

Janina MARCINKOWSKA

Róściszław CHRZANOWSKI

## ELEKTROLITYCZNE, DISPERSYJNE POWŁOKI NIKLOWE NA ŻELIWIE

**Streszczenie.** Przedstawiono możliwość uzyskania powłok dyspersyjnych na żeliwie metodą galwaniczną. Jako materiał powłok dyspersyjnych zastosowano powłokę niklową z drobnymi wtrąceniami korundu ( $Al_2O_3$ ) lub węglika krzemu (SiC).

Powłoki nałożone na powierzchnię wyrobów nadają im wyższe własności użytkowe, na przykład odporność na korozję lub ścieranie, bądź też walory dekoracyjne.

Powłoki te mogą być wytwarzane z różnych materiałów przy zastosowaniu znanych technologii galwanicznych. Postęp w dziedzinie nakładania powłok realizowany jest dzięki wprowadzeniu do procesu nowych materiałów oraz ekonomiczniejszych technologii. Problem powłok na żeliwie zasługuje na szczególną uwagę, ponieważ żeliwo posiada dobre własności technologiczne i jest ekonomicznym tworzywem konstrukcyjnym. Różnego rodzaju powłoki wytwarzane na całej powierzchni lub jej części znacznie podwyższają jakość odlewu.

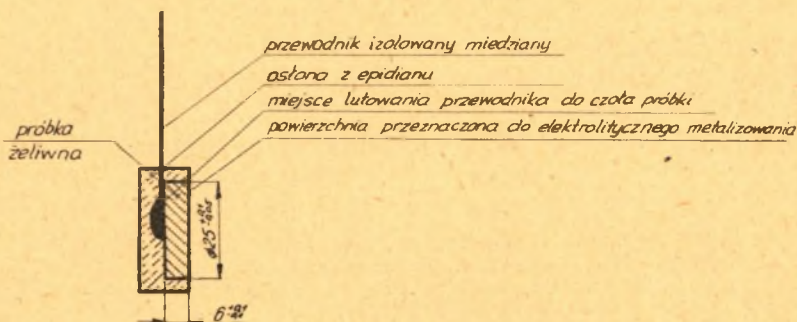
Szczególnym rodzajem powłok są powłoki dyspersyjne, składające się z części metalicznej oraz z twardej fazy niemetalicznej o wysokim stopniu dyspersji. Powłoki te są twarde i posiadają odporność na zużycie ściernie. Odporność na ścieranie wynika ze struktury warstwy, to jest z obecności zainkudowanych bardzo drobnych cząstek twardego materiału w osnowie metalicznej. Własności powłok dyspersyjnych zależą od rodzaju metalu warstwy i własności fazy rozproszonej.

Celem pracy jest zbadanie możliwości wytwarzania na żeliwie powłok elektrolitycznych dyspersyjnych niklowych o podwyższonej odporności na ścieranie. Powłoki takie sprawdziły się jako warstwy chroniące przed nadmiernym zużyciem elementów silnika Wankla [1]. Jako materiały utwardzające powłokę zastosowano w badaniach węgiel krzemu oraz korund.

#### 1. Warunki przeprowadzonych badań

Do badań stosowano próbki z żeliwa Z120 w postaci prętów o średnicy 30 mm odlewanych do form płaskowych. Odlany pręt żeliwny przetoczono na

średnicę 25 mm i pocięto na krążki o grubości 6 mm. Próbkę wraz z uchwytem umieszczono w elektrolicie w charakterze katody (rys. 1).



Rys. 1. Próbkę do elektrolitycznego nakładania powłoki dyspersyjnej

Tablica 1

Skład chemiczny kąpieli oraz parametry procesu elektrolitycznego niklowania [2,3,4]

Elektrolit	Nazwa składnika	Symbol chem.	Stęż. skład. w kąpieli g/l	Stęż. Temp. °C	pH	Gęstość katodowa prądu A/dm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
I	Siarczan nikławy	Ni SO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	280	20-25	ok. 5	2-5
	Chlorek nikławy	Ni Cl <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O	55			
	Kwas borny	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	35			
II	Siarczan nikławy	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	250	20-25	ok. 6	1-10
	Chlorek nikławy	NiSl <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O	30			
	Siarczan sodowy	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20			
	Kwas borny	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30			
III	Siarczan nikławy	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	250	20-25	ok. 2-3	2-10
	Chlorek nikławy	NiCl <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O	30			
	Kwas borny	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30			
IV	Siarczan nikławy	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	170	20-25	ok. 2-4	3-10
	Chlorek nikławy	NiCl <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O	100			
	Kwas borny	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30			

Powierzchnię próbki przed nałożeniem powłoki galwanicznej poddano wykańczającej obróbce skrawaniem, odtłuszczeniu w benzenie, trawieniu w 20% kwasie siarkowym oraz aktywacji polegającej na trawieniu anodowym w stężonym kwasie siarkowym.

