



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

**OPIS PATENTOWY
PATENTU TYMCZASOWEGO**

112 190

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

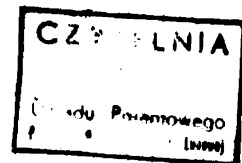
Int. Cl.² G01R 33/02

Zgłoszono 27.04.78 (P. 206426)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono 26.03.79

Opis patentowy opublikowano 31.03.1982



Twórcy wynalazku Józef Nowaczyński

Uprawniony z patentu tymczasowego: Instytut Energetyki, Warszawa (Polska)

**Sposób pomiaru strumieni magnetycznych
w masywnych magnetycznych elementach
konstrukcji urządzeń energetycznych**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru strumieni magnetycznych w masywnych magnetycznych elementach konstrukcji urządzeń energetycznych takich, jak transformatory dużej mocy, umożliwiające rozdzielenie i niezależny pomiar strumieni dwustronnych symetrycznych i niesymetrycznych, występujących w przeciwnych powierzchniowych warstwach stali tych elementów.

Dotychczasowe sposoby pomiaru strumieni magnetycznych w masywnych magnetycznych elementach konstrukcji urządzeń energetycznych polegają na zastosowaniu metody pomiaru natężenia pola magnetycznego miniaturowymi pasami Rogowskiego, metody termometrycznej określania natężenia pola, metody pomiaru wypadkowego strumienia w przekroju badanego elementu za pomocą cewek nawijanych w płaszczyźnie tego przekroju, zwanej metodą cewek, oraz metody pomiaru natężenia pola czujnikami Halla. Wymienione metody mają istotne wady, ograniczające zakres ich zastosowań, a mianowicie:

Pomiar miniaturowymi pasami Rogowskiego może być stosowany w przypadkach dwustronnych magnetycznych pól symetrycznych jak i niesymetrycznych. Pomiar taki daje jednak zadowalające rezultaty tylko przy równomiernych rozkładach pól na powierzchni. Natomiast metoda termometryczna może być wykorzystywana jedynie do badania równomiernych pól jednostronnych oraz dwustronnych symetrycznych. Metodą cewek daje rezultat w postaci średniej wartości

2

strumienia, przypadającej na jednostkę długości obwodu cewki. Przy odpowiednim doborze wymiarów cewki i średnicy otworów służących do jej nawinięcia, wynik pomiaru strumieni symetrycznych może być uznany jako punktowy. Jednakże metoda ta, podobnie jak metoda termometryczna, zawodzi w przypadku dwustronnych pól niesymetrycznych. Ostatnią z wymienionych metod — pomiar czujnikami Halla — praktycznie nie może być stosowana w badaniach pól magnetycznych wewnątrz urządzeń energetycznych, ze względu na szereg trudności montażowych.

Celem wynalazku jest umożliwienie wykonywania pomiarów dwustronnych strumieni zarówno symetrycznych jak i niesymetrycznych w masywnych elementach magnetycznych przy identycznej dokładności odwzorowania pól nierównomiernych jak w metodzie cewek.

Podstawą do opracowania wynalazku jest fakt, iż przy grubościach masywnych elementów magnetycznych stosowanych w urządzeniach energetycznych (na ogół powyżej 0,005 m) strumienie magnetyczne występują praktycznie tylko w powierzchniowych warstwach stali i nie zachodzą na siebie. Fakt ten umożliwia rozdzielenie i niezależny pomiar każdego ze strumieni przeciwnych warstw powierzchniowych.

Cel wynalazku osiągnięto przez opracowanie sposobu pomiaru strumieni magnetycznych, polegającego na tym, że w badanym masywnym elemencie magnetycznym rozdzielanie strumieni dwustronnych uzyskuje się za pomocą bocznika magnetycznego, wykonanego z

identycznego materiału jak element badany i przyspawanego do tego elementu ciągłą dookólną spoiną magnetyczną, a pomiar rozdzielonych strumieni odbywa się za pomocą przestrzennego systemu cewek, nawiniętych w elemencie badanym i w boczniku poprzez wywiercone do tego celu otwory. System cewek umożliwia niezależne wykonanie analizy harmonicznego rozdzielonych strumieni na podstawie przebiegów siły elektromotorycznej indukowanej w cewkach, wyznaczenie interesujących wartości tych strumieni i ich składowych oraz określenie ich przesunięć fazowych.

