

U w a g a: Skuteczne wartości prądu wtórnego wyznacza się na zasadzie wzoru Simpson'a.

B. Opierając się na przebiegu prób oraz na wynikach pomiarów kontrolnych po próbach należy podsumować wyniki całego badania i określić znamionową wytrzymałość dynamiczną badanego przekładnika. Przy ocenie wyników pomiarów kontrolnych szczególną uwagę należy zwrócić na porównanie wartości uchybów przekładnika przed i po próbach zwarciovych.

C. Opierając się na danych tabeli wyników przedstawić wykresy zależności $i_{2\max} = f(i_{1\max})$ oraz $J_2 = f(i_{1\max})$ dla prób z uzwojeniem wtórnym zwartym oraz obciążonym. Ponadto wykreślić zależność $u_{2\max} = f(i_{1\max})$ dla prób z obciążeniem. Przeanalizować wpływ wartości i_2 i u_2 na warunki pracy zwarciowej elementów prądowych aparatów i przyrządów zasilanych z przekładników (uzwojenia prądowe amperomierzy, watomierzy itp.).

Ćwiczenie 1.3. Badania wytrzymałości zwarciowej odłączników w.n.

1. O b j a ś n i e n i a w s t ę p n e d o ć w i c z e n i a

Badania wytrzymałości zwarciowej odłączników w.n. obejmują sprawdzenie wytrzymałości dynamicznej i cieplnej aparatu. Wytrzymałość dynamiczna określona jest wartością prądu szczytowego, którą odłącznik wytrzymuje bez uszkodzeń. Próba ta jest sprawdzianem wytrzymałości mechanicznej poszczególnych elementów odłącznika (izolatorów, cięgien, części przewodzących), jak również pozwala na zbadanie odporności zestyków na aczepianie.

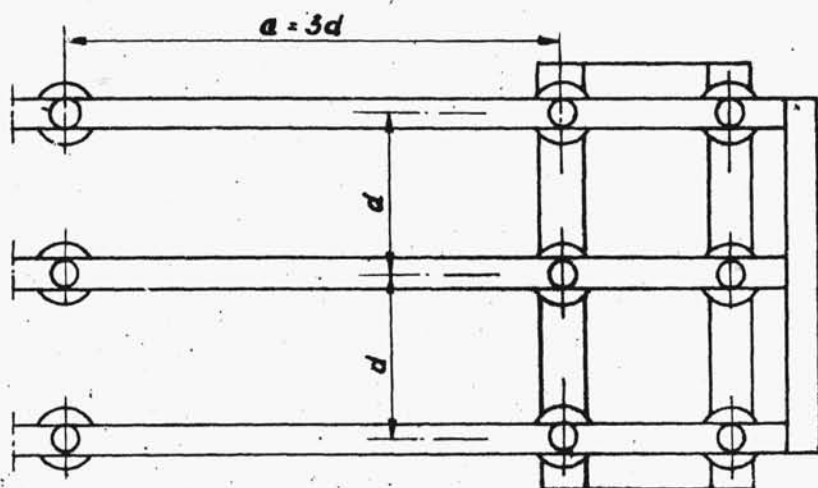
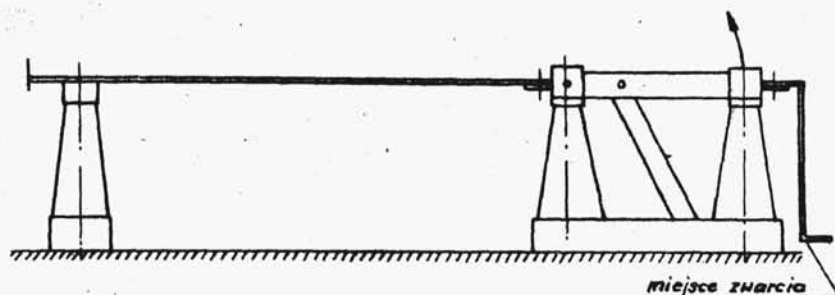
Wartości liczbowe prądu szczytowego odpowiadającego znamionowej wytrzymałości dynamicznej, zależne są od wartości prądu znamionowego badanego odłącznika i mocy zwarciowej układu w którym odłącznik ma być instalowany, jak również w pewnym stopniu od napięcia znamionowego. Dokładne wartości liczbowe ustalone są przez przepisy (L 4).