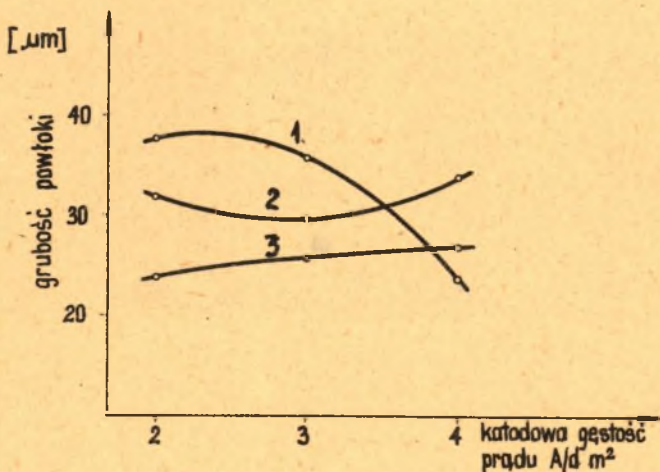
Nanoszenie warstw dokonano przy użyciu elektrolitów typu Watts'a, stosując warunki prądowe podane w tablicy 1. W czasie procesu elektrolit był mieszany strumieniem sprężonego powietrza.

Kwasowość kąpieli sprawdzano okresowo podczas trwania procesu. Składnikiem kąpieli elektrolitycznej, warunkującym wytwarzanie twardej powłoki dyspersyjnej, był wprowadzany korund  $Al_2O_3$  w ilości 100 bądź 120 g/l elektrolitu lub węgiel krzemu SiC, dodawany w ilości 100 g/l elektrolitu.

Korund wprowadzano w postaci pyłu o frakcji głównej 6-10  $\mu m$ , natomiast węgiel krzemu w postaci proszku o frakcji głównej 20-15  $\mu m$ . Czas nanoszenia powłoki wynosił od 15 do 120 min. Grubość uzyskanych powłok w funkcji gęstości prądu oraz czasu trwania zabiegu przedstawiają rys. 2 i 3.

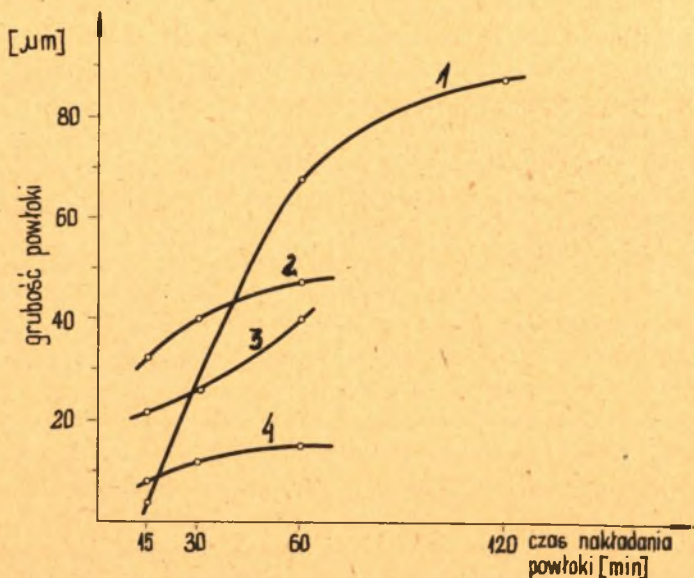
Na rys. 2 przedstawiono wpływ gęstości katodowej prądu w badanym zakresie na grubość powłok dyspersyjnych, wytwarzanych w różnych kąpielach do nikielowania. Natomiast rys. 3 charakteryzuje wpływ czasu elektrolitycznego nikielowania na grubość powłok dyspersyjnych.

Z elektrolitu I uzyskano powłoki złej jakości - porowate i gąbczaste. Powłoki dyspersyjne uzyskane przy zastosowaniu elektrolitów II, III i IV wykazują dobrą jakość.



