

Potrzeba ich stosowania wynika z konieczności podwyższania wartości naturalnego współczynnika mocy obwodu (np. rzędu 0,05) do wartości przepisanej, wymaganej przy próbach (np. 0,15). Dodatkowo przy próbach łączeniowych łączników roboczych wymaga się przeprowadzenia pewnych badań przy wyższej wartości współczynnika mocy, rzędu 0,7. Przy doborze oporności poszczególnych stopni zestawu oporników i ich oporności należy zauważyć, że o ile różne dławiki mogą być łączone tylko szeregowo, o tyle oporniki łączyć można ze sobą również równolegle.

Nastawcze elementy pojemnościowe C występują w 2 zasadniczych przypadkach:

- jako równoległa do przerwy badanego łącznika pojemność wpływająca na przebieg drgań wyrównawczych napięcia powrotnego,
- jako pojemność szeregową służącą do badań nad zdolnością łączenia prądów pojemnościowych.

Stosowane dla tych celów kondensatory są zwykle specjalnie opracowywane i wykonywane. Znane są również przypadki stosowania tu seryjnie produkowanych energetycznych kondensatorów kompensacyjnych.

1.2.3. Łączniki i przewody łączące

Wśród łączników stanowiących niezbędne wyposażenie obwodów probierczych do badań łączeniowych rozróżniamy:

- 1) wyłączniki bezpieczeństwa,
- 2) załączniki zwarciove,
- 3) odłączniki.

1. Wyłączniki bezpieczeństwa mają za zadanie wyłączyć pełną wartość mocy zwarciovej obwodu probierczego w przypadku, gdy zawiedzie łącznik badany lub gdy badany jest np. transformator lub przekładnik prądowy. Wobec mocy zwarciowych układów probierczych wielkiej mocy rzędu 1000-3000 MVA (na jedną prądnicę) przy największym napięciu rzędu 15 kV buduje się pneumatyczne wyłączniki bezpieczeństwa (rzadziej małoolejowe), często o zwielokrotnionej liczbie równolegle pracujących układów gaszących. Często trudności z budową lub uzyskaniem takich wyłączników prowadzą do dzielenia poszczególnych uzwojeń fazo-

wych generatora zwarcowego na pracujące równoległe sekcje z oddzielnymi biegunami wyłącznika bezpieczeństwa dla każdej sekcji. W wyłącznikach bezpieczeństwa jest rzeczą eksploatacyjnie bardzo ważną zapewnienie wygodnych warunków dla ich przeglądów kontrolnych. Nie zawsze to jednak można osiągnąć ze względu na skomplikowaną i ciężką konstrukcję tych wyłączników.

2. Załączniki zwarcowe stosuje się w obwodach probierczych zarówno do badań łączeniowych jak i wielkoprądowych aparatów. Ich zadaniem jest załączanie prądu probierczego przy jego zadanej fazie względem określonego napięcia. W przypadku badań wielkoprądowych zależy nam zwykle na uzyskaniu największej wartości składowej nieokresowej; w badaniach łączeniowych prowadzonych przy prądzie niesymetrycznym musimy z dostateczną dokładnością wybierać stopień asymetrii prądu zwarcowego. W związku z tym od załącznika zwarcowego wymaga się zachowywania określonego czasu zamykania przy znanym i dostatecznie małym rozrzucie wartości tego czasu, przy poszczególnych zadziałaniach załącznika. Aby załącznik zamykał obwód probierczy przy określonej fazie jest on sterowany poprzez pomocniczy układ wybierania fazy, zwany dalej wybiornikiem fazowym.

Załączniki zwarcowe występują w 2 zasadniczych rodzinach rozwiązań konstrukcyjnych:

- załączniki zwarcowe z przerwą zestykową w powietrzu o ciśnieniu atmosferycznym,
- załączniki zwarcowe z przerwą zestykową w powietrzu sprężonym lub oleju.