Sprawą dość istotną, a jednocześnie wymagającą pewnego wyjaśnienia jest zagadnienie układów probierczych stosowanych do prób zwarciovych odłączników. Odłączniki wysokiego napięcia (szczególnie dla średnich napięć), wykonywane są z reguły jako trójbiegunowe, w związku z czym powinny być badane w trój-

fazowych obwodach probierczych. Istnieje jednakże szereg laboratoriów wielkoprądowych dysponujących jedynie pojedynczymi transformatorami, które umożliwiają prowadzenie badań jedynie w układzie jednofazowym (dwuprzewodowym). Pozostaje zatem do rozpatrzenia zagadnienie równoważności prób w obwodach jedno- i trójfazowych dla płaskiego układu biegunów aparatu badanego (jest to praktycznie jedyny układ jaki występuje w konstrukcjach odłączników). Przeprowadzona dla tego przypadku analiza (L 1) wykazała, że oba układy są w pełni równoważne, z tym, że w układzie jednofazowym wartość maksymalna siły działającej jest o ok. 18% większa od siły maksymalnej, występującej w układzie trójfazowym w biegunie środkowym. Jest to różnica niewielka i mieści się w granicach dokładności pomiaru. Próba w układzie jednofazowym jest poza tym wygodniejsza, ponieważ pozwala na jednoczesne sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej układu i zestyków, podczas gdy w układzie trójfazowym próby te należy wykonywać oddzielnie. Konieczność rozdzielenia prób w układzie trójfazowym wynika z faktu, że przy maksimum sił oddziaływania między biegunami w żadnym z nich nie występuje prąd szczytowy, odpowiadający wartości znamionowej wytrzymałości dynamicznej. Powoduje to, że w celu zbadania zestyków konieczne jest przeprowadzenie dodatkowej próby, w której przynajmniej w jednym z biegunów badanego odłącznika wystąpi prąd szczytowy, równy znamionowej wytrzymałości dynamicznej.

W próbach wytrzymałości dynamicznej odłączników bardzo istotną rolę odgrywa geometria układu probierczego, od której zależne są wartości sił występujących w aparacie badanym. Sprawa ta nie jest ściśle określona przez przepisy, a pewien wyjątek stanowi jedynie norma VDE 0670, ustalająca parametry geometryczne części wielkoprądowej, zwarciovego obwodu probierczego dla prób odłączników (rys. 75). Wydaje się, że obwód probierczy proponowany przez VDE odtwarza warunki bliskie najcięższemu, jakie mogą wystąpić w eksploatacji. Charakterystyczne dla tego obwodu jest zagięcie szyn pod kątem prostym, powodujące występowanie siły otwierającej noże odłącznika. Obwód VDE ujmujący właściwe ukształtowanie toru probierczego, uwzględniające wpływ doprowadzeń, jest w Polsce powszechnie stosowany.

Zwarciowa wytrzymałość cieplna odłącznika, oznaczana najczęściej jako 1-sekundowa, określana jest wartością dopusz-



Rys.75. Schemat układu probierczego dla prób zwarcio-
wych odłączników wg VDE 0670/...57

czalnego prądu zastępczego (J_{1s}), który przepływając przez aparat w ciągu 1 sek nie spowoduje uszkodzenia odłącznika. Za kryterium dopuszczalnego prądu zwarcioowego uważamy dopuszczalny przyrost temperatury poszczególnych części badanego odłącznika, jak również jego styków. Wartości liczbowe prądu J_{1s} są związane z wartością prądu szczytowego, odpowiadającego wytrzymałości dynamicznej, przy czym jako ogólna zasada obowiązuje zależność $J_{1s} = 0,6 i_{dyn}$ (wg JEC).

Badania zwarciowej obciążalności cieplnej wykonywane są na egzemplarzach odłączników, które przeszły próby dynamiczne z wynikiem dodatnim, w obwodach probierczych jak w próbie dynamicznej.

Dla właściwego prowadzenia badań zwarciowych, sprawą niezmiernie ważną są kryteria oceny stanu badanego odłącznika przed i po próbach.