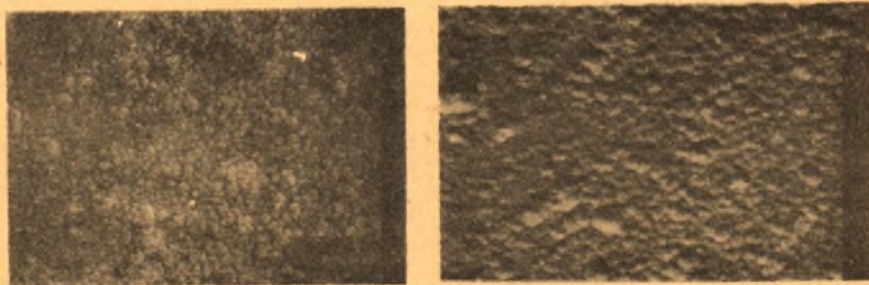
Rys. 2. Wpływ katodowej gęstości prądu na grubość powłoki

1. Elektrolit III:  $Al_2O_3$  120 g/l; pH = 3; czas nakładania powłoki 30 min.
2. Elektrolit II:  $Al_2O_3$  100 g/l; pH = 6; czas nakładania powłoki 15 min.
3. Elektrolit IV:  $Al_2O_3$  100 g/l; pH = 4; czas nakładania powłoki 30 min.



Rys. 3. Wpływ czasu nakładania powłoki na jej grubość

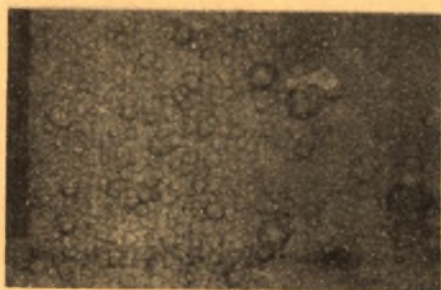
1. Elektrolit III; SiC-100 g/l; pH = 4; katodowa gęstość prądu 2 A/dm<sup>2</sup>
2. Elektrolit II; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-100 g/l; pH = 6; katodowa gęstość prądu 2 A/dm<sup>2</sup>
3. Elektrolit IV; pH = 4; katodowa gęstość prądu 2 A/dm<sup>2</sup>
4. Elektrolit III; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-100 g/l; pH = 3; katodowa gęstość prądu 2 A/dm<sup>2</sup>



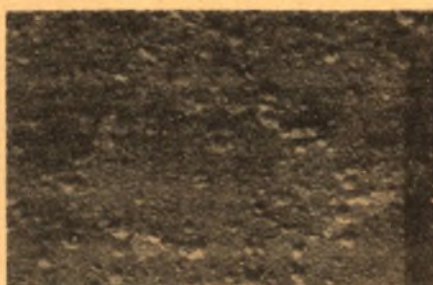
Rys. 4. Powłoka niklowa. Pow. 200x

- a) zdjęcie w elektronach wtórnych (SEI), b) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (TOPO)

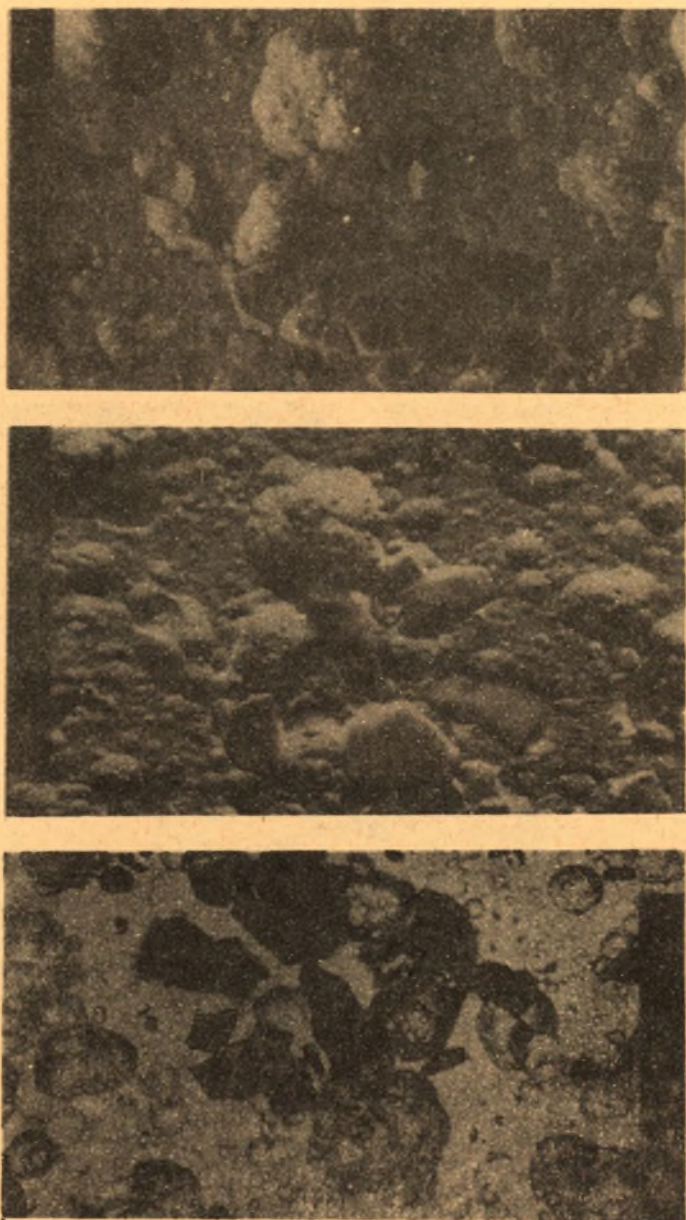
Morfologię powierzchni powłoki czysto niklowej oraz powłok zawierających dyspersyjne cząstki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiC, ujawnioną na mikroskopie scaningowym JXA50A firmy JEOL, przedstawiają rys. 4, 5, 6. Rysunki 4, 5 i 6 charakteryzują mikrostrukturę (SEI), topografię (TOPO) i kompozycję (COMP) badanych powłok. Na rys. 7 przedstawiono postać węgliku krzemu, zaś na rys. 8 korundu.



