

### 1.3. Praca przekładnika przy przetężeniach

Zakres pracy przetężeniowej obejmuje przedział prądów powyżej zakresu pracy normalnej, sięgający wartości prądów przekraczających kilka, kilkanaście względnie kilkadziesiąt razy znamionowy prąd ciągły przekładnika.

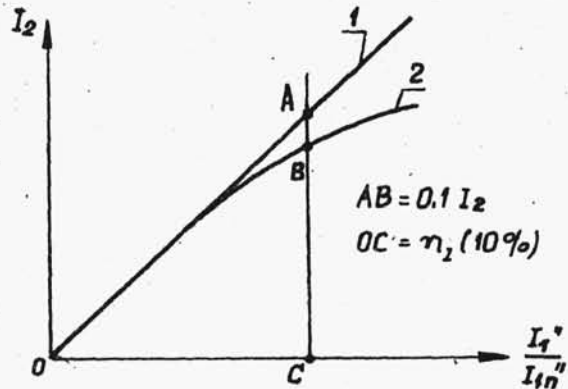
Dla scharakteryzowania dokładności transformacji przekładnika w tym zakresie posługujemy się pojęciem liczby przetężeniowej. Jest ona najczęściej określana jako 10% liczba przetężeniowa, przy czym rozróżnia się liczbę przetężeniową prądową i wskazową. Pierwsza z nich jest określana dla przekładników pomiarowych, druga dla zabezpieczeniowych.

Liczba przetężeniowa prądowa  $n_I$  (wskazowa  $n_W$ ) dziesięcioprocentowa, jest to wielokrotność znamionowego prądu pierwotnego przy danym obciążeniu przekładnika, przy której błąd prądowy (wskazowy<sup>x)</sup> przekładnika wynosi 10%.

Liczbę przetężeniową prądową ilustruje rys.

1.10. Z definicji liczby prądowej i wskazowej wynika, że dla danego przekładnika przy określonym obciążeniu liczba przetężeniowa prądowa będzie większa od wskazowej, gdyż  $\Delta I \leq \Delta I_W$ .

Z uwagi na funkcje spełniane w układzie elektroenergetycznym, przekładniki pomiarowe powinny mieć liczbę prze-



Rys. 1.10. Rysunek ilustrujący liczbę przetężeniową przedstawiający

$I_2 = f\left(\frac{I_1}{I_{1n}}\right) \cdot 1$  - z pominięciem błędu  
2 - w warunkach rzeczywistych

x) Błąd wskazowy  $\Delta I_W$  określany jest dla przekładników zabezpieczeniowych i dla prądów sinusoidalnych wyraża się wzorem:

$$\Delta I_W = \frac{|I_2 \hat{\varphi}_n - I_1|}{I_1} 100\%,$$

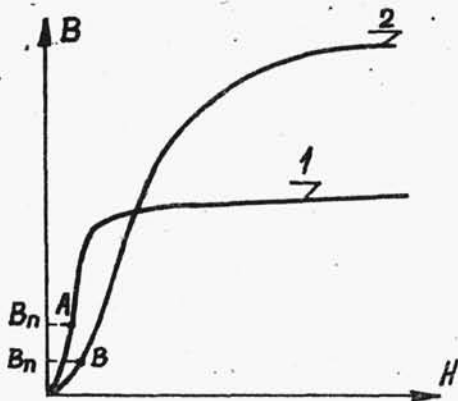
gdzie:

$|I_2 \hat{\varphi}_n - I_1|$  - moduł różnicy wektorów  $I_2 \hat{\varphi}_n$  i  $I_1$ .

tężeniową (prądową) niezbyt dużą, gdyż poprawność pomiaru wymagana jest przede wszystkim w zakresie pracy normalnej. Mała wartość liczby przetężeniowej jest tu nawet wskazana, gdyż zmniejsza się wówczas narażenie uzwojenia wtórnego przekładnika oraz przyrządów pomiarowych przyłączonych do przekładnika na skutki działania prądów przeciążeniowych. Zgodnie z wymaganiami normy [12], znamionowa liczba przetężeniowa prądowa ( $n_I$ ) przekładników pomiarowych powinna być mniejsza od 10, a zalecane jest, aby była mniejsza od 5.

Przekładniki zabezpieczeniowe powinny poprawnie transformować prądy w możliwie szerokim zakresie prądów, a więc ich znamionowa liczba przetężeniowa wskazowa powinna być możliwie duża. Jest ona zazwyczaj  $\geq 20$ . Specjalne rozwiązania przekładników zapewniające poprawną transformację prądów zwarciovych będą przedmiotem oddzielnych rozważań.

Wartość liczby przetężeniowej przekładnika zależy od jego konstrukcji. Można na nią wpływać również przez zmianę obciążenia przekładnika. Z parametrów konstrukcyjnych, mających wpływ na wartość liczby przetężeniowej, należy wymienić przede



Rys.1.11. Charakterystyki magnesowania różnych materiałów magnetycznych

wszystkim: znamionowy punkt pracy na charakterystyce magnesowania, odpowiadający znamionowemu prądowi i obciążeniu przekładnika oraz rodzaj blachy magnetycznej użytej do budowy rdzenia. Wpływ poszczególnych czynników można wyjaśnić na podstawie rys.1.11, na którym przedstawiono dwie charakterystyki magnesowania różniące się przenikalnością magnetyczną i wartością indukcji nasycenia.

Wartość indukcji  $B_n$ , odpowiadająca znamionowemu punktowi pracy, może być w pewnych granicach zmieniana przez konstruktora, przy czym zmiana ta łączy się zwykle ze zmianą przekroju rdzenia przekładnika. Na przekładniki pomiarowe stosuje się rdzenie o dużej przenikalności magnetycznej (krzywa 1) i możli-

we jest wówczas osiągnięcie wysokiej klasy dokładności (mały prąd magnesujący, który jest miarą błędu), nawet przy nieco większych wartościach indukcji magnetycznej (punkt A na krzywej 1). Umożliwia to stosowanie rdzeni o mniejszych przekrojach<sup>x)</sup>, co zmniejsza również masę całego przekładnika. Jednocześnie, wobec stosunkowo wysokiego położenia punktu A na krzywej 1, już przy niewielkich przetężeniach (tj. prądzie zaledwie kilkakrotnie przekraczającym znamionowy prąd ciągły) występuje stan nasycenia rdzenia i błędy przekładnika gwałtownie wzrastają. Praktycznie można przyjmować, że 10% liczba przetężeniowa występuje wówczas, gdy punkt pracy przesunie się na początek spłaszczonej części krzywej magnesowania. Tak więc liczba przetężeniowa przekładnika pomiarowego osiąga małe wartości, co jest zresztą - jak opisano powyżej - wskazane dla tych przekładników.

Przy zastosowaniu na rdzeń przekładnika zabezpieczeniowego materiału o charakterystyce wg krzywej 2, dla uzyskania wymaganej klasy dokładności niezbędne jest zmniejszenie wartości indukcji  $B_n$  w znamionowym punkcie pracy (punkt B na krzywej 2). Jest to konieczne dla utrzymania wartości prądu magnesującego  $I_\mu''$  - będącego miarą błędu transformacji - na dostatecznie niskim poziomie. Niezbędne jest w tym przypadku zazwyczaj zwiększenie przekroju rdzenia dla otrzymania dostatecznie dużej wartości strumienia magnetycznego. Obniżenie znamionowego punktu pracy z jednej strony i znacznie wyższy niż poprzednio poziom indukcji nasycenia z drugiej, powodują, że liczba przetężeniowa będzie tu znacznie wyższa niż dla przekładników pomiarowych. Przyjmując, że indukcja nasycenia  $B_{nas} \approx 1,5 \text{ T}$ , można orientacyjnie przyjmować:

$$n_{10\%} \approx \frac{B_{nas}}{B_n} \approx \frac{1,5}{B_n}. \quad (1.19)$$

Przykładowo, jeżeli:  $B_n = 0,1 \text{ T}$ , to:  $n_{10\%} = 15$ .

---

x) Dla uzyskania wymaganej wartości strumienia magnetycznego  $\Phi = B \cdot s$  przy większej wartości indukcji potrzebny jest mniejszy przekrój rdzenia.

Wartość obciążenia przekładnika wywiera istotny wpływ na wartość liczby przetężeńiowej. Wzrost obciążenia powoduje przesuwanie się punktu pracy na charakterystyce w kierunku większych wartości indukcji<sup>x)</sup>. Powoduje to zmniejszenie wartości liczby przetężeńiowej. Odwrotnie, zmniejszenie obciążenia powoduje zmniejszenie wartości indukcji i zwiększenie liczby przetężeńiowej. Orientacyjnie można przyjąć, że:

$$(n)_Z \cong (n)_{Z_n} \frac{Z_2 + Z_n}{Z_2 + Z} \quad (1.20)$$

gdzie:

$n_Z$  - liczba przetężeńiowa przy obciążeniu  $Z$ ,

$n_{Z_n}$  - znamionowa liczba przetężeńiowa (podawana przez wytwórcę) przy obciążeniu znamionowym  $Z_n$ ,

$Z_2$  - impedancja uzwojenia wtórnego przekładnika.

Powyższa zależność wskazuje sposób, w jaki można w warunkach eksploatacyjnych zmieniać, w miarę potrzeby, wartość liczby przetężeńiowej przekładnika.

#### 1.4. Transformacja prądów zwarciovych przez przekładniki

Przekładniki zabezpieczeniowe, zgodnie z ich przeznaczeniem, powinny możliwie dokładnie transformować również przebiegi prądów zwarciovych, gdyż warunkuje to poprawne działanie zabezpieczeń, (szczególnie odległościowych, różnicowych i kierunkowych). Jest to zadanie szczególnie trudne, zarówno z uwagi na duże wartości prądów zwarciovych, wielokrotnie przewyższające znamionowe prądy pierwotne przekładników, jak również ze względu na występowanie w przebiegu prądu zwarciovego składowej nieokresowej, prowadzącej do nasycenia rdzenia przekładnika i związanych z tym bardzo dużych błędów transformacji. Analizując zwarciove warunki pracy trzeba rozważyć oba te aspekty.

x) Wzrost obciążenia  $Z$  powoduje wzrost wartości napięcia  $U_\mu''$ , a tym samym większą wartość indukcji magnetycznej  $B$  (zgodnie ze wzorem 1.8).