

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 43025

Kl. 21 d² 49**Zygmunt Gogolewski**

Gliwice, Polska

Arkadiusz Puchała

Katowice-Ochojec, Polska

Uzwojenie o minimalnych stratach na ciepło Joule'a, w szczególności do transformatora, cewki prądu zmiennego lub pieca indukcyjnego

Patent trwa od dnia 21 stycznia 1959 r.

Straty energii występujące w uzwojeniach transformatorów lub cewek prądu zmiennego dzielą się zasadniczo na dwie części: na tzw. straty podstawowe i dodatkowe.

Straty podstawowe zależne są od wartości oporu czynnego uzwojenia, mierzonego prądem stałym. Straty dodatkowe, powstające na skutek zjawiska wypierania prądu, wzrastają wraz z częstotliwością i szerokością przekroju przewodów tworzących uzwojenie, mierzoną w kierunku prostopadłym do kierunku linii indukcji magnetycznej.

Istotą wynalazku jest taki dobór przekrojów w poszczególnych warstwach uzwojenia, aby straty całkowite, powstające w uzwojeniu, były minimalne przy zachowaniu stałych wymiarów gabarytowych cewki i niezmiennego ciężaru materiału przewodzącego. Dla osiągnięcia tego

celu uzwojenie wielowarstwowe wykonuje się w ten sposób, że poszczególne warstwy uzwojenia nawinięte są przewodem profilowym o różnej szerokości promieniowej.

Szerokość przewodów w poszczególnych warstwach uzwojenia wyznacza się z warunków na minimum funkcjonału J , utworzonego z sumy strat podstawowych i dodatkowych, które spełniają się wówczas, gdy wariacja funkcjonału jest równa zero:

$$\delta J(y_1, y_2 \dots y_i \dots y_n) = 0$$

gdzie

$$J = J_{\text{podst}}(y_1, y_2 \dots y_i \dots y_n) + J_{\text{do}}(y_1, y_2 \dots y_i \dots y_n)$$

przy czym symbol J oznacza zależność funkcjonalną dla sumy strat. Współrzędne warstw y_i wyznaczają krawędzie przekrojów i przedsta-

wione są na fig. 1. Litera „i” jest indeksem oznaczającym numer warstwy.

$$J_{\text{podst}}(y_1, y_2 \dots y_i \dots y_n)$$

oznacza straty podstawowe jako funkcjonal układów współrzędnych warstw,

$$J_{\text{dod}}(y_1, y_2 \dots y_n)$$

— straty dodatkowe jako funkcjonal układów współrzędnych warstw.

Praktycznie współrzędne warstw wyznacza się z układu równań

$$\frac{\partial J}{\partial y_i} = 0 \text{ dla } i = 1, 2, \dots, n$$

Ze związków tych można otrzymać stosunki między szerokościami przekrojów w sąsiednich warstwach uzwojenia, co pozwala na zaprojektowanie uzwojenia o minimalnych stratach na ciepło Joule'a.

Inną korzyścią wynikającą z wynalazku jest bardziej równomierny rozkład strat na ciepło Joule'a w uzwojeniu, przez co największy gradient temperatury, szkodliwy dla izolacji, posiada mniejszą wartość od odpowiedniej wartości dla uzwojenia, nawiniętego przewodem o tej samej szerokości we wszystkich warstwach. Na przykład dla pewnego siedmiowarstwowego miedzianego uzwojenia cylindrycznego według wynalazku dla prądu 50 Hz rozkład szerokości przekrojów wynosi:

$$10; 7,4; 6; 5,23; 4,68; 4,28; 3,96 \text{ (mm)}$$

W porównaniu z równoważnym uzwojeniem siedmiowarstwowym o jednakowej dla wszystkich warstw szerokości profili 5,94 mm tak wykonanego, że ciężary miedzi i wymiary zewnętrzne uzwojenia pozostają identyczne, uzwojenie według wynalazku wykazuje obniżenie się strat w miedzi o około 20% przy częstotliwości 50 Hz a 24,5% przy częstotliwości 60 Hz.

Na fig. 1—6 przedstawiono przykłady zastosowania wynalazku, przy czym fig. 1 wyjaśnia sposób stopniowania zewnętrznej cewki uzwojenia cylindrycznego, fig. 2 przedstawia wykonanie cewki wewnętrznej według wynalazku, fig. 3 — wykonanie wewnętrznej i zewnętrznej cewki według wynalazku, fig. 4 — cewkę uzwojenia krążkowego, wykonaną według wynalazku, gdzie stopniowanie jest zgodne z wyżej wymienioną zasadą tj. prostopadle do kierunku linii indukcji pola rozproszenia uzwojenia krążko-

wego. Na fig. 4 przedstawiono szczególny przypadek uzwojenia krążkowego symetrycznego, a fig. 5 — przypadek wykonania cewki uzwojenia krążkowego z fig. 4 z tą różnicą, że cewka jest wykonana w postaci dwóch półcewek. Fig. 4 i 5 przedstawiają wykonanie tylko jednej cewki uzwojenia krążkowego według wynalazku z tym, że uzwojenie krążkowe może być wykonane w podobnych alternatywach jak uwidoczniono dla uzwojenia cylindrycznego. Zgodnie z zasadą wynalazku rozkład przekrojów cewki przyjmie ogólnie postać przedstawioną na fig. 6. W ogólności oś symetrii pola rozproszenia nie pokrywa się z geometryczną osią symetrii figury przekroju uzwojenia, przez co rozkład szerokości przekrojów cewki nie jest symetryczny.

Każde szczególne rozwiązanie i charakter stopniowania określony jest podanym wyżej układem równań.

W celu uproszczenia produkcji transformatorów i cewek według wynalazku można stosować znormalizowane szerokości profili, najbliższe szerokościom, wyznaczonym powyższym układem równań.

Zastrzeżenia patentowe

1. Uzwojenie o minimalnych stratach na ciepło Joule'a w szczególności do transformatora, cewki prądu zmiennego lub pieca indukcyjnego, znamienne tym, że każda warstwa uzwojenia jest wykonana przewodem o innej szerokości przekroju mierzonych ortogonalnie do kierunku pola rozproszenia uzwojenia i określonej układem równań

$$\frac{\partial J}{\partial y_i}, \text{ gdzie } i = 1, 2, \dots, n,$$

albo każda warstwa wykonana jest przewodem, zbliżonym wymiarami do wyznaczonego powyższym wzorem.

2. Uzwojenie według zastrz. 1, o postaci cylindrycznej, znamienne tym, że szerokości przekrojów w cewce zewnętrznej wzrastają od szczeliny między uzwojeniami w kierunku zewnętrznym, a w cewce wewnętrznej od szczeliny w kierunku wewnętrznym, przy czym stopniowana jest bądź jedynie cewka wewnętrzna, bądź też obydwie cewki lub w podobnych alternatywach stopniowane są cewki układów wielouzwojeniowych.

3. Uzwojenie według zastrz. 1 w postaci krążkowej, znanym tym, że szerokości przekrojów są celowo różne w poszczególnych warstwach krążkowych grupy, w kierunku

osiowym uzwojenia, tak aby uzyskać minimum strat na ciepło Joule'a.

Zygmunt Gogolewski
Arkadiusz Puchała

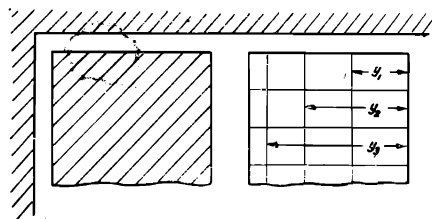


Fig. 1

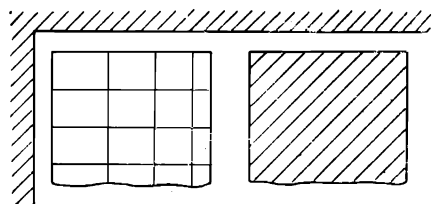


Fig. 2

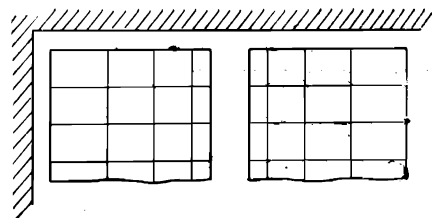


Fig. 3

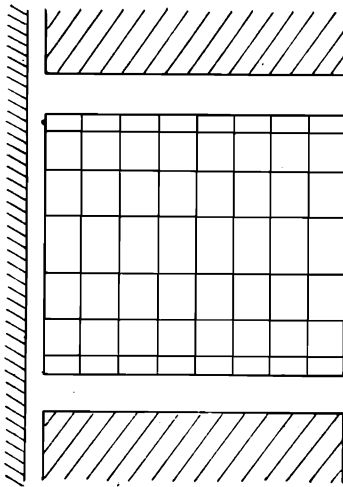


Fig. 4

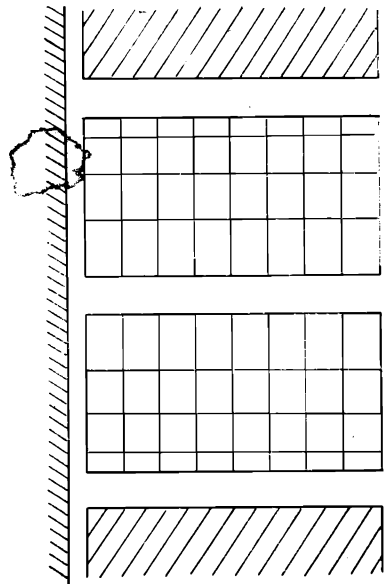


Fig. 5

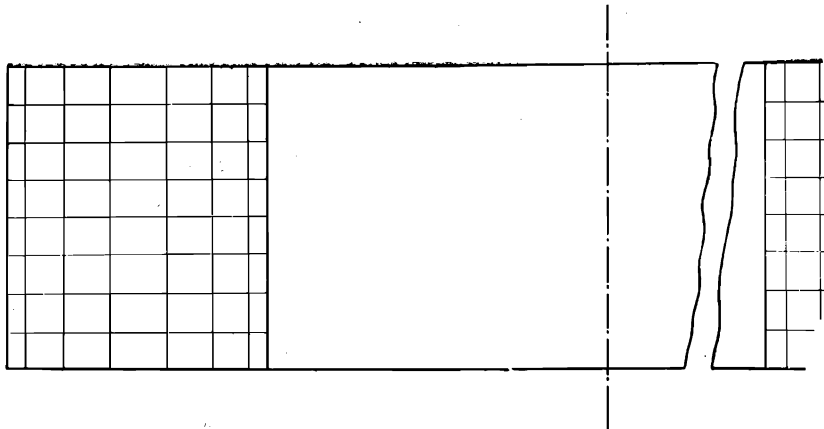


Fig. 6