

**Eugeniusz KORNATOWSKI**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Elektryczny,  
Katedra Przetwarzania Sygnałów i Inżynierii Multimedialnej

## **Wektorowa analiza drgań kadzi transformatora energetycznego**

**Streszczenie.** *W artykule opisano metodę analizy drgań kadzi transformatora w stanie ustalonym bez obciążenia. W zaproponowanej metodzie diagnostycznej wykorzystano pomiar wektora natężenia dźwięku w pobliżu powierzchni kadzi.*

**Abstract. (Vector vibration analysis of power transformer tank)** *The article describes the method of vibration analysis of a transformer tank in steady state, without load. The proposed diagnostic method uses the measurement of the sound intensity vector near of the tank surface.*

**Słowa kluczowe:** transformator, rdzeń, metoda wibroakustyczna.

**Keywords:** transformer, core, vibroacoustic method.

### **Wstęp**

Bezawaryjna eksploatacja transformatorów bezpośrednio przekłada się na stabilność działania elektroenergetycznego systemu przesyłowo-rozdzielczego, a jego niezawodne funkcjonowanie gwarantuje jakość i ciągłość dostaw energii elektrycznej do odbiorców. Pomimo relatywnie wysokiej niezawodności jednostek transformatorowych, szczególnie awarie katastrofalne, wiążą się z poważnymi konsekwencjami natury technicznej i ekonomicznej. Nie ulega zatem wątpliwości, że skuteczna diagnostyka i monitoring tych ważnych elementów systemu elektroenergetycznego ma niewątpliwie kluczowe znaczenie.

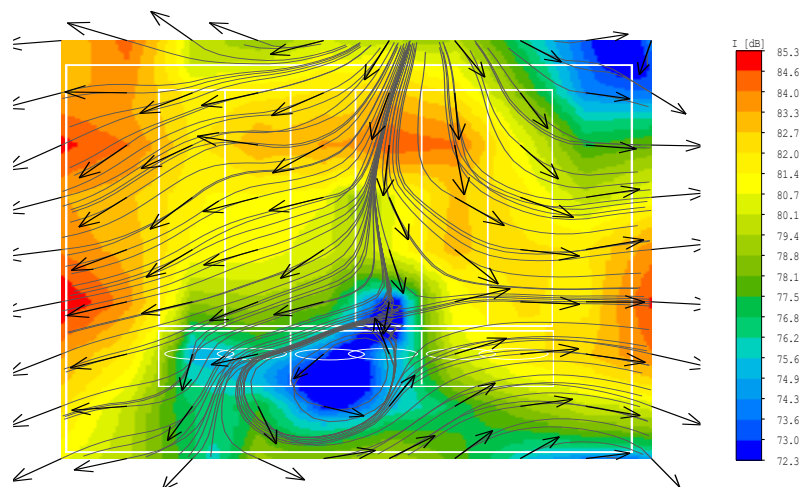
Diagnostyka wibroakustyczna transformatorów energetycznych nie wymaga wykonania inspekcji wewnętrznej jednostki i w związku z tym jest niezwykle atrakcyjna z ekonomicznego punktu widzenia.

### **Diagnostyka stanu mechanicznego rdzenia transformatora**

W stanie pracy ustalonej bez obciążenia główne źródło drgań konstrukcji transformatora to rdzeń. Dominuje wówczas zjawisko magnetostrykcji i analiza sygnału zarejestrowanego w tym stanie pracy daje możliwość oszacowania jakości technicznej samego rdzenia. Do celów diagnostyki stanu rdzenia wykorzystuje się analizę widma częstotliwościowego sygnału przyspieszenia drgań kadzi transformatora [1, 2]. Sygnał ten rejestrowany jest z wykorzystaniem czujnika akcelerometrycznego, przymocowanego do powierzchni kadzi diagnozowanej jednostki. Podstawowy problem, to wybór miejsca ulokowania czujnika. W przypadku analizy porównawczej, gdzie w określonych odstępach czasowych (np. jeden rok) diagnozowany jest konkretny egzemplarz – czujnik mocowany jest zawsze w tym samym miejscu. Inne rozwiązanie, to stosowanie wielu czujników i uśrednianie wyników pomiarów. Dużo bardziej atrakcyjne wydaje się zatem zastosowanie metody pozwalającej na uzyskanie „obrazu akustycznego” powierzchni kadzi.

### **Zastosowanie badań metodą natężenia dźwięku do wektorowej analizy pola akustycznego**

Pomiary natężenia dźwięku wykonano przy pomocy sondy natężeniowej, metodą skaningu przy powierzchni kadzi. Siatka stałych punktów pomiarowych umożliwia uzyskanie zbioru danych do wyznaczenia wartości mocy akustycznej wypromieniowanej przez każdą z jednostkowych powierzchni, na które podzielono skanowany obszar 2-D. Na rysunku 1 pokazano wynik skanowania akustycznego czołowej ściany kadzi przykładowego transformatora dla częstotliwości drgań 100 Hz.



Rys.1. Obraz akustyczny (natężenie dźwięku) powierzchni kadzi transformatora przy częstotliwości 100 Hz.

Badania natężenia dźwięku wykonano metodą stałych punktów pomiarowych, oceniając składowe przestrzenne wektora natężenia  $x$ ,  $y$  i  $z$ . Pomiary prowadzono w płaszczyźnie o wymiarach 6 m x 4,5 m równoległej do czołowej strony transformatora, ułożonej w odległości 0,2 m od czoła kadzi. Płaszczyznę pomiarową podzielono na 90 jednostkowych powierzchni o polach 0,6 m x 0,5 m każda.

### Wnioski

Wykonane badania eksperymentalne dobitnie dowodzą, że kadź transformatora drga niejednorodnie. Wykorzystanie pojedynczego czujnika akcelerometrycznego do kontrolowania amplitudy przyspieszenia drgań może prowadzić do błędnych wniosków diagnostycznych.

### Literatura

1. Borucki S., *Time-frequency analysis of mechanical vibrations of the dry type power transformer core*, Acta Physica Polonica A, Volume: 120, Issue: 4, 2011, pp. 571-574.
2. Shengchang J., Lingyu Z., Yanming L. *Study of transformer tank vibration characteristics in the field and its application*, Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review) 2/2011, pp. 205-211.

**Autor:** dr inż. Eugeniusz Kornatowski; Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. 26 Kwietnia 10, 71-126 Szczecin, e-mail: [korn@zut.edu.pl](mailto:korn@zut.edu.pl).