Rys. 4. Powłoka niklowa. Pow. 200 x  
c) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (COMPO)



Rys. 5. Powłoka niklowa z dodatkiem  $Al_2O_3$ , Pow. 200 x  
a) zdjęcie w elektronach wtórnych (SEI), widoczne ciemne cząstki  $Al_2O_3$  w osnowie Ni, b) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (TOPO),  
c) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (COMPO), ciemne miejsca pokazują rozłożenie  $Al_2O_3$



Rys. 6. Powłoka niklowa z dodatkiem SiC. Pow. 200 x  
a) zdjęcie w elektronach wtórnych (SEI), b) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (TOPO), c) zdjęcie w elektronach rozproszonych wstecznie (COMPO), faza ciemna stanowi cząsteczki SiC



Rys. 7. Czysty SiC. Pow. 200 x.  
Zdjęcie w elektronach wtórnych (SEI)



Rys. 8. Czysty  $Al_2O_3$ . Pow. 200 x.  
Zdjęcie w elektronach wtórnych (SEI)

## 2. Podsumowanie i wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono całkowitą przydatność nikłowania elektrolitycznego do nanoszenia powłok niklowo-korundowych lub niklowo-węgliokrzemowych na powierzchnie żeliwa szarego. Otrzymanie takich powłok o wymaganej jakości jest możliwe dzięki wprowadzeniu do elektrolitu cząstek fazy twardej o dostatecznej dyspersji.

Grubość powłok przy stosowanym zakresie gęstości katodowych prądu przede wszystkim zwiększa się z upływem czasu osadzania elektrolitycznego.

Cząstki korundu lub węgla krzemu rozkładają się równomiernie w osnowie niklowej na całej grubości powłoki.

Technologia dyspersyjnych powłok niklowych na żeliwie wymaga bardzo starannego przygotowania powierzchni odlewu, co stanowi utrudnienie metody i ogranicza jej stosowanie do specjalnych przypadków uszlachetniania powierzchni odlewów żeliwnych.

## LITERATURA

- [1] Tombrink H.H.: Dispersionsüberzüge als Verschleisschutzschichten auf Gusstücken und Giesserei - Fertigungsmitteln, Giesserei 61/1974, s. 129-134.
- [2] Komendarek W., Krajewski T., Marek K.: Sole galwaniczne, Biuro Wydawnicze "Chemia", Warszawa 1973.
- [3] Praca zbiorowa: Galwanotechnika dla praktyków, WNT, Warszawa 1963.
- [4] Praca zbiorowa: Poradnik galwanotechnika, WNT, Warszawa 1973.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ ДИСПЕРСИОННЫЕ НИКЕЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ  
НА ЧУГУНЕ

Р е з ю м е

Представлена возможность получения дисперсионных покрытий на чугуне гальваническим методом. В виде материала для дисперсионных покрытий был применен никель с мелкими включениями корунда ( $Al_2O_3$ ) или карбида кремния (SiC).

ELECTROLYTIC DISPERSIVE NICKEL PLATES ON CAST IRON

S u m m a r y

There has been presented the possibility of obtaining dispersive plates on cast iron applying the galvanic method. A nickel plate with small inclusions of corundum ( $Al_2O_3$ ) or silicon carbide (SiC) has been used as the material for dispersive plates.