Dla prób wytrzymałości dynamicznej wyniki prób uważa się za dodatnie przy spełnieniu następujących warunków:

a) przy kolejnych próbach w serii badań:

1° - nie wystąpią uszkodzenia mechaniczne bądź trwałe odkształcenia elementów badanego odłącznika,

2° - wartość siły potrzebnej do otwarcia odłącznika nie przekracza możliwości energetycznych napędu (wzrost siły otwierającej powodowany jest szczepianiem się zestyków). W przypadku napędu ręcznego moment potrzebny do otwarcia odłącznika nie powinien przekroczyć wartości ustalonej przez przepisy;

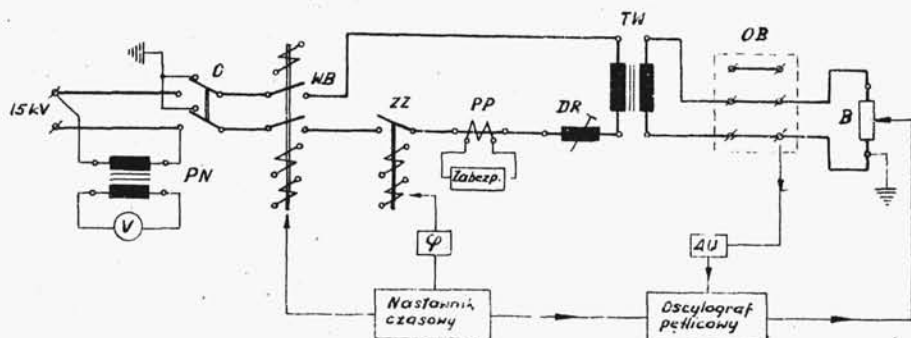
b) po próbach - odłącznik powinien przejść z wynikiem dodatnim próby napięciowe izolacji głównej względem ziemi, jak również próby nagrzewania. W przypadku nieznacznego zużycia styków podczas prób zwarciowych, zamiast przeprowadzania próby nagrzewania wystarcza pomierzenie oporności przejścia i porównania otrzymanych wyników z wartościami uzyskanymi przed próbami zwarcioowymi. W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzać próby nagrzewania.

Dla prób zwarciowej wytrzymałości cieplnej obowiązują wszystkie wymienione kryteria oceny oraz dodatkowo warunek nieprzekraczania przez elementy przewodzące odłącznika przyrostów temperatur uznanych za dopuszczalne. Dlatego też w próbie cieplnej niezbędna jest rejestracja przebiegu temperatury w wybranych punktach pomiarowych.

2. P o m i a r y

W ćwiczeniu przeprowadza się badanie zwarciowej wytrzymałości dynamicznej odłącznika. Schemat elektryczny układu probierczego przedstawiono na rys.76. Badany odłącznik umieszczo-

ny jest w części wielkoprądowej obwodu dwubiegunowego w sposób przedstawiony na rys.77. Odległość do najbliższego izola-



Rys.76. Schemat obwodu probierczego dla prób zwarciovych odłączników

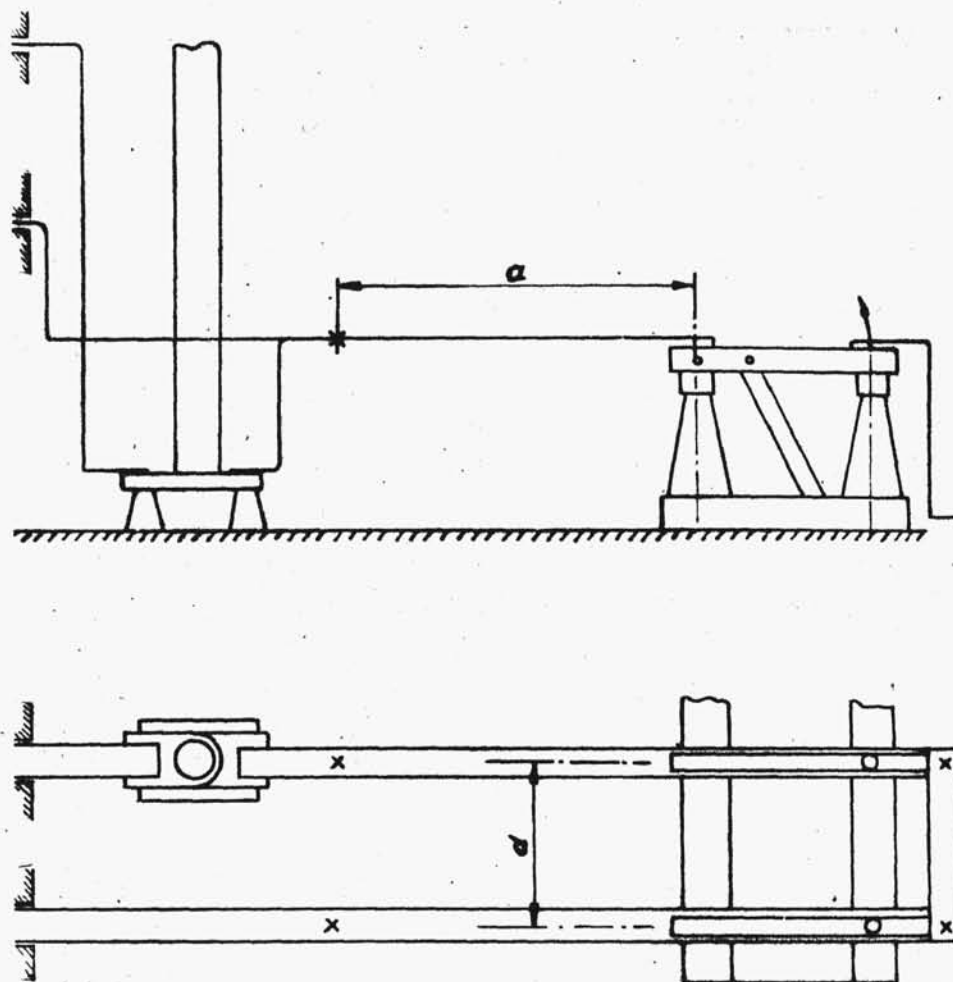
tora wsporczege należy dobrać wg zaleceń podanych na rys.75, tj. równą trzykrotnej odległości międzybiegunowej.

