

W dalszym ciągu podamy krótką charakterystykę powyższych grup elementów.

### 1.2.1. Źródła energii

Spośród źródeł energii wymienić można następujące:

- 1) prądnice zwarciove synchroniczne,
- 2) prądnice prądu stałego przystosowane do warunków pracy zwarciovej,
- 3) prostowniki,
- 4) transformatory zasilane z sieci energetycznej lub prądnicy zwarciovej,
- 5) baterie kondensatorów.

1. W zestawieniu powyższym szczególnie rozpowszechnione są zwarciove prądnice synchroniczne, używane jako źródła energii w większości laboratoriów badań łączeniowych łączników. Prądnice takie budowane na bazie konstrukcji turbogeneratorów energetycznych mają zmienione w stosunku do nich niektóre rozwiązania konstrukcyjne.

Zmiana najważniejsza polega na tym, aby drogą wyeliminowania uzwojenia tłumiącego, celowego rozłokowania uzwojeń roboczych i zmniejszania szczeliny roboczej doprowadzić do możliwie małej wartości oporności przejściowej głównej  $X_d'$  i oporności przejściowej wstępnej  $X_d''$ .

W nowszych rozwiązaniach generatorów zwarciowych oporność  $X_d'$  jest bliska oporności  $X_d''$ , tj.

$$\frac{X_d'}{X_d''} = 1.$$

W takim przypadku wartość początkowa składowej przejściowej głównej (okresowej) prądu zwarciowego jest bliska wartości początkowej składowej przejściowej wstępnej i przy odpowiednim przebiegu magnesowania uzwojenia wzbudzającego prądnicy udaje się wtedy osiągnąć:

- utrzymanie stałej wartości probierczego prądu zwarciowego podczas trwania próby,
- utrzymanie praktycznie stałej wartości napięcia prądnicy po wyłączeniu przez aparat badany, co jest m.in. szczegól-

nie ważne przy prowadzeniu próby w szeregu WZW z niezmienną mocą wyłączeniową.

W wyniku uzyskania małej wartości oporności  $X_d''$  prądnicy otrzymujemy dużą wartość jej mocy zwarciowej, a zatem dużą wartość uzyskiwanego z niej prądu zwarciowego. To z kolei pociąga za sobą konieczność odpowiedniego wzmocnienia konstrukcji uzwojeń, a zwłaszcza ich połączeń czołowych. Wzmocnienie to polega zarówno na powiększeniu odporności mechanicznej uzwojeń na działanie elektrodynamiczne, jak i na zastosowaniu odpowiednich, wysokowartościowych materiałów izolacyjnych.

2,3. Prądnice prądu stałego przystosowane do warunków pracy zwarciowej pracują przede wszystkim jako wzbudnice zwarciowych prądnic synchronicznych. Rzadziej z uwagi na nieodpowiednie napięcie i niebezpieczeństwo unieruchomienia prądnicy synchronicznej używa się tych prądnic do przeprowadzania prób łączeniowych w obwodzie prądu stałego. Podobnie jak zwarciove prądnice synchroniczne, napędzane są one silnikami elektrycznymi odłączanymi od sieci zasilającej na czas poboru prądu zwarciowego z prądnicy. Ma to miejsce zarówno w przypadku ich wykorzystania dla wzbudzania zwarciowej prądnicy synchronicznej, jak i dla bezpośredniego zasilania stałoprądowego obwodu probierczego.

W celu zapewnienia możliwości pobierania z prądnicy dużych wartości prądów w odpowiednio długim czasie i przy możliwie stałej (lub rosnącej) wartości napięcia stosuje się na ogół równoległe dwa zabiegi:

- dodaje się włączone w obwód twornika prądnicy uzwojenia kompensacyjne,

- na wale wirnika prądnicy umieszcza się koło zamachowe umożliwiające zakumulowanie w czasie rozruchu większej wartości energii kinetycznej wirujących mas zespołu.

Dla ochrony komutatora prądnicy przed pasmem ognia stosuje się dodatkowe przegrody izolacyjne mocowane do szczotko-trzymaczy, wyposaża się układ w iskierniki ochronne itd.

Prądnice prądu stałego są jak dotąd najchętniej stosowane w roli wzbudnic zwarciowych prądnic synchronicznych, kiedy konieczne jest zapewnienie dokładnego i płynnego nastawiania napięcia wzbudzenia. W przypadku natomiast zwarciowni prądu sta-

tego chętniej stosuje się prostowniki, które mimo znacznych trudności z nastawianiem napięcia dysponują znacznie większą, w porównaniu z prądnicami, przeciążalnością.

