

Jerzy SMAK

Instytut Podstawowych Problemów Elektrotechniki i Energoelektroniki
Politechniki Śląskiej

BADANIA EKSPERYMENTALNE DŁAWIKA NOWEGO TYPU Z PODMAGNESOWANIEM

Streszczenie. Przedstawiono wyniki obliczeń harmonicznych prądu w uzwojeniu głównym dławika wykonane metodą analityczną i numeryczną, wyniki pomiarów, ich analizę i wnioski.

1. WSTĘP

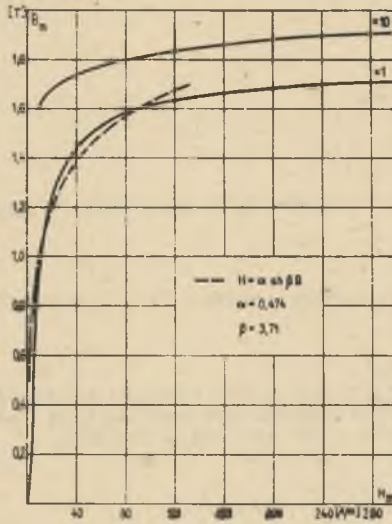
Dla dławika omówionego w pracach [1, 2] przedstawia się wyniki obliczeń i pomiarów harmonicznych prądu w uzwojeniu głównym dławika. Obliczenia wykonano metodą analityczną i numeryczną dla modelu fizycznego dławika, na którym dokonano następnie pomiarów. Przedstawiono graficzne zestawienie wyników obliczeń i pomiarów, co pozwala na krótkie podsumowanie przeprowadzonych badań.

2. OBLICZENIA I POMIARY

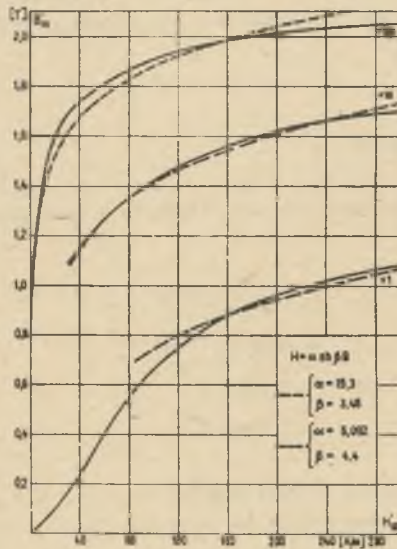
Obliczenia i pomiary wykonano dla dławika o następujących parametrach konstrukcyjnych:

$$\begin{aligned}z &= 300 \text{ zw,} & s &= 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \\z_g &= 400 \text{ zw,} & s' &= 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \\l &= 0,147 \text{ m,} & R &= 0,98 \Omega, \\l' &= 0,272 \text{ m,} & L_{rg} &= 0,01413 \text{ H.}\end{aligned}$$

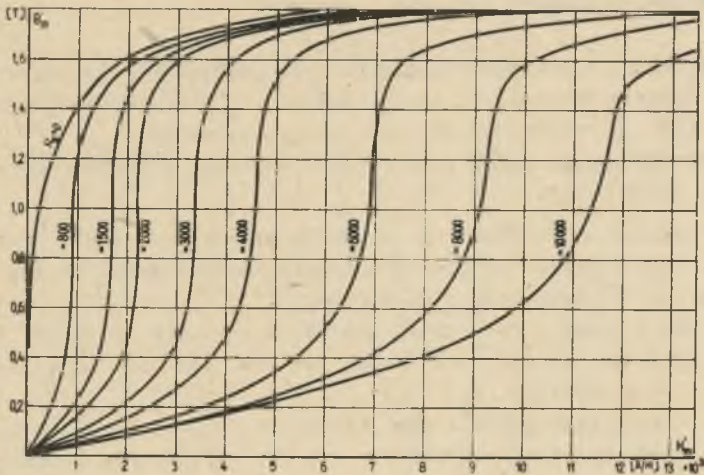
Dane magnetyczne rdzenia przedstawiono na rys. 1 i 2 w postaci dynamicznych charakterystyk magnesowania rdzenia $B_m = f(H_m)$ i $B'_m = f(H'_m)$ oraz rodziny dynamicznych krzywych magnesowania przy podmagnesowaniu $B'_m = f(H'_m, H_m)$ na rys. 3.



Rys. 1. Dynamiczna charakterystyka magnesowania $B_m = f(H_m)$ wraz z aproksymacją



Rys. 2. Dynamiczne charakterystyki magnesowania $B'_m = f(H'_m)$ wraz z aproksymacjami $H = 15,3 sh (3,45 B)$ dla $I_s = 0$ i $H = 5,092 sh (4,4 B)$ dla $I_s \neq 0$



Rys. 3. Rodzina dynamicznych charakterystyk magnesowania $B'_m = f(H'_m, H_S)$ dla różnych wartości $H_S = \text{const.}$

Obliczenia i pomiary przeprowadzono dla wybranych wartości napięcia zasilania uzwojenia głównego U , przy ustalonych wartościach prądu podmagnesowania I_S .

Oznaczenia parametrów konstrukcyjnych i pozostałych wielkości są zgodne z oznaczeniami użytymi w pracy [1].

Przy aproksymacji dynamicznych charakterystyk magnesowania rdzenia przedstawionej na rys. 1 i 2 metodą analityczną [1, 2] wykonano obliczenia harmonicznych prądu w uzwojeniu głównym dławika $i(t)$ bez uwzględnienia i z uwzględnieniem indukcyjności rozproszenia L_{rg} . Indukcyjność rozproszenia L_{rg} uwzględniono w ten sposób, że dla ustalonej wartości prądu podmagnesowania I_S przy danym napięciu zasilania U wyznaczono ponownie wartości amplitud indukcji B_m i B'_m . Uwzględniono przy tym spadek napięcia spowodowany i harmoniczną obliczonego uprzednio prądu $i(t)$ na indukcyjności L_{rg} . Dla tak wyznaczonych wartości amplitud indukcji B_m i B'_m ponownie obliczono metodą analityczną [1] harmoniczne prądu $i(t)$.

Na podstawie metody numerycznej wyznaczania przebiegu prądu $i(t)$ dławika [1, 2] wykonano program obliczeń na EMC [2]. Według tego programu przeprowadzono obliczenia numeryczne harmonicznych prądu $i(t)$ dławika dla danych magnetycznych rdzenia dławika z rys. 1 i 3 przy ww. parametrach konstrukcyjnych i wielkościach U oraz I_S .

Pomiary harmonicznych prądu dławika $i(t)$ wykonano za pomocą analizatora harmonicznych^{x)} oraz watomierza.

^{x)} Prototyp analizatora harmonicznych wykonany w Instytucie Podstawowych Problemów Elektrotechniki i Energoelektroniki Politechniki Śląskiej przez L. Czarneckiego.

