

Rozprawa doktorska:

„Wpływ kontrolowanej obróbki cieplnej na właściwości cynkowej powłoki zanurzeniowej nanoszonej na elementy wykonane ze stopów żelaza”

STRESZCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska podejmuje tematykę wpływu kontrolowanej obróbki cieplnej na właściwości cynkowej powłoki zanurzeniowej nanoszonej na elementy stalowe i żeliwne. Proponowana obróbka cieplna stanowi alternatywny sposób poprawy właściwości powłoki cynkowej, nanoszonej na stopy Fe-C w warunkach przemysłowych, zgodnie z normą PN-EN ISO 10684:2006. W pracy przedstawiono obróbkę cieplną, prowadzoną w sposób niezależny, tj. jako dodatkowy etap, nie wymagający ingerencji we wdrożony i dobrze funkcjonujący proces przemysłowego cynkowania zanurzeniowego. Dzięki proponowanemu rozwiązaniu możliwe jest proste i ekonomiczne ulepszenie właściwości wytwarzanych powłok, bez zastosowania drogich dodatków stopowych czy wprowadzania kosztownych modyfikacji technologii. Co więcej technika ta jest konkurencyjna względem innych, droższych metod zabezpieczania antykorozyjnego.

Pierwszy etap eksperymentu obejmował zaplanowanie całego jego przebiegu, a następnie przeprowadzenie badań wstępnych z zastosowaniem próbek dyskowych. Jako materiał bazowy zastosowano stal (DC01) oraz żeliwo (szare z grafitem płatkowym EN – GJL 250). Wykonane badania wstępne pozwoliły na zweryfikowanie wpływu zaproponowanej kontrolowanej obróbce cieplnej na poszczególne, istotne pod kątem zastosowań przemysłowych, właściwości powłoki zanurzeniowej. W trakcie badań zmierzono zmiany grubości powłok uzyskanych w procesie cynkowania zanurzeniowego, wykonano badania mikroskopowe wraz z analizą EDS oraz pomiary mikrotwardości powierzchni powłok, a także jej rozkładu w przekroju powłoki. Ponadto, by wykluczyć ewentualny negatywny wpływ obróbki cieplnej na właściwości użytkowe powłok, wykonano również badania odporności korozyjnej w obojętnej mgłę solnej oraz badania tribologiczne. Uzyskane wyniki poddano analizie, a na ich podstawie dobrano parametry obróbki cieplnej do badań zasadniczych (drugi etap eksperymentu). Badania zasadnicze były prowadzone w odniesieniu do wybranego obiektu badań, którym była cynkowa powłoka zanurzeniowa naniesiona na śruby M12 x 60 z tłem sześciokątnym i gwintem na całej długości trzpienia, w klasie wytrzymałości 8.8/23MnB4. Wykonano

pomiary grubości powłoki cynkowej, pomiary mikrotwardości oraz przyspieszone badania odporności korozyjnej (NSS). Badania przeprowadzono zgodnie z przyjętym planem frakcyjnym, wygenerowanym w module *DOE* oprogramowania *Statistica*. Za pomocą metody sprzężonego gradientu określono optymalne parametry obróbki cieplnej gwarantujące uzyskanie twardości powłoki naniesionej na śruby maksymalnie zbliżonej do wartości 140 HV 0,02, przy zmniejszeniu odporności korozyjnej, które nie przekracza 10% (w odniesieniu do powłoki bez obróbki cieplnej). Współczynnik tarcia w połączeniu złącznym badano przy zastosowaniu urządzenia *Schatz Analyse*. Na podstawie analizy wyników sformułowano wnioski i udowodniono prawdziwość postawionych w pracy tez. Przeprowadzone badania dowiodły, że kontrolowana obróbka cieplna może powodować zwiększenie twardości cynkowej powłoki zanurzeniowej bez istotnego pogorszenia jej podstawowej funkcji ochronnej (tj. odporności na korozję). W ostatnim rozdziale pracy zaproponowano możliwe kierunki dalszych badań.