

szłość, w której będą oddawane do eksploatacji układy elektroenergetyczne na napięcia > 1000 kV powinna dać odpowiedź czy rozwiązania te są już dostatecznie dojrzałe.

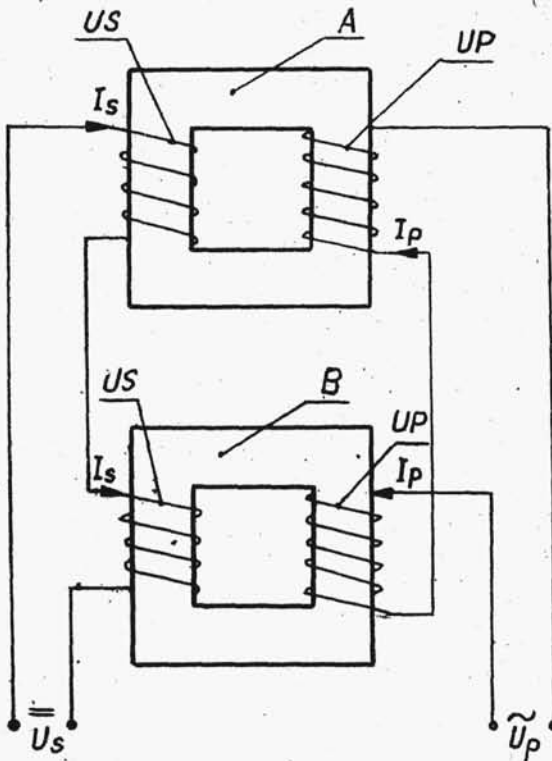
2. TRANSDUKTORY

2.1. Wiadomości wstępne

Przekładniki prądu stałego (transduktory) są stosowane do pomiaru prądu w obwodach wysokonapięciowych prądu stałego oraz w obwodach niskonapięciowych prądu stałego w przypadku bardzo dużych wartości prądu, gdy pomiar bocznikami jest u-

trudniony.

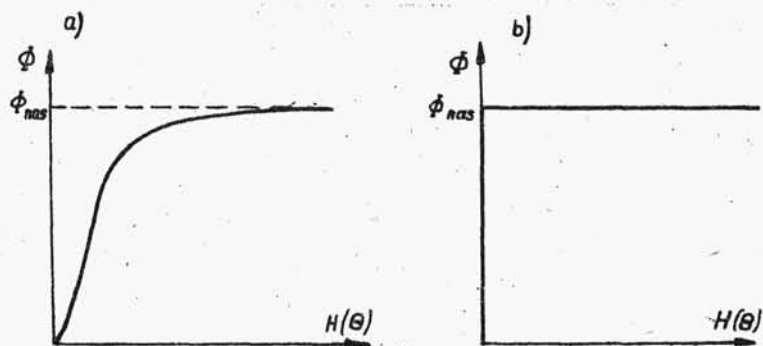
Idea przekładnika prądu stałego jest przedstawiona na rys. 2.1. Przekładnik składa się z dwóch rdzeni magnetycznych (A i B), przy czym na każdym rdzeniu nawinięte są dwa uzwojenia: pierwotne - prądu stałego (US) oraz wtórne - prądu przemiennego (UP). Przy dużych prądach uzwojenie prądu stałego ma tylko jeden zwój ($z_s = 1$). Uzwojenia prądu stałego, przez które przepływa mierzony prąd, są połączone szeregowo i zgodnie (tj. koniec uzwojenia pierwszego rdzenia z początkiem uzwojenia drugiego rdze-



Rys.2.1. Ideowy schemat transduktora
AB - rdzenie, US - uzwojenie prądu
stałego, UP - uzwojenie prądu prze-
miennego.

nia), natomiast uzwojenia wtórne (prądu przemiennego) są połączone również szeregowo ale przeciwsobnie i przyłączone do pomocniczego źródła prądu przemiennego U_p .

Rdzenie magnetyczne przekładnika są wykonane z blach o dużej przenikalności magnetycznej, tak, że rzeczywista krzywa magnesowania (rys.2.2a) może być dla uproszczenia rozważań zastąpiona charakterystyką idealną (rys.2.2b).



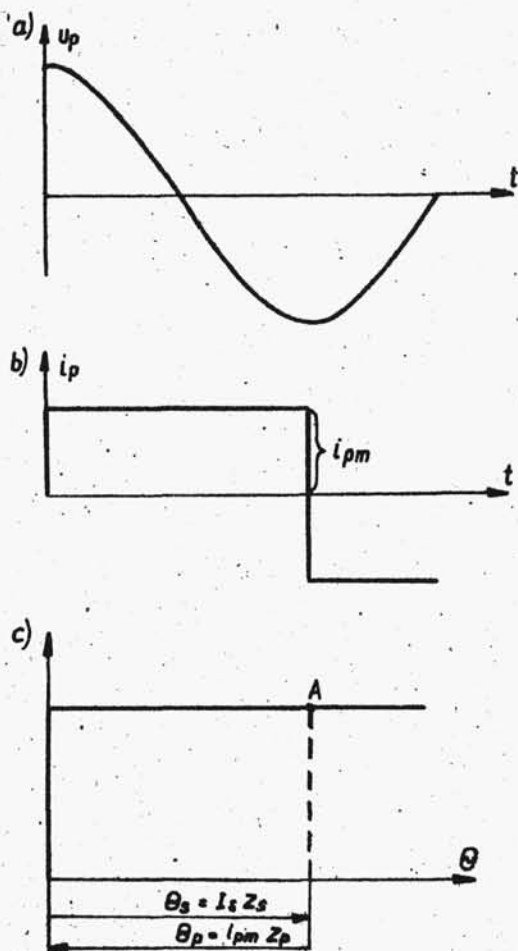
Rys.2.2. Krzywe magnesowania rdzeni transduktora a) krzywa rzeczywista b) przebieg idealizowany

Mierzony prąd stały wywołuje określoną wartość indukcji magnetycznej w obu rdzeniach przekładnika. Przy przyjęciu idealnej charakterystyki magnesowania, będzie to już – przy bardzo małej wartości prądu – strumień nasycenia Φ_{nas} . Prąd przemienny, z uwagi na sposób połączenia uzwojeń (rys.2.1), wywołuje – dla przyjętego kierunku prądów – domagnesowanie rdzenia A i zmniejszanie przepływu w rdzeniu B.