3. PORÓWNANIE WYNIKÓW POMIARÓW I OBLICZEŃ

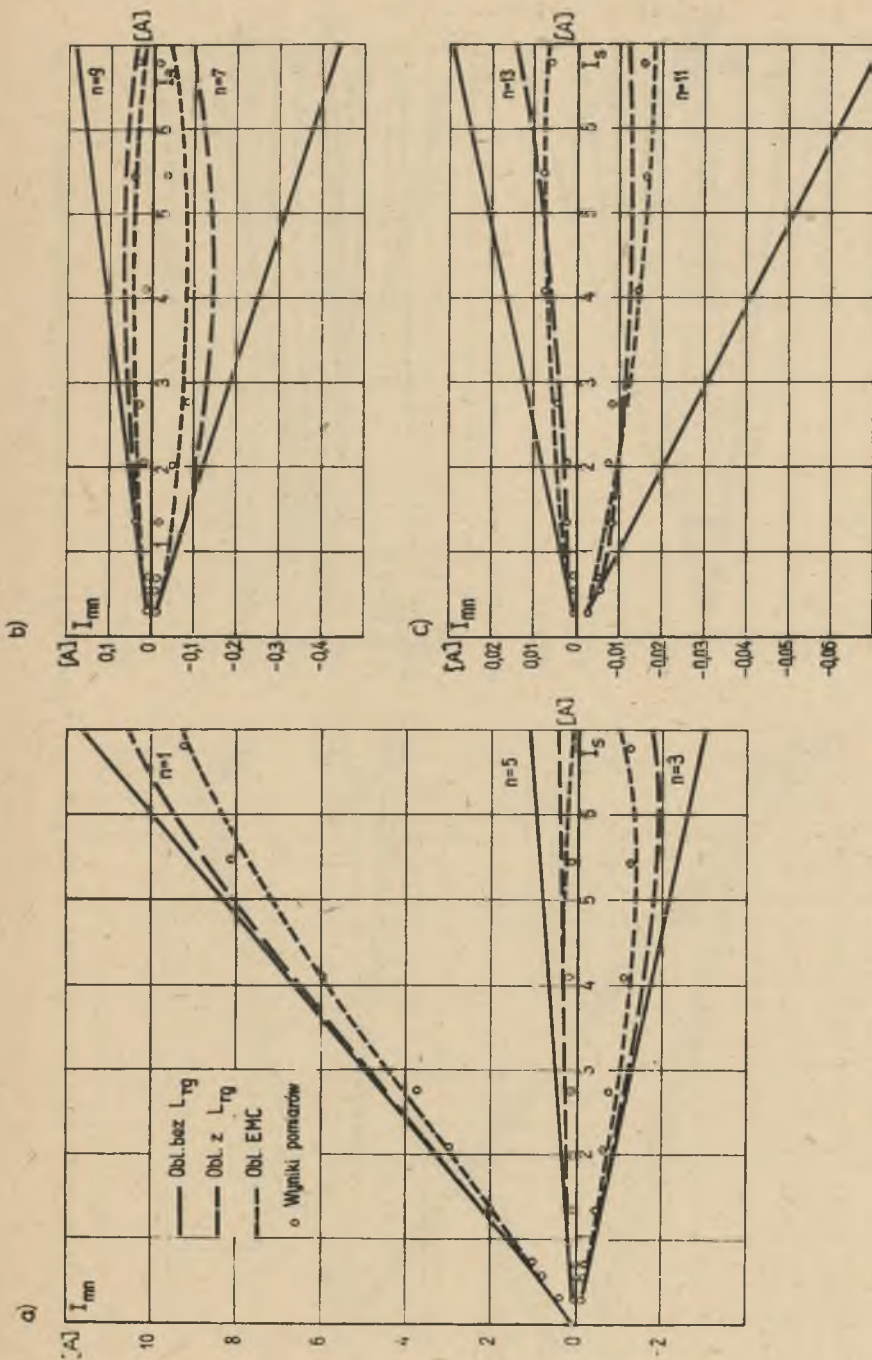
Na rys. 4, 5, 6 przedstawiono w postaci graficznej zestawienie wyników obliczeń i pomiarów amplitud harmonicznych I_{mn} prądu uzwojenia głównego dławika $i(t)$ w zależności od prądu podmagnesowania I_B .

Z przeprowadzonego porównania wyników obliczeń i pomiarów wynikają następujące stwierdzenia:

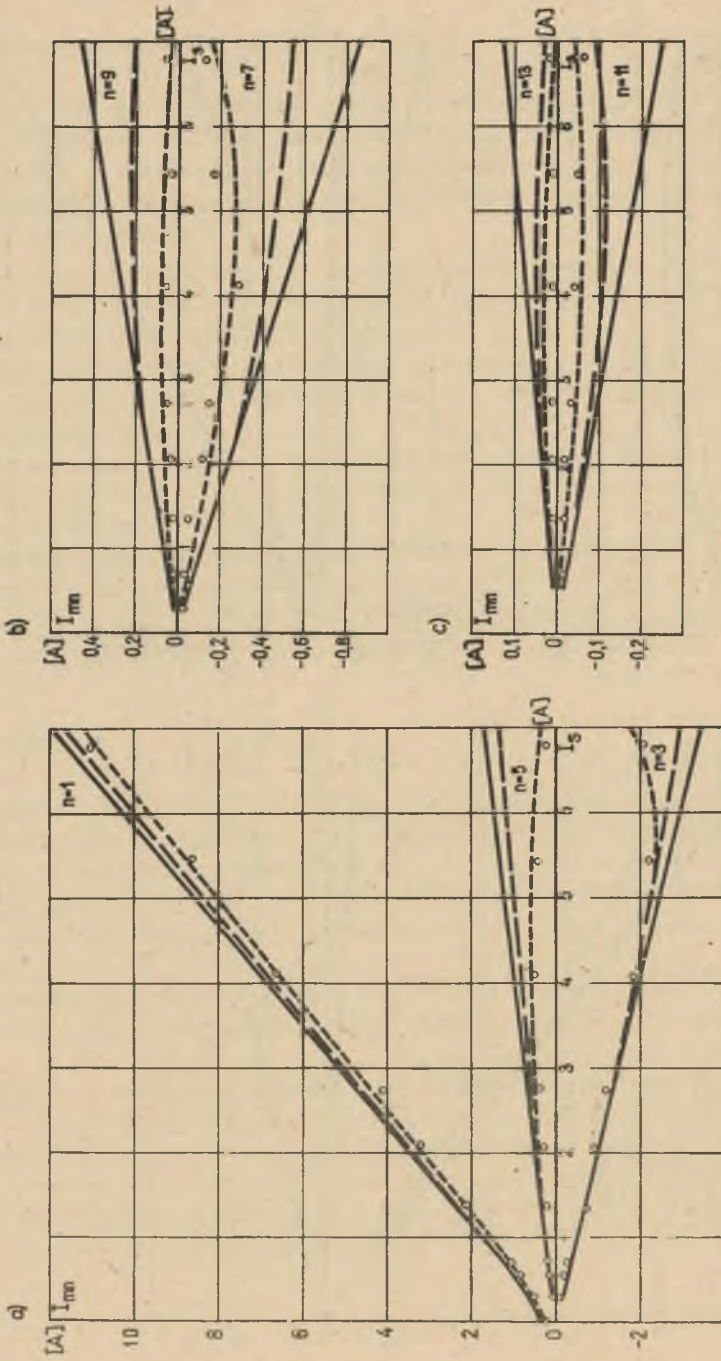
- a) Wzrost napięcia zasilania U powoduje wzrost amplitud harmonicznych prądu I_{mn} , z tym że amplitudy wyższych harmonicznych rosną szybciej niż amplituda harmonicznej podstawowej.
- b) Ze wzrostem rzędu harmonicznej następuje regresja amplitudy.
- c) Amplituda harmonicznej podstawowej jest w zasadzie proporcjonalna do prądu podmagnesowania I_B .
- d) Metoda analityczna pozwala dość dokładnie wyznaczyć pierwszą harmoniczną prądu dławika, natomiast w miarę wzrostu rzędu harmonicznej dokładność obliczeń maleje.
- e) Dokładność obliczeń analitycznych wzrasta przy uwzględnieniu spadku napięcia na indukcyjności rozproszenia L_{rg} .
- f) Dla wyższych harmonicznych prądu dławika dokładność obliczeń numerycznych jest zdecydowanie większa niż obliczeń analitycznych.