Zaletą sposobu według wynalazku jest to, że umożliwia on skuteczne rozdzielanie strumieni dwustronnych i — dzięki temu — uzyskanie wyniku pomiaru rozdzielonych strumieni z wystarczającą dla celów technicznych i naukowych dokładnością. Sposób ten może być stosowany do pomiaru strumieni w elementach o rozmaitych kształtach przy dowolnych rzeczywistych rozkładach pól magnetycznych na powierzchni.

Sposób pomiaru według wynalazku jest wyjaśniony na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia miejsce pomiaru sposobem według wynalazku w widoku od strony bocznika magnetycznego, a fig. 2 — przekrój A—A z fig. 1, pokazujący element badany.

Pokazany na rysunku bocznik magnetyczny 2 jest przyspawany do badanego elementu 1 ciągłą dookólną spoiną magnetyczną 3. Obecność przyspawanego bocznika, wykonanego z identycznego materiału magnetycznego jak element badany, powoduje przesunięcie do bocznika jednego z dwóch strumieni występujących w elemencie badanym, to jest rozdzielanie dwustronnych strumieni elementu badanego. Pomiar pozostałego w elemencie badanym strumienia i strumienia przesuniętego do bocznika odbywa się za pomocą cewek 4, 5, 6 i 7 nawiniętych poprzez otwory wykonane w elemencie badanym i boczniku oraz kanał dystansowy 8 wyfrezowany w boczniku od strony elementu badanego.

Zasadą rozdzielania strumieni dwustronnych za pomocą bocznika magnetycznego zobrazowano na rysunku na przykładzie k -tych harmonicznich składowych x jednostkowych strumieni dwustronnych φ_{1kx1} i φ_{1kx2} , tj. strumieni przypadających na jednostkę długości l . Na rysunku przedstawiono także zasadę określania modułu $|\varphi_{1kz}|$ k -tej harmonicznego jednostkowego strumienia od strony bocznika.

W sposobie pomiaru według wynalazku wielkością mierzoną bezpośrednio za pomocą analizatora harmonicznego, oscyloskopu lub wektoromierza jest siła elektromotoryczna indukowana w cewkach pod wpływem strumieni. Poszczególne harmoniczne prostopadłych do płaszczyzny cewki składowych x lub y strumienia objętego cewką oblicza się ze znanego wzoru:

$$\varphi_k = \frac{E_k}{4,44 k f z} \text{ (Wb)},$$

w którym

φ_k — oznacza amplitudę k -tej harmonicznego strumienia w weberach,

E_k — wartość skuteczną k -tej harmonicznego siły elektromotorycznej w woltach,

$k = 1, 2, 3, \dots$ rząd harmonicznego,

f — częstotliwość podstawowej harmonicznego siły elektromotorycznej w hercach,

z — liczbę zwojów cewki.

Wartość k -tej harmonicznego strumienia jednostkowego oblicza się z zależności:

$$\varphi_{1k} = \frac{\varphi_k}{l} \text{ (Wb/m)},$$

w której:

l — oznacza rozstawienie otworów w metrach.

Zastosowanie w powyższej zależności wymiaru l uwzględnia deformujący wpływ otworów na rozkład strumienia w ich sąsiedztwie.

W szeregu przypadków praktycznych przesunięcia fazowe k -tych harmonicznich składowych strumienia są niewielkie i mogą być pominięte. Dotyczy to zwłaszcza podstawowej harmonicznego strumienia, odgrywającej główną rolę w przenoszeniu mocy czynnej na pokrycie strat w stali elementów konstrukcyjnych. W związku z tym moduły poszczególnych harmonicznich mogą być obliczone ze związków:

— dla strumienia jednostkowego w elemencie badanym

$$|\varphi_{1k1}| \cong \sqrt{\varphi_{1kx1}^2 + \varphi_{1ky1}^2}$$

— dla strumienia jednostkowego w boczniku

$$|\varphi_{1k2}| \cong \sqrt{\varphi_{1kx2}^2 + \varphi_{1ky2}^2}$$

Sposób pomiaru według wynalazku zastosowano badań skomplikowanych rozkładów pola elektromagnetycznego w stali belek jarzmowych transformatora dużej mocy. Badania wykazały duże walory użytkowe tego sposobu.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób pomiaru strumieni magnetycznych w masywnych magnetycznych elementach konstrukcji urządzeń energetycznych, umożliwiający rozdzielanie i niezależny pomiar strumieni dwustronnych symetrycznych i niesymetrycznych, występujących w przeciwnych powierzchniowych warstwach stali tych elementów, **znamienny tym**, że w badanym masywnym elemencie magnetycznym (1) dwustronne strumienie magnetyczne rozdziela się za pomocą bocznika magnetycznego (2), wykonanego z identycznego materiału jak element badany i przyspawanego do tego elementu ciągłą dookólną spoiną magnetyczną (3), a pomiar rozdzielonych strumieni wykonuje się za pomocą przestrzennego systemu cewek (4, 5, 6 i 7) nawiniętych w elemencie badanym (1) i w boczniku magnetycznym (2).

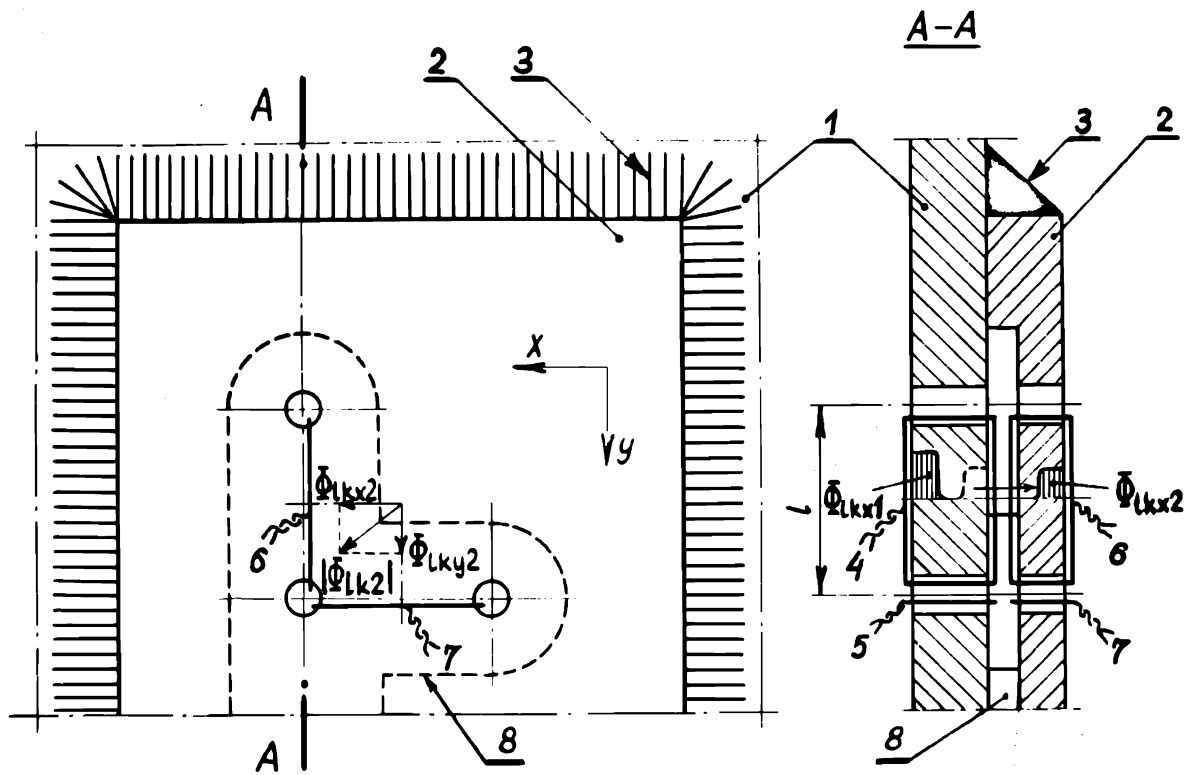


Fig. 1

Fig. 2