4. Transformatory zasilane z sieci energetycznej lub prądnicy zwarciowej jako źródła energii zasilające obwody probiercze do badań łączników doznały również znacznego rozpowszechnienia w następujących przypadkach:

- w zwarciowniach z prądnicami zwarcioowymi jako transformatory podwyższające napięcie powyżej napięcia prądnicowego,

- w zwarciowniach z prądnicami zwarcioowymi lub przy zasilaniu z sieci rozdzielczej jako transformatory wielkoprądowe (z reguły obniżające) do prowadzenia badań wielkoprądowych aparatów,

- w zwarciowniach sieciowych przy zasilaniu z sieci rozdzielczej lub przesyłowej do prowadzenia badań łączeniowych aparatów.

Blіszsze dane na temat transformatorów wielkoprądowych podane zostały w dalszym ciągu pracy (pkt.2.3). Obecnie podamy krótką charakterystykę transformatorów zwarcioowych, stosowanych przy badaniu łączników.

Transformatory te najczęściej budowane są jako jednofazowe i z podzielonym uzwojeniem strony wyższego napięcia na kilka (2 - 4) uzwojeń przełączalnych. Jeśli dodatkowo jeszcze obwód probierczy wyposaży się w np. 6 transformatorów jednofazowych (zamiast minimalnej liczby 3) - uzyskuje się wtedy na ogół optymalne warunki nastawiania napięcia zasilania obwodu probierczego zarówno przy próbach trój- jak i jednofazowych.

Obok konieczności zapewnienia tym transformatorom rozległych możliwości nastawczych zapewnić im musimy również małą wartość ich oporności zwarcia - w celu uzyskania możliwie największej przepuszczanej przez nie mocy zwarciowej. Przykładowo wartość napięcia zwarcia dla nowszych transformatorów zwarcioowych dobiera się rzędu 4-5%, podczas gdy transformatory energetyczne buduje się dla napięć zwarcia rzędu 8-12%. Małe napięcia zwarcia i duże przepuszczane przez transformatory zwarciowe moce wymagają z kolei:

- stosowania znacznych przekrojów rdzeni,
- odpowiednio dobranego wymiarowania uzwojeń i ich solidnego i starannego mocowania.

Dla uzyskania małego napięcia zwarcia uzwojenie niższego napięcia dzieli się na dwie współosiowe cewki, otaczające uzwojenie wyższego napięcia.

Transformatory zwarciove wykonuje się zwykle jako olejowe, przy czym z uwagi na ich obciążenie dorywcze nie wymagają one zewnętrznych urządzeń chłodzących.

5. Wykorzystanie baterii kondensatorów jako źródeł energii do badań łączeniowych aparatów ogranicza się do przypadku układów syntetycznych, kiedy to baterie takie stanowią źródło napięcia powrotnego.

Jest to już jednak zagadnienie odrębne i w tym opracowaniu nie będzie omawiane.

#### 1.2.2. Elementy nastawcze R, L, C

W celu dostosowania parametrów obwodu probierczego do wymagań stawianych próbom łączeniowym poszczególnych typów łączników wyposaża się te obwody w odpowiednio zwymiarowane elementy nastawcze R, L, C.

Spśród nich szczególnie istotny jest odpowiedni dobór szeregowych elementów indukcyjnych wykonywanych z reguły w postaci dławików bezrdzeniowych. Przy doborze indukcyjności i liczby dławików kierujemy się zasadą, aby przy zadanym zakresie nastawiania prądu probierczego i jego podziale na stopnie nastawiania, uzyskać każdorazowo możliwie najmniejszą liczbę dławików włączanych do obwodu. Warunki takie spełnia zwykle zestaw dławików o wartościach indukcyjności rosnących w postępie geometrycznym. Warto tu nadmienić, że w przypadku prób przy napięciu prądnicowym dławiki stanowią jedyny element nastawczy dla prądu w obwodzie probierczym. Przy prowadzeniu natomiast prób przy dodatkowym wykorzystaniu transformatorów podwyższających, nastawienie zgrubne prądu realizuje się przez odpowiednie połączenie transformatorów. Dławiki wykorzystujemy wtedy jedynie do nastawienia dokładnego prądu. Omawiane dławiki zwojone są taśmą, płaskownikiem lub prętem miedzianym. Izolację szeregową stanowi tu zwykle beton lub drewno, izolację doziemną stanowią natomiast z reguły ceramiczne izolatory wsporcze.

Nastawcze szeregowie elementy oporowe R wykonywane są najczęściej w postaci oporników żeliwnych chłodzonych powietrzem.