

Ocena właściwości materiałów magnetycznych poddanych działaniu wodoru na podstawie analizy przebiegu dynamiki magnesowania

Streszczenie. W tym artykule przedstawiono i omówiono wyniki prac nad wykorzystaniem metod nieniszczących opartych na obserwacji przebiegu procesu magnesowania do oceny degradacji stali. Wyniki potwierdzają potencjał metod nieniszczących, takich jak pomiar przyrostowej przenikalności magnetycznej czy metoda szumów Barkhausena, do monitorowania postępu degradacji i przewidywania kluczowych uszkodzeń przed wystąpieniem krytycznych problemów.

Słowa kluczowe: Degradacja wodorowa, metoda szumów Barkhausena, histereza magnetyczna.

Ocena stanu stali poprzez monitorowanie przebiegu procesu magnesowania

Stale ferromagnetyczne mają szerokie zastosowanie w dzisiejszym przemyśle. W zależności od ich przeznaczenia muszą spełniać określone wymagania zarówno dotyczące właściwości mechanicznych, jak i magnetycznych. Materiały te odgrywają kluczową rolę w budowie maszyn elektrycznych, transformatorów, czujników oraz systemów magazynowania danych, podczas gdy ich wytrzymałość mechaniczna decyduje o trwałości i niezawodności konstrukcji. Istnieje jednak powiązanie pomiędzy tymi cechami — właściwości mechaniczne mogą wpływać na właściwości magnetyczne materiałów i odwrotnie. Przykładem może być deformacja plastyczna, która zmienia strukturę wewnętrzną materiału, wpływając na jego zdolność do przewodzenia strumienia magnetycznego. Mikrostruktura, w tym wielkość ziaren, dyslokacje oraz naprężenia wewnętrzne, wpływa zarówno na magnetyzację, jak i odporność na obciążenia mechaniczne. Dlatego monitorowanie zmian właściwości magnetycznych jest kluczowe w diagnostyce przemysłowej. Magnetyczne metody nieniszczące, np. pomiary histerezy magnetycznej czy metoda Barkhausena, pozwalają na wykrywanie zmian mikrostrukturalnych i uszkodzeń mechanicznych bez konieczności destrukcji materiału [1-5]. Zrozumienie relacji między właściwościami magnetycznymi a mechanicznymi pozwala na projektowanie bardziej wytrzymałych i efektywnych materiałów do zastosowań przemysłowych.

Uznanie:

Praca w części została zrealizowana w ramach projektu „Badania nad metodą wykrywania fazy martenzytycznej indukowanej naprężeniami w stalach nierdzewnych poprzez obserwację procesu magnesowania” współfinansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej – NAWA (Polska) oraz Ambassade de France en Pologne - Service de Coopération et d'Action Culturelle, Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères, Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation (Francja), w ramach projektu Polonium PHC nr BPN BFR 2024 1 00014.

Literatura

3. G. Psuj, C. G. Camerini, M. Maciusowicz and G. R. Pereira, "Evaluation of Hydrogen-Induced Degradation of Steel Through Multispectral Analysis of Magnetic Barkhausen Noise," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 60, no. 9, 2024, pp. 1-5
4. S. V. Grishakov, Yu. I. Archakov, V. P. Terent'ev, A. I. Kovalev, and O. B. Ershova, 'Barkhausen effect as a means of evaluating the hydrogen corrosion of steels', *Strength Mater.*, vol. 21, no. 4, pp. 535–540, Apr. 1989, doi: 10.1007/BF01529567.
5. L. Ceniga and L. Novák, 'The Magnetic Properties and the Barkhausen Noise of the Hydrogenated Fe-V-B Amorphous Alloy', *Acta Phys. Pol. A*, vol. 97, no. 3, pp. 611–614, Mar. 2000, doi: 10.12693/APhysPolA.97.611.
6. V. Skalskyi, O. Stankevych, and O. Dubytskyi, 'Estimation of effect of hydrogen on the parameters of magnetoacoustic emission signals', *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 454, pp. 375–385, May 2018, doi: 10.1016/j.jmmm.2018.01.089.
7. Z. Nazarchuk, V. Skalsky, and D. Rudavskyy, 'Influence of the Hydrogen Factor on the Variation of Barkhausen Effect Parameters in Ferromagnetic Materials'.

Autorzy: dr hab. inż. Grzegorz Psuj, dr inż. Michał Maciusowicz, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, e-mail: grzegorz.psuj@zut.edu.pl, michal.maciusowicz@zut.edu.pl; Cesar G. Camerini, Gabriela R. Pereira, Federal University of Rio de Janeiro, e-mail: cqcamerini@metalmat.ufri.br, gpereira@metalmat.ufri.br