

BADANIE PRZETWORNIKA INDUKCYJNEGO DO POMIARÓW GRUBOŚCI WARSTW WIERZCHNICH

PTAK Paweł, PL

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań przetwornika elektromagnetycznego indukcyjnego, który umożliwi wykrycie i zlokalizowanie wad podpowierzchniowych oraz ich występowanie w badanych warstwach wierzchnich. Pomiary przeprowadzono dla wybranych sygnałów pracy przetwornika indukcyjnego dobierając częstotliwość, określając czułość i dokładność. Dokładny pomiar grubości warstwy ochronnej określono przy pomocy precyzyjnych przyrządów firmy Fischer.

Słowa kluczowe: czujnik indukcyjny, dobór częstotliwości sygnału, warstwy wierzchnie.

TESTING INDUCTIVE SENSOR FOR MEASURING THICKNESS OF TOP LAYERS

Abstract

Article presents results of research an inductive electromagnetic transducer, which allow detection and location of subsurface defects and their occurrence in examined top layers. Measurements were performed for the selected signal operation of inductive transducer choosing the frequency, sensitivity and accuracy. Accurate measurement of thickness of protective layer was determined by means of Fischer precision instruments.

Key words: : inductive sensor, frequency selection, top layers.

Wstęp

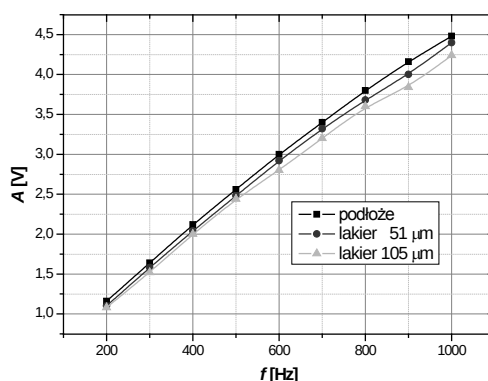
Warstwy wierzchnie powinny spełniać określone parametry, dotyczące ich wyglądu, jakości, grubości, wytrzymałości czy trwałości. Istnieje wiele różnych metod do sprawdzania prawidłowości w/w parametrów. W grupie metod nieniszczących wyróżnia się metody elektryczno-magnetyczne podzielone w różny sposób i nazywane magnetycznymi, elektromagnetycznymi, indukcyjnymi, wiroprowowymi. Budowane warstwomierze zwykle wykorzystują metodę prądów wirowych lub metody indukcyjnościowe. Jednym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie przetwornika indukcyjnościowego transformatorowego, umożliwiającego wykorzystanie go do pomiarów grubości warstw wierzchnich przewodzących.

Zastosowanie warstw wierzchnich antykorozyjnych pozwala chronić elementy maszyn i urządzeń przez zabezpieczenie ich powłokami ochronnymi np. cynkowymi, lakierniczymi, bitumicznymi itp. [1,2]. W trakcie procesu eksploatacji powierzchnia zewnętrzna konstrukcji i elementów urządzeń ulega zużyciu a często także podlega różnego rodzaju uszkodzeniom. Badanie grubości zewnętrznych warstw ochronnych jest ważnym aspektem zabezpieczania i eksploatacji wielu powierzchni maszyn, konstrukcji i urządzeń elektrycznych. W istotny sposób wpływa to na ich niezawodność i trwałość [3,4]. Wady takie jak rozszczelnienie czy rozwarstwienie można badać zarówno za pomocą czujników indukcyjnych oraz innych np. prądów wirowych [5,6].

1 Pomiary czułości przetwornika indukcyjnego

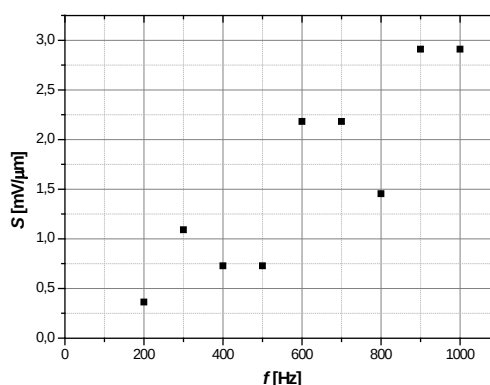
Pomiary wykonano na elementach wykonanych ze stali o grubości 1 mm, które zostały pokryte warstwą lakieru ochronnego o różnej grubości. Grubość warstwy wierzchniej określono na podstawie pomiarów za pomocą dwóch dokładnych grubościomierzy firmy Fisher [7]. Na podstawie wcześniejszych badań określono przedział częstotliwości sygnału pomiarowego dla

