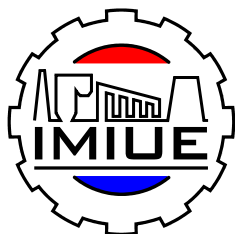




**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**



**Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki  
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych**

# **ROZPRAWA DOKTORSKA**

Krzysztof Fryczowski

## **Ocena stanu tworzywa metodami magnetycznymi**

promotor:  
**dr hab. inż. Maciej Roskosz**

Gliwice 2018

**OCENA STANU TWORZYWA METODAMI MAGNETYCZNYMI****STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono zagadnienia oceny stanu tworzywa na podstawie pomiarów efektu Barkhausena, składowych impedancji elektrycznej oraz natężenia własnego magnetycznego pola rozproszenia. Opisano wybrane, związane z poruszaną tematyką, zagadnienia elektromagnetyzmu, przedstawiono sygnały diagnostyczne i oparte na nich metody badawcze.

Głównym celem badań była analiza możliwości opracowania korelacji diagnostycznych umożliwiających określenie stanu naprężenia i deformacji, twardości oraz stanu zaawansowania procesu pełzania. Dążono do opracowania metodyki pozwalającej na opracowanie zależności korelacyjnych dla odwrotnych zagadnień magnetycznych metod badań nieniszczących. Opracowano aplikację **BEATa** (**B**arkhausen **E**mission **A**nalysis **T**oolkit), przeznaczoną do realizacji pomiaru, prezentacji graficznej i wielowariantowej analizy danych pomiarowych sygnału napięciowego efektu Barkhausena.

W ramach oceny stanu naprężenia czynnego stwierdzono, że wielkością ilościowo opisującą połowy efekt Barkhausena dającą największą możliwość opracowania korelacji diagnostycznych jest całkowita liczba zdarzeń  $NoE_{TOT}$ . Opracowano metodykę określania stanu naprężenia czynnego na podstawie wybranych parametrów ilościowo opisujących efekt Barkhausena oraz określono czynniki wpływające na zależność korelacyjną.

Badano wpływ naprężenia na wartości składowych impedancji obwodu RLC w którym rdzeniem uzwojenia pomiarowego jest obciążana próbka oraz na wartości składowych natężenia własnego magnetycznego pola rozproszenia WMPR. Uzyskane wyniki nie pozwalają na opracowanie jednoznacznej korelacji.

Przeprowadzono analizę możliwości identyfikacji stanu odkształcenia plastycznego stali austenitycznych z wykorzystaniem WMPR. W przypadku niektórych rodzajów stali obszary odkształcone plastycznie można rozróżnić na rozkładach składowych WMPR, jednak jednoznaczne określenie stopnia deformacji jest możliwe dopiero powyżej 10%-owego odkształcenia plastycznego.

W ramach oceny twardości stwierdzono, że zarówno w przypadku zmian twardości wskutek umocnienia odkształceniowego jak i obróbki cieplno-chemicznej szczególnie wysokim współczynnikiem determinacji  $R^2$  charakteryzują się rozkłady całkowitej liczby zdarzeń  $NoE_{TOT}$  w wybranych przedziałach napięcia progowego  $U_g$  oraz amplitudy periodogramów  $A_{FFT}$  dla wybranych przedziałów częstotliwości. Opracowano metodykę określania korelacji diagnostycznych mogących posłużyć w rozwiązywaniu zagadnień odwrotnych badań nieniszczących, polegających na określaniu twardości na podstawie wybranych parametrów ilościowo opisujących efekt Barkhausena. Możliwa jest wielowariantowa analiza sygnału diagnostycznego, co zwiększa pewność uzyskania prawidłowej wartości twardości.

Stwierdzono, że dla próbek wykonanych ze stali X12CrMoWVNbN10-1-1 proces pełzania wpływa na ilościowe cechy efektu Barkhausena i możliwe jest rozróżnienie dwóch skrajnych stanów tworzywa (stan dostawy, stan po pełzaniu). Największą różnicę między stanami stwierdzono dla wartości amplitudy  $A_{FFT}$  periodogramów FFT, przy czym próbki w stanie po pełzaniu mają wyraźnie wyższe wartości. Występują również wyraźne różnice wartości pola koercji  $H_C$  pomiędzy tworzywem w stanie dostawy i tworzywem po próbie pełzania. Proces pełzania powoduje spadek wartości pola koercji  $H_C$ . Analiza możliwości określenia stanu zaawansowania procesu pełzania wymaga dalszych badań.