

**Adam Decner, Artur Polak**  
BOBRME Komel, Katowice

## KRYTERIA OCENY STANU TECHNICZNEGO IZOLACJI ZWOJOWEJ METODĄ ROZMYTEJ FALI NAPIĘCIOWEJ

### WEAR ESTIMATION CRITERIA OF TURN TO TURN INSULATION WITH FUZZY VOLTAGE WAVE METHOD

**Abstract:** Condition diagnostic of turn-to-turn insulation, using the method of fuzzy wave is based on breaking the passage of current in the circuit with tested coil or winding what generate a voltage wave. This voltage is exactly the same on each turn. The frequency of generated voltage depends solely on the parameters of the winding, not on the supply and parameters of insulation, what is described in [1] and [3]. Described method is a supplement of diagnostic method of main insulation with DC voltage, named method of prof. Glinka.

#### 1. Wstęp

Diagnozowanie stanu izolacji zwojowej z wykorzystaniem metody tzw. fali rozmytej polega na wygenerowaniu napięcia w badanym uzwojeniu w chwili wyłączaniu prądu stałego. Napięcie to rozkłada się równomiernie na poszczególnych zewojach. Częstotliwość generowanego napięcia zależy wyłącznie od parametrów uzwojenia, parametrów izolacji zwojowej uzwojenia, co opisano szczegółowo w [1] i [3].

Opracowana metoda stanowi uzupełnienie stosowanej od wielu lat kompleksowej oceny izolacji głównej tzw. metodą prof. Glinki w skład której wchodzi:

- wartość rezystancji  $R_{60}$  przy  $U_N$ ,
- współczynnik absorpcji układu elektroizolacyjnego  $i_{p15}/i_{p60}$ ,
- poziom wahań prądu upływu  $i_{p60max}/i_{p60min}$  dla stanu ustalonego,
- wykres odbudowy pięcia  $U_{odb}=f(t)$ .

Wspomniana metoda diagnostyki izolacji głównej została zamknięta skalą oceny stanu izolacji [3], a dostępność aparatury pomiarowej niezbędnej do wykonania pomiarów powoduje wzrost jej popularności.

Podobne cele stawia się przed diagnozowaniem izolacji zwojowej metodą fali rozmytej.

#### 2. Krótki opis realizacji pomiarów w metodzie fali rozmytej

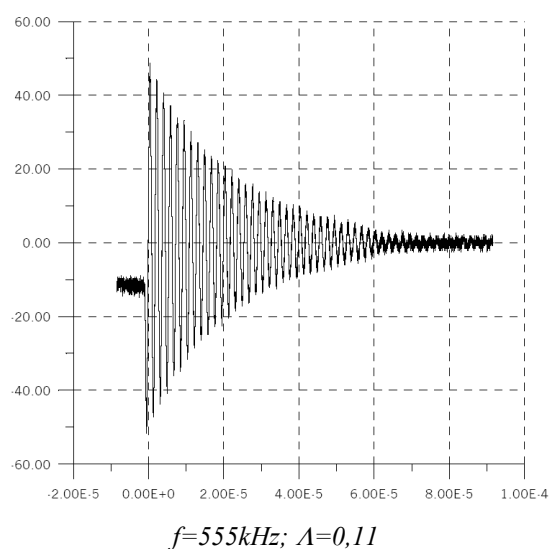
Proponowana metodyka realizacji badań polega na zasileniu badanego obwodu prądem stałym o wartości z przedziału 5 - 10% wartości prądu znamionowego badanej maszyny (w miarę możliwości pomiaru uzwojeń każdej fazy prze-

prowadzamy oddzielnie, w przypadku braku takiej możliwości pomiary można wykonać na uzwojeniach połączonych ze sobą.