przetwornika indukcyjnego [8,9,10]. Po przeprowadzeniu badań dokonano obliczenia czułości przetwornika indukcyjnego a wyniki pokazano na rysunkach 2 i 4. Pomiary wykonano dla wybranych częstotliwości sygnału przetwornika w zakresie od 50 Hz do 2 kHz. Wyniki pomiaru amplitudy sygnału pomiarowego uzyskane w trakcie pomiarów rozdzielono na dwa zakresy częstotliwości. Pierwszy zakres określono dla niewielkich częstotliwości od 200 Hz do 1 kHz. Zakres drugi zawiera częstotliwości od 1 kHz do 2 kHz. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki pomiarów amplitudy sygnału sinusoidalnego o częstotliwości z przedziału od 200 Hz do 1 kHz.



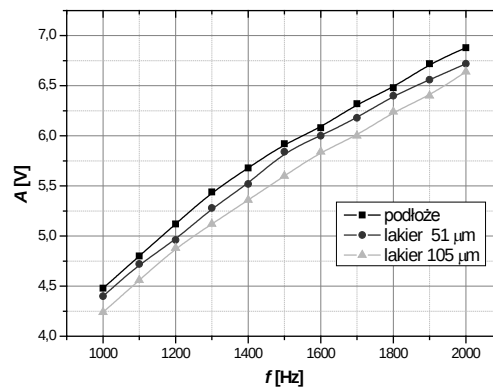
Rys.1. Wyniki pomiarów amplitudy sygnału pomiarowego dla częstotliwości zasilania czujnika od 200 Hz do 1 kHz

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań czułości sensora indukcyjnego na badanych powłokach ochronnych dla częstotliwości zasilania czujnika od 200 Hz do 1 kHz. Czułość wzrasta wraz ze zwiększaniem się częstotliwości zasilania czujnika i wynosi od około 0,75 do 3 mV/μm.



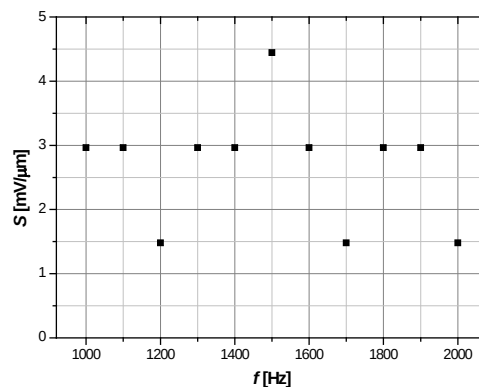
Rys. 2. Wyniki pomiarów czułości sensora indukcyjnego dla częstotliwości zasilania czujnika od 200 Hz do 1 kHz

Charakterystyka przedstawiona na rysunku 3 ilustruje wyniki pomiarów amplitudy sygnału sinusoidalnego o częstotliwości z przedziału od 1 kHz do 2 kHz. Można tutaj odnotować podobny przebieg charakterystyki jak na rys. 1 jednak przy zwiększonym wzroście amplitudy w miarę zwiększania się grubości powłoki lakierniczej.



Rys. 3. Wyniki pomiarów amplitudy sygnału pomiarowego dla częstotliwości zasilania czujnika od 1 kHz do 2 kHz

Następny rysunek 4 przedstawia wyniki badań czułości sensora indukcyjnego na badanych powłokach lakierniczych dla częstotliwości zasilania czujnika od 1 kHz do 2 kHz. Czułość w tym wypadku wynosi około 3 mV/μm lecz z powodu czynników zakłócających dla niektórych częstotliwości wartość ta wynosi od 1,5 do 4,5 mV/μm.



Rys. 4. Wyniki pomiarów czułości sensora indukcyjnego dla częstotliwości zasilania czujnika od 1 kHz do 2 kHz

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące uwagi:

1. Przy pomocy przetwornika indukcyjnego można dokonać oceny zmian korozyjnych warstw wierzchnich części maszyn i urządzeń pracujących w niesprzyjających warunkach środowiskowych [11].
2. Przy zastosowaniu przetwornika indukcyjnego transformatorowego możliwy jest pomiar nie tylko grubości powłoki czy warstwy wierzchniej ochronnej ale także zbadanie jej szczelności i zużycia w dłuższym przedziale czasowym.