4. WNIOSKI

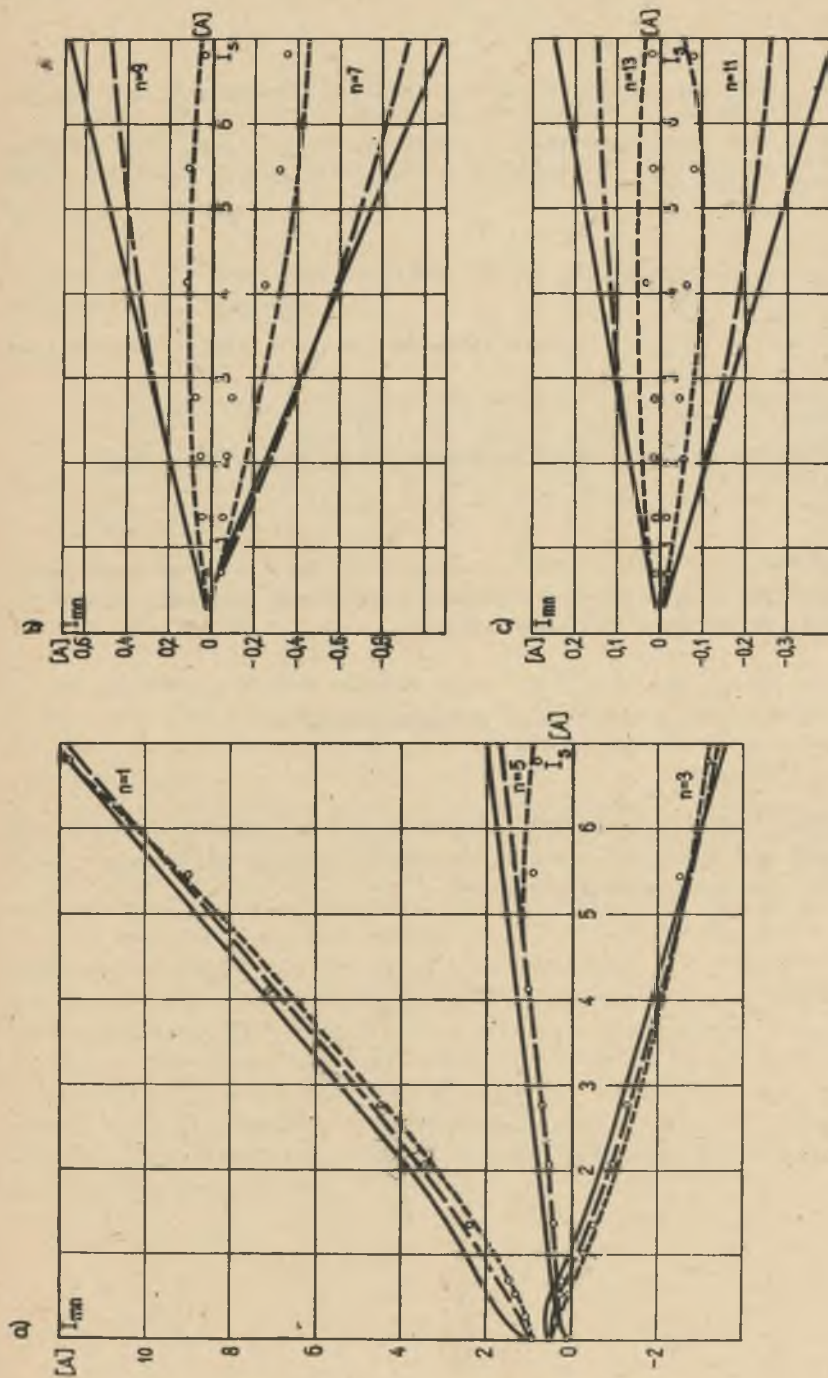
- a) Dokładność obliczeń analitycznych zależy głównie od dokładności aproksymacji krzywej magnesowania rdzenia oraz uwzględnienia spadku napięcia na indukcyjności rozproszenia L_{rg} .
- b) Metoda analityczna daje ocenę bardziej jakościową niż ilościową wpływu poszczególnych parametrów i wielkości na wyższe harmoniczne prądu dławika.
- c) Proponowana metoda numerycznego wyznaczenia przebiegu prądu dławika pozwala na osiągnięcie zadowalających z punktu widzenia praktyki wyników.
- d) Możliwe jest zmniejszenie zawartości wyższych harmonicznych w prądzie dławika przy prawie niezmienniej harmonicznej podstawowej przez zwiększenie indukcyjności rozproszenia uzwojenia głównego L_{rg} .
- e) Przy wyeliminowaniu trzeciej harmonicznej z prądu (np. układy trójfazowe bez przewodu neutralnego) możliwe jest otrzymanie regulowanej reaktancji o małym odkształceniu prądu.



Rys. 4. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń dla napięcia zasilania uzwojenia głównego dławika $U = 96$ V



Ryc. 5. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń dla napięcia zasilania uzwojenia głównego dławika $U = 144 \text{ V}$



Rys. 6. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń dla napięcia zasilania uzwojenia głównego dławika $U = 192$ V

LITERATURA

- [1] Smak J.: Nowy typ dławika z podmagnesowaniem traktowany jako regulowanie reaktancji. ZN Politechniki Śląskiej, Elektryka 79, 1982.
- [2] Smak J.: Statyczny kompensator z dławikami nowego typu do nadążnej kompensacji szybkich zmian mocy biernej. Rozprawa doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1981.

Wpłynęło do redakcji 24 VI 1981 r.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Tadeusz Glinka

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЕАКТОРА НОВОГО ТИПА С ПОДМАГНИЧИВАНИЕМ

Резюме

Представлены результаты расчетов гармонических тока главной катушечной обмотки реактора, полученных аналитическим и численным методами, результаты измерений, их анализ и возникшие выводы.

EXPERIMENTAL TESTS OF A NEW TYPE OF SATURABLE REACTOR

Summary

Calculation results of current components of the reactor main winding by analytical and numerical methods, results of experimental tests, their analysis and conclusions were presented.