

Model dławika kubkowego cz.2

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego

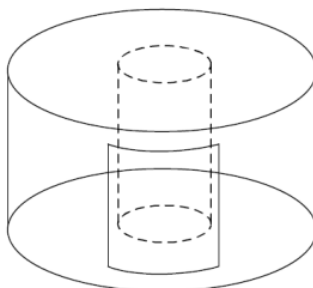
ver. 09.11.2015

Jarosław Guziński, Marcin Morawiec

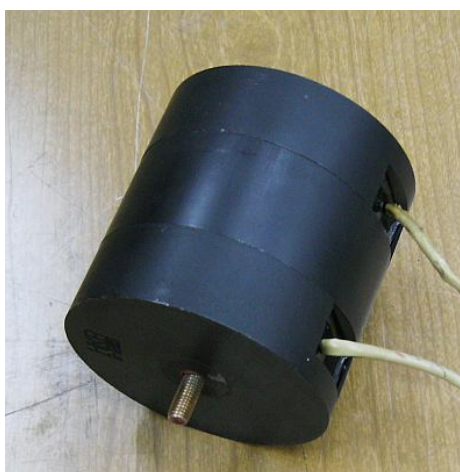
1. Opis

Celem ćwiczenia jest przygotowanie modelu oraz wykonanie obliczeń i ich analizy dla dławika kubkowego przy wykorzystaniu języka skryptowego Lua.

Dławik z rdzeniem kubkowym przedstawiono na rys. 1.



a)

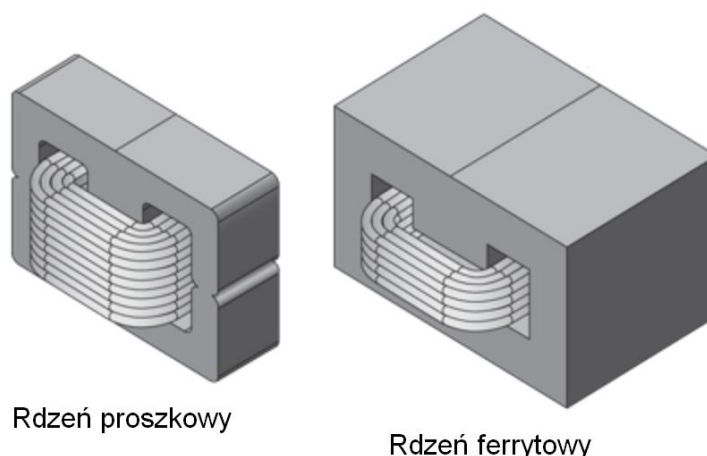


b)

Rys. 1. Dławik kubkowy: a) rysunek rdzenia, b) widok gotowego dławika

2. Opis

Rdzeń dławika jest rdzeniem proszkowym żelaznym (ang. *iron powder core*). Materiał rdzenia wykonywany jest z rozdrobnionego żelaza w specjalnych urządzeniach mielących. Drobiny żelaza mają rozmiar od 5 do 200 μm . Pokrywane są materiałem izolacyjnym, o grubości od 0.1 do 3 μm , zapewniającym separację galwaniczną. Tak przygotowany materiał jest formowany w prasach. Rdzenie proszkowe charakteryzują się dużą indukcją nasycenia ($B_{\text{sat}}=0,5-1,9 \text{ T}$), dużą rezystywnością ($\rho=1 \text{ }\Omega\text{m}$) oraz zmniejszonymi stratami na prądy wirowe. Szczelina powietrzna rozłożona jest w całej objętości rdzenia. Przenikalność względna materiału μ_r jest z zakresu od 10 do 550. Maksymalna temperatura pracy dochodzić może do 175-200 $^{\circ}\text{C}$. jej przekroczenie powoduje uszkodzenie materiału izolacyjnego i powstanie zwarcie między drobinami żelaza. Rdzenie proszkowe stosowane są w układach przetwornic impulsowych o dużej częstotliwości przełączeń. W porównaniu z innymi materiałami stosowanymi w takich aplikacjach są konkurencyjne cenowo oraz umożliwiają zmniejszenie wymiarów urządzenia – rys. 2.



Rys. 2. Porównanie wymiarów dławika z rdzeniem proszkowym i ferrytowym zaprojektowanych do identycznych warunków pracy

W ćwiczeniu należy wykorzystać rdzenie proszkowe produkowane przez firmę HaKRon (*HKR - Elektronischer Gerätebau GmbH*) dostępne na stronie: <http://www.hkrweb.de/> [1].

Dostępnych jest 5 rodzajów materiałów proszkowych oznaczonych: PA2, PA3, PA6, PB5 oraz PC3. Średnice dławików to: 60 mm, 80 mm, 100 mm, 120 mm, 150 mm i 175 mm. Dla każdej ze średnic dławika określana jest przez producenta możliwa do wybrania wysokość dławika. Dostępne średnice dławików wykonane z różnych materiałów podano w tab. 1.

Tab. 1. Oferowane przez HKR średnice dławików wykonanych z różnych materiałów [1]

Średnica dławika [mm]	Materiał			
60	PA2	PA6	PB5	PC3
80	PA2	PA6	PB5	PC3
100	PA2	PA6	PB5	PC3
120	PA2	PA6	PB5	PC3
150	PA2	PA6	-	PC3
175	PA2	PA6	-	PC3

3. Program ćwiczenia

Ćwiczenie wykonuje się dwoma sposobami:

- a. Tworząc nowy projekt bezpośrednio w programie FEMM i przeprowadzając obliczenia i analizę podobnie jak w ćwiczeniu 1.
 - b. Tworząc skrypt w Lua, który automatycznie generuje wyniki analizy.
1. Otworzyć nowy projekt – do rozwiązania problem magnetyczny.
 2. Zdefiniować nowy materiał ferromagnetyczny wpisując charakterystykę magnesowania B-H.
 3. Zdefiniować jedną cewkę nawiniętą drutem miedzianym. Przyjąć gęstość prądu $4\text{A}/\text{mm}^2$ oraz współczynnik wypełnienia okna miedzią $k_{\text{cu}} \leq 0.3$.

4. Dobrać liczbę zwojów i prąd tak, aby uzyskać maksymalną indukcję w rdzeniu zbliżoną do indukcji nasycenia B_{sat} podanej w karcie katalogowej (ang. *saturation induction*).
5. W programie FEMM:
 - a. narysować rozkład indukcji dławika w przekroju prostopadłym do osi symetrii,
 - b. odczytać maksymalną wartość indukcji w rdzeniu i określić w którym miejscu występuje,
 - c. odczytać indukcyjność i rezystancję uzwojenia,
 - d. sprawdzić uzyskany współczynnik wypełnienia okna miedzią.
6. Na podstawie stałej A_L podanej w karcie katalogowej rdzenia oraz przyjętej liczby zwojów obliczyć indukcyjność dławika. Porównać z wartością uzyskaną w programie FEMM.
7. Obliczyć analitycznie maksymalną indukcję w rdzeniu i porównać z wartością uzyskaną w programie FEMM.
Maksymalną indukcję można obliczyć z zależności:

$$B_{\text{max}} = \frac{L \cdot I_{\text{max}}}{N \cdot A_e} \quad (1)$$

gdzie: L jest indukcyjnością dławika, I_{max} jest maksymalną wartością prądu dławika, N jest ilością zwojów natomiast A_e jest polem przekroju czynnego rdzenia. Parametr A_e podawany jest w karcie katalogowej.

4. Literatura

1. HKR Elektrotechnischer Gerätebau GmbH: *Finnovation in material and form. Technical data*. Germany, 2008. (<http://www.hkrweb.de/> - *Data_book-E.pdf*)
2. Kazimierczuk M.K.: *High-frequency magnetic components*. John Wiley & Sons, 2009.
3. Xiaoguang Zheng, Tomoyuki Ishimine, Shinichiro Yamamoto, Terukazu Tokuoka, Shingo ohashi, Kenji Matsunuma, Hiroyuki Fujikawa and Toshikatsu Hayasaki: *Downsized High-Heat-Dissipation Choke Coil Designed with Powder Cores*. SEI Technical Review, No 75, OCTOBER 2012.
4. Konopiński T., Pac R.: *Transformatory i dławiki elektronicznych urządzeń zasilających*. WNT, Warszawa 1979.