W pierwszym przypadku (rdzeń A) strumień magnetyczny nie zmienia się, gdyż rdzeń jest już nasycony, w drugim (rdzeń B) strumień może się zmniejszyć, o ile przepływ wywołany prądem stałym ($\Theta_s = I_s z_s$) będzie skompensowany przepływem prądu przemiennego ($\Theta_p = I_p z_p$). Wartość prądu przemiennego jest zależna od wartości napięcia źródła pomocniczego oraz od impedancji uzwojeń (U_p), a ta zależy od stanu nasycenia rdzenia. Zakładając idealną charakterystykę magnesowania można przyjąć, że dla przepływu wypadkowego $\Theta_w = \Theta_s - \Theta_p = 0$ reaktancja uzwojenia $x_p = \infty$, a dla wszystkich $\Theta_w > 0$ $x_p = 0^x$.

^{x)} Przy $\Theta_w = 0$ występuje skokowa zmiana strumienia magnetycznego, a tym samym $L \rightarrow \infty$, natomiast dla $\Theta_w > 0$ strumień Φ pozostaje stały, tj. $L = 0$.

Wracając do przedstawionego powyżej opisu pracy przekładnika i przyjmując dodatkowo, że rezystancja obu uzwojeń UP



Rys.2.3. Przebiegi napięcia prądu przemiennego źródła pomocniczego (a) prądu przemiennego (b) oraz sposób określania wartości i_{pm} z charakterystyki magnesowania (c)

jest równa zero można stwierdzić, że nawet przy bardzo małej wartości prądu stałego impedancja uzwojenia UP na rdzeniu A będzie równą zero, a impedancja uzwojenia UP na rdzeniu B będzie początkowo również równa zero. Spowoduje to skokową zmianę prądu i_p , z tym, że prąd ten nie wzrośnie do nieskończoności, mimo że impedancje obu uzwojeń są równe zero (rys. 2.3). Wzrost prądu będzie ograniczony do wartości i_{pm} , przy której $\theta_w = \theta_s - \theta_p = 0$, (tj. gdy $I_s Z_s = i_{pm} Z_p$). Powstaje bowiem wówczas zmiana strumienia, wywołująca w uzwojeniu UP na rdzeniu B SEM przeciwdziałającą napięciu źródła. Wartość i_{pm} prądu przemiennego ustala się na czas trwania półokresu prądu. Zjawisko ograniczenia wartości prądu przemiennego do i_{pm} speł-

niającej ww. warunek równości przepływów można wyjaśnić również w nieco inny sposób. Otóż, gdy $i_p = i_{pm}$ (przy którym $\theta_w = 0$), następuje przejście na część charakterystyki, w której $x_p = \infty$. Oznaczałoby to zmniejszenie prądu do zera, a tym sa-

mym powrót do początkowego punktu pracy A na charakterystyce magnesowania, wyznaczonego jedynie magnesowaniem od prądu stałego. W punkcie A charakterystyki, impedancja uzwojenia prądu przemiennego jest równa zero, co oznaczałoby wzrost prądu. W konsekwencji powstaje stan ustalony, w którym prąd przemienny osiąga w granicy wartość i_{pm} , spełniającą warunek równości przepływów prądu stałego i przemiennego.

W następnym półokresie nastąpi zmiana stanu magnetycznego w rdzeniach A i B, a przebiegi będą analogiczne jak opisano powyżej. Przykładowe przebiegi napięcia i prądu przemiennego (w założeniu idealizowanej charakterystyki magnesowania) przedstawiono na rys.2.3.

Mierząc w opisanym układzie wartość i_{pm} (np. miernikiem magnetoelektrycznym włączonym w układ Groetza), można wyznaczyć wartość mierzonego prądu stałego:

$$I_s = i_{pm} \frac{z_p}{z_s} . \quad (2.1)$$

Zmiana wartości mierzonego prądu stałego będzie wywoływała zmianę prądu przemiennego, przy czym możliwy jest tu pomiar w stanie tzw. quasistacjonarnym.

2.2. Analiza pracy transduktora

Dla znajomości zjawisk występujących w transfuktorze celowe jest wyznaczenie przebiegów strumienia magnetycznego i siły elektromotorycznej indukowanej w uzwojeniach.

Pomijając jak poprzednio, rezystancję uzwojeń U_p można napisać:

$$U_p = z_p \frac{d\Phi_A}{dt} + z_p \frac{d\Phi_B}{dt} , \quad (2.2)$$

gdzie:

U_p - napięcie źródła pomocniczego prądu przemiennego,

Φ_A, Φ_B - strumienie magnetyczne w rdzeniach A i B.

Przyjmując, że $U_p = U_{pm} \cos \omega t$, po podstawieniu do wzoru (2.2) otrzymuje się: