

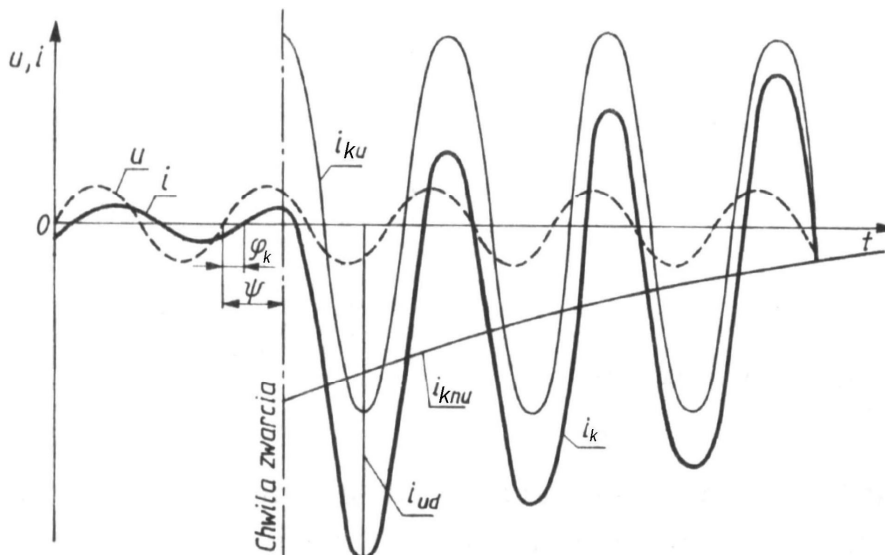
Zabezpieczanie transformatorów

Najczęstszą przyczyną awarii transformatorów jest uszkodzenie izolacji uzwojeń. Przyczyną uszkodzenia może być przetężenie lub przepięcie.

Przetężenia występują przy przeciążeniach i zwarcjach, mogą powodować przegrzanie uzwojeń i prowadzić w krótkim czasie do całkowitego zniszczenia izolacji.

Przegrzania uzwojeń mogą być wywołane zjawiskami elektrycznymi, jak również mogą pojawić się z przyczyn nieelektrycznych, powodując dalsze uszkodzenia transformatorów już o charakterze elektrycznym. Np.: zła wymiana powietrza, wzrost temperatury otoczenia, zmniejszenie przepływu wody (dla uzwojeń chłodzonych wodą), lub dla transformatorów chłodzonych nadmuchem powietrza – awaria wentylatorów lub zabrudzenie siatki ochronnej wentylatora.

Zwarcia powodują oprócz przegrzania występowanie bardzo dużych sił elektrodynamicznych między uzwojeniami i ich elementami.



Przykładowy przebieg prądu zwarciaowego

u, i – napięcie i prąd przed zwarcie, i_{knu} – składowa nieustalona prądu zwarciaowego, i_{ku} – składowa ustalona prądu zwarciaowego, i_k – prąd zwarciaowy, i_{ud} – prąd udarowy

Siły te są proporcjonalne do kwadratu prądu i są uwzględniane podczas projektowania transformatora. Przeciętne czasy trwania nieustalonego zwarcia (czas po którym składowa nieustalona prądu zwarciaowego zanika) wynoszą od 0,02 s do 0,2 s. Wartość ustalonego prądu zwarciaowego zależy od parametrów obwodu w tym także od napięcia zwarcia transformatora. Im niższe napięcie zwarcia transformatora tym wyższa wartość ustalonego prądu zwarciaowego.

Np: dla transformatora o napięciu zwarcia 5%, ustalony prąd zwarciaowy ma wartość 20-krotnej wartości prądu znamionowego.

W celu zmniejszenia ustalonego prądu zwarciaowego i dynamicznych sił zwarciaowych nasza firma stosuje specjalne konstrukcje uzwojeń transformatorów.

Zabezpieczenia.

Zabezpieczeniem transformatorów przed ich przegrzaniem (wywołanym przez przeciążenia jak i zwarcia) są najczęściej bezpieczniki topikowe.

Przy doborze wkładki topikowej jej istotnymi parametrami jest prąd i rodzaj charakterystyki czasowo-prądowej.

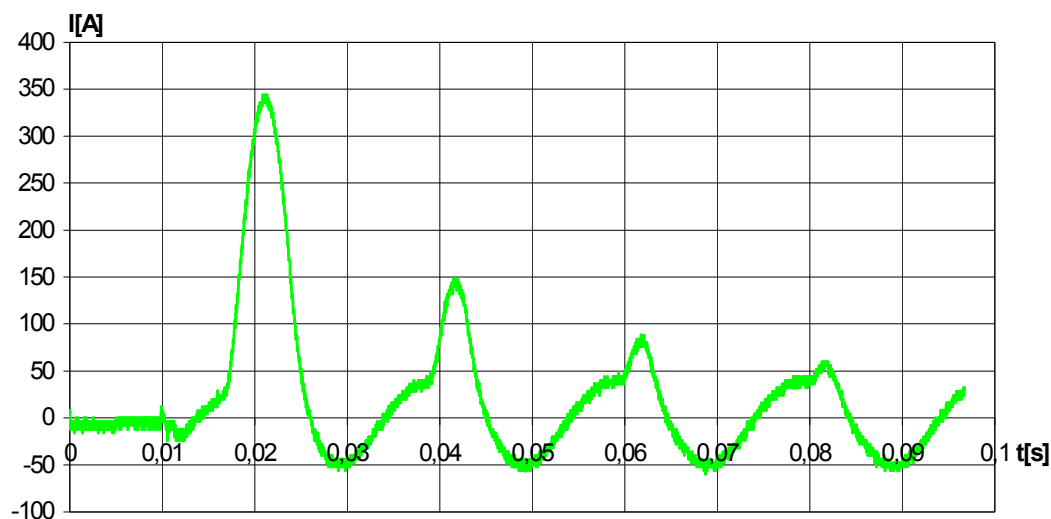
Prąd znamionowy wkładki topikowej po stronie pierwotnej, należy dobrać bliski prądowi znamionowemu uzwojenia pierwotnego transformatora i równy górnej wartości najbliższej, znormalizowanej wkładki.

Istotnym parametrem transformatora decydującym o doborze charakterystyki czasowo-prądowej wkładki jest prąd załączenia.

Prąd załączenia transformatora może osiągać wartość 20÷40 razy większą od wartości znamionowej.

Transformatory naszej produkcji charakteryzują się prądem załączenia w granicach 15÷30-krotnej wartości prądu znamionowego, a na życzenie odbiorcy możemy jeszcze bardziej go obniżyć. Np.: w transformatorach przeznaczonych do zasilania pomieszczeń medycznych nie przekracza on 12-krotnej wartości prądu znamionowego.

Dlatego dla transformatorów najlepiej stosować wkładki topikowe o charakterystyce zwłocznej **gTr** lub bardziej dostępne w handlu **gL/gG**. W przypadku transformatorów małej mocy można zainstalować bezpieczniki miniaturowe o charakterystyce typu **TT** lub **T**.



Przebieg prądu załączenia transformatora typu ET1MED-6,3 230V///230V ($I_{1n}=28A$), produkcji ELHAND

Jako zabezpieczenia transformatorów nie zaleca się stosowania popularnych wyłączników nadmiarowo-prądowych typu **S**, mimo że jest dostępna ich wersja o charakterystyce **D** (pasmo $10-20 \times I_n$), ponieważ prąd rozruchu transformatora może spowodować zadziałanie wyzwalacza elektromagnetycznego podczas załączenia transformatora.

Najlepszym rozwiązaniem zabezpieczenia transformatora jest zastosowanie wyłącznika o regulowanych parametrach charakterystyk czasowo-prądowych odrębnie dla członów zwarciovego i przeciążeniowego. Oprócz tego wyłącznik tego typu ma również możliwość ustawienia zwłoki (opóźnienia), tak że możemy „uśpić” jego reakcję np. na czas rozruchu, który trwa zazwyczaj pierwsze 5-7 półokresów. Wadą tych wyłączników jest dość wygórowana cena.

Można stosować również zabezpieczenia po stronie wtórnej, lecz stanowią one bardziej zabezpieczenie odbiornika. W tym przypadku wartość prądu znamionowego wkładki topikowej nie może być wyższa od prądu znamionowego strony wtórnej transformatora. Rodzaj charakterystyki czasowo-prądowej wkładki zależy w tym wypadku od charakteru odbiornika.

Czujniki temperatury

O ile bezpieczniki topikowe lub wyłączniki chronią, przed skutkami przeciążeń i zwarć, to istnieje szereg czynników nieelektrycznych, które mogą doprowadzić do przegrzania i uszkodzenia izolacji. Z tego powodu dodatkowo umieszcza się w uzwojeniach czujniki temperatury zależnie od aplikacji i potrzeb użytkownika.

Mogą być zastosowane czujniki wykonane jako:

- rezystancyjne (typu **Pt**),
- półprzewodnikowe (np. pozystory **PTC**),
- miniaturowe wyłączniki bimetalowe : **NO** – (normalnie otwarte) lub **NC** – (normalnie zamknięte).

Umieszcza się je wewnątrz uzwojenia. Niektóre zastosowania np. górnicze lub medyczne wymagają zamontowania nawet dwóch rodzajów czujników w jednym uzwojeniu.

Przykład: za pomocą czujnika typu **Pt100** realizowany jest ciągły monitoring temperatury uzwojeń, a dodatkowo zamontowany wyłącznik bimetalowy **NO** lub **NC** sygnalizuje przekroczenie temperatury dopuszczalnej.

Jest to istotne z punktu widzenia eksploatacji, ale przede wszystkim korzystne dla wydłużenia żywotności transformatora, gdyż stałe przegrzanie izolacji o 5°C powoduje dwukrotnie szybsze skrócenie jej żywotności.