Ocenę stanu technicznego uzwojenia przeprowadza się w oparciu o następujące wielkości:

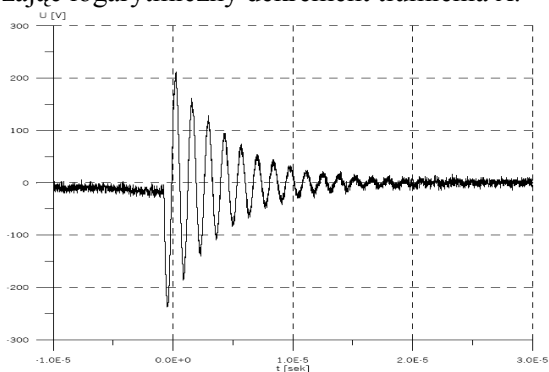
- częstotliwość napięcia indukowanego,
  - kształt napięcia indukowanego,
  - tłumienie napięcia indukowanego,
- po wyłączeniu prądu probierczego.

Na poniższych rysunkach przedstawiono zarejestrowane przebiegi napięcia, które wyindukowało się na cewkach o izolacji zwojowej w różnej kondycji technicznej:



Rys. 1. Przebieg czasowy napięcia na cewce silnika Sh355H2C o zdrowej izolacji zwojowej

Stopień tłumienia przebiegu określono wyznaczając logarytmiczny dekrement tłumienia  $\Lambda$ .



$$f=737,6\text{kHz}; \Lambda=0,35$$

Rys. 2. Przebieg czasowy napięcia na cewce silnika SZDVC198rE o zużytej izolacji zwojowej

### 3. Próba oceny stopnia degradacji izolacji zwojowej na podstawie analizy wyników pomiarowych

Przykładowe wyniki pomiarów zestawiono w Tabeli 1. Cewka została tak spreparowana, aby było możliwe modelowanie osłabiania izolacji zwojowej.

Tabela 1.

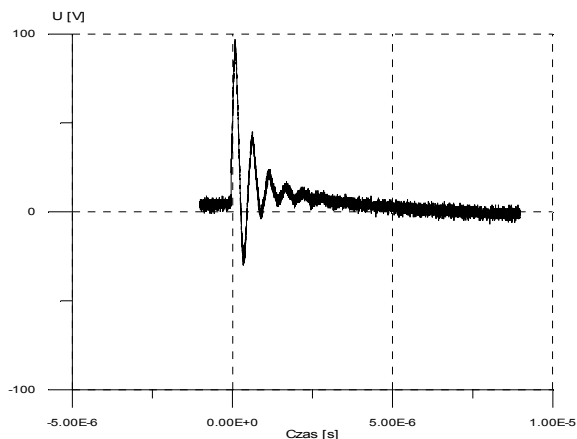
Pomiary częstotliwości generowanego napięcia przy różnych wartościach rezystancji  $R_D$  rezystancja bocznikująca 1/3 uzwojenia cewki

Lp	$R_D$	$f$	$\Lambda$
	k $\Omega$	kHz	
1	—	541	0,16
2	100000	598	0,18
3	10000	595	0,18
4	1000	586	0,20
5	100	588	0,19
6	10	587	0,21
7	<1	543	0,54

Jak można zauważyć, uzyskane wyniki pomiarów pozwalają ocenić uszkodzenie izolacji zwojowej.

Ocena ta może być przeprowadzona w odniesieniu do pomiarów uzyskanych na identycznych cewkach (pomiar uzwojeń silnika wielofazowego - pomiar każdej cewki oddzielnie), lub diagnoza może zostać wydana na podstawie trendu zmian zaobserwowanego w określonej perspektywie czasu.

