrycznego powstającego na granicy powłoka-podłoże lub powłoka-podwarstwa, pod wpływem przystawienia gorącego czujnika.

Zasadę pomiaru grubości powłok niklowych metodą termoelektryczną podano na rysunku. Rdzeń stalowy 1 zakończony końcówką 4 przechodzi przez blok miedziany 2, na którym nawinięte jest uzwojenie grzejne 3. Blok miedziany z uzwojeniem zapewnia utrzymywanie stałej temperatury rdzenia w granicach od 140 do 160°C. Z chwilą przystawienia gorącej końcówki rdzenia czujnika 4 do badanej powłoki niklowej 5 na granicy powłoka-podłoże powstaje ogniwo termoelektryczne 7. Podłoże 6 oraz rdzeń 1 czujnika połączone są przewodami z układem pomiarowym 8. Napięcie termoogniwa po wzmocnieniu podawane jest na miernik 9. Napięcie prądu utworzonego termoogniwa jest funkcją grubości powłoki niklowej.



Napięcie powstającego w czasie pomiaru termoogniwa jest przenoszone do układu pomiarowego, tam wzmacniane i przekazywane z kolei do miernika wychyłowego, na który nakłada się wymienne skale cehowane w mikrometrach. Sam pomiar napięcia termoogniwa jest pomiarem względnym, porównawczym, ponieważ przyrząd przed rozpoczęciem właściwego pomiaru wzorcuje się na porównawczych wzorcach grubości o znanej grubości powłok niklu lub niklu i podwarstwy miedzi.

Warunkiem prawidłowego wykonania pomiaru jest zachowanie tej samej temperatury porównawczych wzorców grubości i próbki z badaną powłoką.

**2.2. Porównawcze wzorce grubości** powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

a) W przypadku podłoża stalowego powłoka niklowa powinna być nałożona bezpośrednio na stal lub na podwarstwę miedzi, której grubość powinna wynosić co najmniej 15  $\mu\text{m}$ .

W przypadku podłoża ze stopu Zn-Al powłoka niklowa powinna być nałożona na podwarstwę miedzi co najmniej 10  $\mu\text{m}$ .

b) Chropowatość powłoki niklu na wzorcu powinna mieścić się w klasach 14—9 wg PN-73/M-04251.

c) Grubość powłok niklowych na porównawczych wzorcach grubości wyznaczana jest metodą mikroskopową wg PN-74/H-04605, metodą kulometryczną lub metodą fluorescencji promieni X.

Dopuszczalne rozrzuty grubości na pomiarowej powierzchni porównawczych wzorców grubości podano w tabl. 2.

Tablica 2

Zakresy pomiarowe, $\mu\text{m}$	10 ÷ 30	31 ÷ 100	101 ÷ 500
Dopuszczalny rozrzut grubości powłoki, $\mu\text{m}$	±1	±1	±3

**2.3. Eliminowanie wpływu rodzaju powłoki niklowej.** Napięcie powstającego ogniwa termoelektrycznego zależy od właściwości fizykochemicznych powłoki. Właściwości te zmieniają się w zależności od składu i rodzaju kąpeli, z której powłoka została nałożona. Wpływ ten eliminuje się używając do wzorcowania przyrządów porównawczych wzorców grubości z powłoką nałożoną z tej samej kąpeli co powłoka na przedmiocie badanym. Produkowane w kraju warstwomierze termoelektryczne zaopatrzone są w skalę i porównawcze wzorce grubości z powłoką niklową nałożoną w kąpeli KG-67.

W przypadku pomiaru grubości powłok niklu nakładanych z innej kąpeli należy sporządzić wzorce wg wymagań 2.2.

**2.4. Eliminowanie wpływu różnic temperatury.** Przed przystąpieniem do badań grubości przedmiot pokryty powłoką niklową oraz odpowiednie porównawcze wzorce grubości umieszcza się na płycie stolika manipulacyjnego na okres 20 min. Na płytę stolika należy kłaść przedmioty już odpowiednio przygotowane (suche i czyste) i o temperaturze pokojowej.

W podanym czasie 20 min następuje wyrównanie się temperatury przedmiotów przeznaczonych do badań oraz porównawczych wzorców grubości.

**2.5. Przyrządy pomiarowe.** Do nieniszczących pomiarów grubości powłok metodą termoelektryczną należy stosować warstwomierze z elektronicznymi wzmacniaczami prądu stałego lub przemiennego, zapewniające pomiar grubości powłoki z błędem względnym podanym w tabl. 3.

Tablica 3

Powłoka	Podwarstwa	Podłoże	Błąd pomiaru
Ni	—	stal	±10%
	Cu	stal	±15%
	Cu	stop Zn-Al	±15%
	—	Cu	±15%
	—	mosiądz	±15%

Wartości podane w tabl. 3 dotyczą tylko pomiarów przeprowadzonych zgodnie z instrukcją fabryczną przyrządów.

**2.6. Przygotowanie badanej próbki.** Próbkę przeznaczoną do badań należy dokładnie odtłuścić przecierając ją watą nasyoną trójchloroetylenem lub benzyną ekstrakcyjną i wysuszyć. Powierzchnia powłoki badanego przedmiotu powinna być sucha i wolna od zanieczyszczeń wg PN-70/H-04600. Próbkę należy następnie pozostawić na stoliku manipulacyjnym dla wyrównania temperatury, jak podano w 2.4.

**2.7. Pomiar grubości podwarstwy miedzi.** Przy pomiarach metodą termoelektryczną podwarstwa miedzi ma istotne znaczenie.

Gdy grubość podwarstwy miedzi wynosi co najmniej 10  $\mu\text{m}$ , wtedy układ pomiarowy zachowuje się tak, jak przy niklu na pełnej miedzi. W takim przypadku na miernik wychyłowy przyrządu nakłada się skalę Ni/Cu.

Gdy grubość podwarstwy miedzi wynosi mniej niż 5  $\mu\text{m}$ , układ pomiarowy zachowuje się tak jakby podwarstwy w ogóle nie było. Na miernik wychyłowy zakłada się wtedy skalę Ni/stal.

Gdy grubość podwarstwy miedzi zawarta jest między 5 a 10  $\mu\text{m}$  pomiar grubości powłoki niklu jest niedokładny.

W przypadku próbek z powłokami niklowymi nałożonymi na podwarstwę miedzi należy wstępnie ustalić grubość tej podwarstwy. W przypadku podłoża stalowego grubość podwarstwy miedzi należy wyznaczyć nieniszczącą metodą — elektromagnetyczną warstwomierzem Ultramet. Pomiar należy wykonać wzorcując przyrząd na niepokrytym podłożu i następnie zmierzyć łączną grubość miedzi i niklu stawiając czujnik na powierzchni powłoki niklowej. Wskazania przyrządu przyjmuje się za grubość miedzi. Błąd oznaczenia wynosi  $\pm 10\%$ . W przypadku podłoża ze stopu cynku należy usunąć najpierw powłokę niklową, a potem zmierzyć grubość podwarstwy miedzi jedną z metod niszczących (kropłową lub strumieniową wg PN-74/H-04605).

**2.8. Przygotowanie przyrządu do pomiaru.** Przyrząd przed przystąpieniem do pomiarów należy włączyć do sieci i pozostawić w celu rozgrzania na czas podany w instrukcji obsługi. Należy również wybrać odpowiednią skalę i porównawcze wzorce grubości, biorąc pod uwagę brak lub występowanie podwarstwy miedzi w badanych próbkach.

**2.9. Wzorcowanie przyrządu.** Po wyrównaniu się temperatury porównawczych wzorców grubości i próbek, przyrząd należy wywzorcować zgodnie z instrukcją oraz sprawdzić prawidłowość wskazań.

Wzorcowanie przyrządu należy wykonać na porównawczych wzorcach grubości powłok niklowych pochodzących z tej samej kąpeli co powłoki nałożone na badanych próbkach.

Wzorcowanie przyrządu należy wykonywać na porównawczych wzorcach grubości powłok niklowych, pochodzących z tego samego typu kąpeli co powłoki nałożone na badanych próbkach. Wytwórca przyrządów ZZUJ Popon dostarcza wzorce powłok niklowych nałożonych w kąpeli KG-67.

Dopuszcza się stosowanie na użytek wewnętrzny zakładów wzorców porównawczych wykonanych

we własnym zakresie. Przed użyciem takich wzorców do pomiarów rozjemczych należy je zalegalizować w IMP (Instytut Mechaniki Precyzyjnej).

**2.10. Pomiar.** W czasie pomiaru próbka powinna spoczywać na płycie stolika manipulacyjnego. Czujnik przyrządu należy przystawiać prostopadle do badanej powierzchni pokrytej powłoką niklową. Czas trwania pomiaru i dopuszczalną częstotliwość pomiarów podają instrukcje warstwomierzy.

Na powierzchni badanej należy wykonać co

najmniej 3 pomiary w przypadku powierzchni o chropowatości zawartej w klasach 8—14 oraz co najmniej 5 pomiarów w przypadku powierzchni o chropowatości w klasach 6—7.

**2.11. Wynik.** Za wynik należy przyjąć:

a) przy pomiarach na powierzchni o klasie chropowatości 8—14, średnią arytmetyczną z trzech odczytów,

b) przy pomiarach na powierzchni o klasie chropowatości 6—7, średnią arytmetyczną z trzech najniższych odczytów.

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE do BN-71/1071-03

**1. Dobór przyrządów pomiarowych.** Przy wykonywaniu pomiarów grubości powłok niklowych metodą termoelektryczną można stosować krajowej produkcji Termoelektryczny Warstwomierz Powłok Niklowych TWN-1 zgodnie z instrukcją opracowaną przez ZZUJ Polon.

**2. Literatura dotycząca metody termoelektrycznej**  
Morgner W.: Die Messung thermoelektrischer Effekte

als Mittel der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung von Metallen. 5. Werkstoffprüfverfahren Magdeburg, September 1966.

Reynolds P.M. A non-destructive method of gauging electrodeposited nickel layers. Journal of Scientific Instruments 38, 8, 313 (1961).