

Dławiki Wieloszczelinowe w Technologii ElhandCutCoreTM

Elementy indukcyjne w energoelektronice pracują w warunkach obecności prądów wyższych harmonicznych oraz prądów o częstotliwościach wynikających z kluczowania półprzewodników. Przykładami zastosowań są indukcyjności pasywnych i aktywnych filtrów oraz dławiki silnikowe, pracujące na wyjściu przemienników częstotliwości [1,2]. Trudne warunki pracy dławików wywołują szereg problemów technicznych. Dławiki indukcyjne są często źródłem hałasu, zakłóceń elektromagnetycznych i nadmiernych strat mocy. Artykuł przedstawia własności dławików z rdzeniami wieloszczelinowymi wykonanymi w innowacyjnej technologii ElhandCutCoreTM przeznaczonych do pracy w aplikacjach energoelektronicznych.

Strumień rozproszenia dławika

Złożonym zagadnieniem projektowym jest prawidłowe określenie strat mocy dławika. Powodem trudności jest występowanie strumienia rozproszenia wokół szczelin powietrznych w rdzeniu. Strumień ten wywołuje dodatkowe straty mocy w rdzeniu, elementach konstrukcyjnych rdzenia a nawet w uzwojeniu dławika. W skrajnym przypadku rozproszenie dławika może być tak duże, iż strumień rozproszenia będzie sprzęgał się z ferromagnetycznymi elementami znajdującymi się w pobliżu dławika (np. obudowa) wywołując w nich straty mocy. Straty tak powstające mogą mieć charakter wiropądowy i histerezy [3]. Klasycznym rozwiązaniem technologicznym ograniczającym straty w rdzeniu jest zastosowanie materiału magnetycznego o bardzo wąskiej pętli histerezy co zapewnia niskie straty histerezy oraz pakietowanie rdzenia z izolowanych blach o możliwie małej grubości w kierunku przebiegu strumienia. Taka technologia doskonale sprawdza się w rdzeniach transformatorowych. W przypadku rdzeni dławików gdzie mamy do czynienia z nieciągłością rdzenia w miejscach szczelin powietrznych samo pakietowanie i dobry materiał magnetyczny już nie wystarcza. W obszarach przyszczelinowych występuje zmiana kierunku przebiegu strumienia, a tym samym bardzo intensywne generowanie strat o podłożu wiropądowym w materiale rdzenia, uzwojeniu oraz elementach przewodzących znajdujących się w zasięgu strumienia [4, 5].

Liniowość charakterystyki magnetycznej dławika jest ważnym parametrem użytkowym. Osiągnięcie wymaganej liniowości wymusza zastosowanie szerokich szczelin powietrznych w rdzeniu, co prowadzi do zwiększenia strat mocy i wzrostu temperatury, zwłaszcza w obszarach przyszczelinowych. Występowanie znacznych różnic temperatury pomiędzy poszczególnymi obszarami rdzenia, uzwojenia czy konstrukcji dławika jest bezpośrednim następstwem powstawania w nich dodatkowych strat mocy. W przypadku klasycznej konstrukcji rdzeni dławikowych niełatwo wyznaczyć wartości strat i temperatury metodami analitycznymi. Trudno wyliczalne dodatkowe straty mocy związane z nadmiernym strumieniem rozproszenia wokół szczelin, którego źródłem są prądy o częstotliwościach harmonicznych i modulacji PWM, mogą przewyższać straty podstawowe występujące w rdzeniu i uzwojeniu dławika.