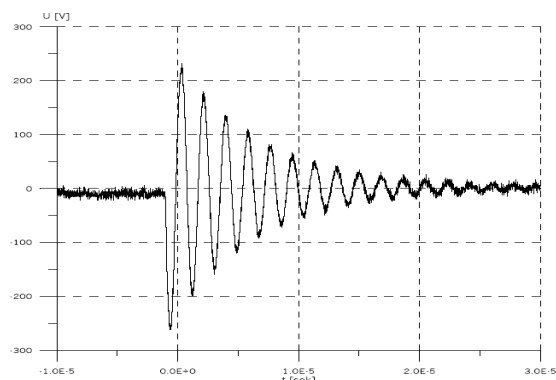
W przypadku realizacji tzw. pomiaru punktowego możliwe jest wykrycie jedynie izolacji całkowicie zniszczonej, co zaprezentowano graficznie na rysunku 3.



$$f=1942,0\text{kHz}; \Lambda=0,55$$

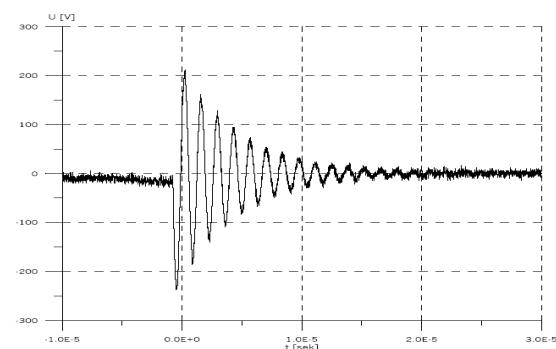
Rys. 3. Przebieg czasowy napięcia na cewce silnika o zniszczonej izolacji zwojowej

W przypadku izolacji zużytej o obniżonych parametrach technicznych określenie poziomu tego zużycia jest praktycznie niewykonalne w przypadku pomiaru punktowego, co można zauważyć porównując wyniki prezentowane na rysunkach 4 i 5.



$$f=541\text{kHz}; \Lambda=0,31$$

Rys. 4. Przebieg czasowy napięcia na cewce uzwojenia stojana silnika „SZDVC198rE”, - uzwojenie nowe



$$f=737,6\text{kHz}; \Lambda=0,35$$

Rys. 5. Przebieg czasowy napięcia na cewce uzwojenia stojana silnika SZDVC198rE, - uzwojenie zużyte

#### 4. Wnioski

Tworzenie metody pomiarowej wymaga licznych badań i ciągłej weryfikacji uzyskanych wyników.

Przedstawiana metoda diagnostyczna rozmytej fali napięciowej jest naturalnym rozszerzeniem tzw. metody prof. Glinki.

Na chwilę obecną proponowana metoda badań izolacji zwojowej z wykorzystaniem rozmytej fali napięciowej posiada następujące kryteria oceny i warunki wykonania próby:

- 1) ustalona wartość przerywanego prądu stałego powinna zawierać się w granicach 5 - 10% prądu znamionowego badanej maszyny,
- 2) każda faza badanej maszyny powinna być badana oddzielnie,
- 3) wzrost częstotliwości napięcia indukowanego po wyłączeniu prądu probierczego o więcej niż 5% (przy zachowaniu kształtu przebiegu – świadczy o pogorszeniu się izolacji zwojowej uzwojenia,
- 4) wzrost logarytmicznego dekrementu tłumienia powyżej 0,4 świadczy o pogorszeniu się izolacji zwojowej uzwojenia.

#### 5. Literatura

[1]. A.Decner, T. Glinka, A. Polak, *kryteria oceny zużycia izolacji zwojowej* Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne NR 81/2009 str.51.

[2]. A. Decner, T. Glinka, A. Polak, J. Zawilak: *Izolacja zwojowa – badania diagnostyczne*. Przegląd Elektrotechniczny nr 12/2008.

[3]. Zgłoszenie patentowe P 382388. *Układ pomiarowy i metoda badania izolacji zwojowej*. BOBRME Komel.

[4]. Glinka T.: *Klasyfikacja stopnia zużycia izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych*. Przegląd Elektrotechniczny PL ISSN 0033-2097 Nr 0/2004, str. 852-855.