Rozwiązania załączników zwarcowych z przerwą w powietrzu konstrukcyjnie zbliżone są zwykle do postaci odłącznika z obrotowym stykiem ruchomym - i dodatkowo wyposażone są w napędy do zamykania i otwierania oraz zamek dla ruchu zamykania zwalniany impulsem z wybiornika fazy. Zaletą tego rozwiązania jest stosunkowo niski koszt wytworzenia, wygodna obsługa, wiadcza przerwa zestykowa w stanie otwartym.

Wadą podstawową natomiast jest ograniczenie ich zastosowania do zakresu napięć niższych (rzędu 15 kV) z uwagi na małą

wytrzymałość dielektryczną przerwy zestykowej przy zamykaniu. Wskutek tego do uchybu mechanicznego czasu zamykania załącznika dochodzi uchyb elektryczny, powodowany zapalaniem się łuku w różnej odległości między zbliżającymi się stykami załącznika - w zależności od fazy napięcia, przy której następuje załączenie.

Wady powyższej unikamy stosując droższe i bardziej skomplikowane rozwiązania załączników zwarciovych z przerwą międzystykową w sprężonym powietrzu lub oleju. Rozwiązanie z przerwą międzystykową w sprężonym powietrzu jest typowe dla dużych stacji zwarciovych, gdzie należy zapewnić zarówno wielki prąd załączalny załącznika (rzędu 200-400 kA) jak i dostatecznie mały uchyb kąta fazowego przy załączaniu ($< 5^\circ$ el.). Przy mniejszych prądach załączalnych dobre wyniki uzyskuje się przy załącznikach zwarciovych z przerwą międzystykową w oleju izolacyjnym.

Sterujące zadziałaniem załączników zwarciovych wybiorniki fazowe występują w 3 zasadniczych rozwiązaniach.

a. Prądnica tzw. pilotująca, osadzona na wale prądnicy zwarciovowej, napędza silnik synchroniczny, na którego wałku z kolei umieszczona jest krzywka, powodująca za każdym obrotem zwarcie umieszczonych na koncentrycznym pierścieniu styków, powodujących z kolei zamknięcie załącznika.

Nastawianie fazy zamykania załącznika pierwszej zwieranej fazy układu trójfazowego odbywa się poprzez zmianę położenia ww styków w zakresie $0 - 360^\circ$ el. Załączniki zwarciove w pozostałych biegunach układu probierczego otrzymują impulsy na zamykanie za pośrednictwem dodatkowych elektronicznych układów opóźniających. Układ ten przy znacznych trudnościach z jego realizacją techniczną zapewnia niezależność pracy wybiornika od wartości napięcia i obrotów prądnicy zwarciovowej. Można go również stosować w zwarciołniach sieciowych.

b. Napięcie prądnicy (transformatora zwarciovego) zasila za pośrednictwem przekładników napięciowych przesuwnik fazowy. Impuls włączający tyratron wyjściowy uzyskuje się za pomocą transformatora szczytowego. W układzie trójfazowym najwygodniej jest stosować powyższy układ dla jednej wybranej fazy -

uzyskując impulsy na zamykanie dla załączników w pozostałych biegunach z dodatkowych, elektronicznych układów opóźniających. Układ ten przy prostej budowie i łatwej obsłudze zapewnia dostateczną dokładność jedynie przy stałym napięciu prądnicy (transformatorów) zwarciowej i stałych jej obrotach.

c. Obracający się wał prądnicy zwarciowej pobudza w wybranej chwili czasowej fotokomórkę. Ostatnia wysyła po wzmocnieniu impuls poprzez układy opóźniające na zamykanie załączników zwarciowych w poszczególnych biegunach. Układ ten stosować można tylko w zwarciowniach maszynowych. Przy znacznych nakładach układ ten zapewnia prawidłowe funkcjonowanie niezależnie od napięcia i obrotów prądnicy.

3. Stopień wyposażenia zwarciowych obwodów probierczych w odłączniki - zwłaszcza sterowane zdalnie - zależy od stopnia zmechanizowania, a nawet zautomatyzowania, czynności przełączeniowych w obwodach.