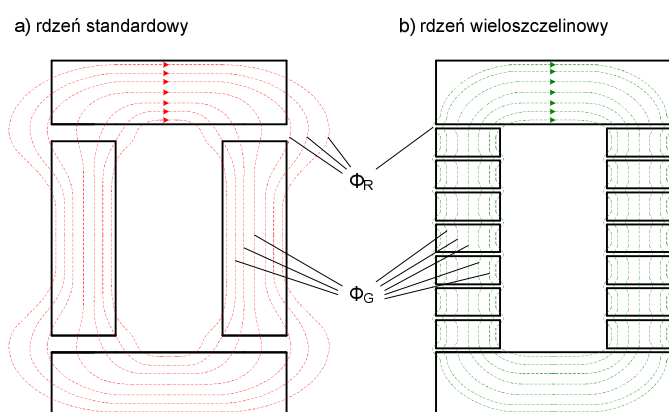
Na rdzeń magnetyczny przemagnesowywany okresowo działają siły magnetyczne i magnetostrykcyjne. Siły wytwarzają zmienne naprężenia w blachach rdzenia i wywołują drgania elementów konstrukcji, czego konsekwencją jest fala akustyczna wokół dławika [6]. Wielkość sił magnetycznych i magnetostrykcyjnych zależy od maksymalnych, lokalnych wartości indukcji magnetycznej, szczególnie w obszarach gdzie występują zaburzenia kierunku przebiegu strumienia w rdzeniu. Lokalnie w rdzeniu może dochodzić do znacznego wzrostu indukcji. Okresowe nasycanie fragmentów magnetowodu i związane z tym tworzenie się lokalnych

¹ m.lukiewski@elhand.pl

ognisk strat i drgań są trudne do opanowania bez dokładnej analizy modelu cieplnego dławika i rdykalnych zmian w technologii produkcji rdzeni.

Rdzeń w technologii ElhandCutCore™

W wyniku prac rozwojowych i badań prowadzonych w firmie ELHAND Transformatory Sp. z o.o., powstała innowacyjna technologia produkcji rdzeni wieloszczelinowych ElhandCutCore™. Wieleletnia praktyka produkcyjna oraz analizy rozkładu pola magnetycznego w rdzeniu pozwoliły stworzyć technologię produkcji rdzeni dławikowych, znacznie ograniczającą lub całkowicie eliminującą wszystkie wymienione problemy techniczne.



Rys.1 Przebieg stumienia w rdzeniu: a) standardowym, b) wieloszczelinowym
 Φ_G -strumień główny, Φ_R -strumień rozproszenia

Rdzeń wykonany w technologii ElhandCutCore™ pozwala uzyskać stałą wartość indukcyjności w szerokim zakresie zmian prądu dławika (liniowość magnetyczną), ogranicza hałas generowany przez dławik oraz eliminuje zewnętrzne pole magnetyczne. Dzięki czemu zmniejszeniu ulegają straty dodatkowe w rdzeniu, uzwojeniu i elementach konstrukcyjnych. Rozmieszczenie w rdzeniu odpowiedniej sekwencji szczelin powietrznych w połączeniu z precyzyjnym wyznaczeniem ich szerokości pozwala kształtować rozkład pola elektromagnetycznego wewnątrz i na zewnątrz rdzenia (Rys.1). Podział szczeliny powietrznej zmniejsza niekorzystne oddziaływanie strumienia rozproszenia oraz pozwala uzyskać równomierny rozkład indukcji w rdzeniu dławika.

ELHAND Transformatory Sp. z o.o. produkuje wysokiej jakości, niskostratne dławiki z rdzeniami wieloszczelinowymi w technologii ElhandCutCore™

znajdujące zastosowanie min.w energoelektronice, przemyśle górnictwym, transporcie kolejowym, energetyce wiatrowej.

Literatura

- [1] Łukiewski M., Dławiki silnikowe, Wiadomości Elektrotechniczne, 3 (2001)
- [2] Morozow I., Łukiewski M., Dławiki współpracujące z energooszczędnymi przemiennikami częstotliwości., Napędy i Sterowanie, 5-6 (2005)
- [3] Dąbrowski M., Analiza obwodów magnetycznych. Straty mocy w obwodach. PWN, Poznań(1981)
- [4] Roshen W. A. Fringing Field Formulas and Winding Loss Due to an Air Gap, IEEE Trans. on Magn., vol.43, no.8 (2007)
- [5] Bossche A., Cekov Valchev V., Improved calculation of winding losses in gapped inductors, Journal of Applied Physics 97, 10Q703 (2005)
- [6] Łukiewski M., Hałas dławików indukcyjnych, Napędy i Sterowanie, 12 (2008)