Przedstawione badania przetworników indukcyjnych można wykorzystać także w nauczaniu przedmiotów technicznych. Duża popularność pakietów programowych takich jak DasyLab czy LabView powoduje zwiększenie zainteresowania studentów w tematyce kształcenia technicznego [12,13]. Umożliwia to wykorzystanie takich lub podobnych programów przez studentów do akwizycji danych pomiarowych z przetworników indukcyjnych lub do symulacji procesów pomiarowych [14,15,16] w laboratorium dydaktycznym szkoły i uczelni o profilu technicznym.

Bibliografia

1. LEWIŃSKA-ROMICKA, A. *Pomiary grubości powłok*. Warszawa: Biuro Gamma, 2001.
2. GŁOWACKA, M. *Inżynieria powierzchni. Powłoki i warstwy wierzchnie – wybrane zagadnienia*. Gdańsk: Skrypt Politechniki Gdańskiej, 2007.
3. BURAKOWSKI, T., WIERZCHOŃ, T. *Inżynieria powierzchni metali*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowo Techniczne, 1995.
4. BRONKIEWICZ, A., PTAK, P. *Wybrane aspekty metrologiczne metody pomiaru grubości warstw wierzchnich na podłożach ferromagnetycznych*. Zakopane-Kościelisko: PES-5 Postępy w Elektrotechnice Stosowanej, 2005, s. 283-290, ISBN 83-917161-5-5.
5. SMETANA, M., STRAPACOVA, T. *Detection capabilities evaluation of the advanced sensor types in Eddy Current Testing*. Przegląd Elektrotechniczny, 2013 nr 3a, s. 247-249, ISSN 0033-2097.
6. MAY, P., MORTON, D., ZHOU, E. *The design of a ferrite-cored probe*. Sensors and Actuators, A 136 s. 221-228.
7. PTAK, P., JANICZEK, R. *Przetworniki indukcyjnościowe w pomiarach grubości warstw wierzchnich*. Przegląd Elektrotechniczny, 2007 nr 1. 86- 90, ISSN 0033-2097.
8. PTAK, P., BOROWIK, L. *Diagnostyka zabezpieczeń antykorozyjnych na potrzeby elektroenergetyki*. Przegląd Elektrotechniczny, 2012 nr 9a, s. 142-145, ISSN 0033-2097.
9. BOROWIK, L., JANICZEK, R., PTAK, P. *Pomiary grubości powłok w diagnostyce powierzchni*. Pomiary Automatyka Kontrola, nr 06 2010, str. 644-647, ISSN 0032-4140.
10. JANICZEK, R., PTAK, P., WOJCIECHOWSKI, A. *Model i symulacja pomiaru prądu w napowietrznych liniach elektroenergetycznych do oceny zagrożenia środowiska wywołanego polem elektromagnetycznym*. Wiadomości Elektrotechniczne, nr 03 2009, str. 7-10, ISSN:0043-5112.
11. ZŁOTO, T., PTAK, P., PRAUZNER, T. *Analysis of signals from inductive sensors by means of the DasyLab software*. Annales UMCS Informatica, 2012, s. 31-37. ISSN 1732-1360, ISSN 1732-1360.
12. PTAK, P., PRAUZNER, T. *Badanie czujników detekcji zagrożeń w systemach alarmowych*. Przegląd Elektrotechniczny, Nr 10 2013, s. 274-276, ISSN 0033-2097.
13. PRAUZNER, T. *Zakłócenia elektromagnetyczne w elektronicznych systemach alarmowych*. Przegląd Elektrotechniczny, 2012 nr 12b, s. 205-208, ISSN 0033-2097.
14. PTAK, P., PRAUZNER, T. *Programy symulacyjne w inżynierii bezpieczeństwa*. Journal of Technology and Information Education, nr 1/2011, str. 292-296, ISSN 1803-537X.
15. PTAK, P. *Projektowanie i symulacja systemu pomiarowego do pomiaru temperatury*. Edukacja-Technika-Informatyka. Rzeszów: Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, 2013, s. 445-450, ISSN 2080-9069.
16. PRAUZNER, T. *Zastosowanie programów symulacyjnych w nauczaniu przedmiotów technicznych*, Prace Naukowe AJD, Edukacja Techniczna i Informatyczna, Tom I, Częstochowa: Wydawnictwo Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, 2006, s.121-128, ISSN 1897-4058.

Lectured by: Mgr. Martin Havelka, Ph.D., Mgr. Luděk Kvapil, Ph.D.

Contact Address:

Paweł Ptak, Dr, Ph.D.,

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, Polska, tel. +48 34 3250890, e-mail: p.ptak@o2.pl