Przełączenia te dotyczą źródeł (prądnic, transformatorów) elementów nastawczych R, L, C obwodu, układów rozdzielczych obwodów probierczych. W niektórych rozwiązaniach układów niektóre czynności przełączeniowe realizuje się przy pomocy tzw. lasz, tj. płaskowników łączonych z torami prądowymi obwodów połączeniami śrubowymi, przy zapewnieniu dostatecznie pewnej sygnalizacji ich położenia. W przypadku wyłącznego stosowania odłączników z napędem zdalnym, kwestia bezbłędnej sygnalizacji właściwych położzeń spoczynkowych odłączników nabiera szczególnego znaczenia wobec braku dodatkowej, naocznej kontroli stanu obwodu probierczego. A pamiętać tu trzeba, że odłączniki takie umieszczane są w obwodach pracujących stale przy przepływie mniejszych lub większych prądów zwarciowych, kiedy to drobne pozornie niesprawności w pracy poszczególnych urządzeń (np. niecałkowite domknięcie odłącznika) mogą stać się przyczyną poważnych uszkodzeń i strat. Ten też wzgląd decyduje i o tym, że odłączniki, czy płaskownikowe elementy przełączające przeznaczone dla zwarciowych obwodów probierczych są z reguły budowane ze znacznymi współczynnikami zapasu i zapewnia się im możliwie największą staranność montażu i konserwacji.

To samo powiedzieć można również o torach prądowych (kablowych, szynowych czy linkowych) i układach szyn zbiorczych zwarciovych obwodów probierczych.

1.2.4. Zasada budowy i działania zwarciovych zespołów złączających Katedry Aparatów Elektrycznych P.W.

1. Jako ilustrację do powyższych uwag na temat złączników zwarciovych podajemy obecnie krótki opis złącznika zwarcio-
wego z przerwą zestykową w powietrzu - opracowanego w Katedrze Aparatów Elektrycznych P.W.

Schemat kinematyczny takiego złącznika (budowanego w zakresie napięć do 30 kV) podany jest na rys.10a. Mechanizm złącznika stanowi połączenie czworoboku kinematycznego O_1ABO_2 napędu obrotowego styku ruchomego O_2K z czworobokiem O_1CDO_3 przekładni zamka złącznika. Grupa dwuczłonowa $O_3D E$ tej przekładni w stanie otwartym złącznika znajduje się w pobliżu położenia martwego, powodując przez to znaczne zmniejszenie siły trzymającej F_s (elektromagnesu zamka).

Punkty O_2, B, K toru prądowego złącznika izolowane są od pozostałych uziemionych elementów konstrukcyjnych złącznika odpowiednio do napięcia znamionowego złącznika.

Do zamykania złącznika służy napęd sprężynowy przyczepiony przegubowo w punkcie S dźwigni napędowej. Do utrzymywania złącznika w stanie otwartym służy zamek magnetyczny z elektromagnesem koncepcji Duffinga (punkt E mechanizmu).

Zasadę działania elektromagnesu zamka ilustruje rys.10b. Uzwojenie tzw. trzymające 1 z prądem i_1 wzbudza w obwodzie magnetycznym elektromagnesu strumień Φ_1 zamykający się poprzez szczelinę roboczą 3 i zworę 5 osadzoną przegubowo na łączniku DCE przekładni zamka (rys.10a). Strumień ten jest źródłem określonej siły udźwigu elektromagnesu w jego szczelinie roboczej. Uzwojenia wyzwalające 2 elektromagnesu nawinięte są poprzez dodatkowe szczeliny 4 znajdujące się w pobliżu szczeliny roboczej 3. Uzwojenia te nawinięte są tak, że przepływający przez nie prąd (z wybiornika fazy) powoduje przepływ wokół szczelin 4 strumieni Φ_2 tak skierowanych, że zmniejszają one strumień