Badania należy przeprowadzić wykonując kolejno kilka (4-6) prób, rozpoczynając od stosunkowo małych wartości prądu probierczego, aż do uzyskania prądu szczytowego, odpowiadającego znamionowej wytrzymałości dynamicznej badanego odłącznika. Czas trwania przepływu prądu probierczego, z uwagi na dynamiczno-ciepłny charakter zjawisk występujących w zestykach powinien być większy od 0,1 sek. Praktycznie czas ten zawiera się w granicach 0,1 - 0,2 sek.

Podczas prób należy rejestrować za pomocą oscylografu pętlicowego następujące przebiegi:

- a) prąd probierczy I_1 ; pomiar bocznikiem wielkoprądowym,
- b) spadek napięcia na zestykach odłącznika; w zasadzie cełowy jest pomiar spadku napięcia na wszystkich zestykach rozłącznych i nierozłącznych. Praktycznie ilość punktów pomiarów zależna jest od ilości będących do dyspozycji kanałów wzmacniacza. Pomiar spadku napięcia odbywa się za pośrednictwem specjalnego wzmacniacza stałoprądowego, ograniczającego prąd wyjściowy przy przekroczeniu pewnej wartości napięcia wejściowego. Umożliwia to z jednej strony dokładne rozpoznanie zmian oporności przejścia przy przepływie prądu i stwierdzenie występowania odskoków styków, a z drugiej strony zabezpiecza pętlicę

rejestrującą od przetężeń powstających przy wystąpieniu przerwy na zestyku. Rejestracja przebiegów spadków napięcia na ze-



Rys.77. Szkic części wieloprądowej układu probierczego do prób zwarciovych odłączników w.n. (widok z góry)

stykach jest pomiarem pomocniczym umożliwiającym analizę zjawisk, występujących w zestykach przy przepływie prądu zwarciovego.

U w a g a: Zasady skalowania przebiegów mierzonych i odczytywania oscylogramów pomiędzy poszczególnymi próbami podane zostały wcześniej w punkcie 2.2.6 (cz.I).

Ponadto po każdej próbie należy zmierzyć siłę potrzebną do otwarcia bieguna odłącznika (pomiar siły wykonuje się oddziel-

nie dla każdego bieguna). Siła ta jest w pewnym stopniu miarą stopnia szepiania styków w wyniku próby zwarciowej.

Przebieg próby sterowany jest samoczynnie za pomocą nastawnika czasowego w prostym układzie programowym (patrz ćwiczenie 1.2.).

Przed przystąpieniem do badań zwarciovych odłącznik powinien przejść próby kontrolne obejmujące sprawdzenie wytrzymałości napięciowej izolacji głównej oraz próby nagrzewania lub pomiar oporności przejścia zestyków. Po badaniach zwarciovych odłącznik należy poddać próbom kontrolnym analogicznie jak przed próbami zwarciovymi.

Wszystkie wymienione próby wykonuje się na pojedynczym egzemplarzu odłącznika. Należy jednakże pamiętać, że przy próbach atestowych badania prowadzi się na dwóch egzemplarzach odłączników.

3. P r o t o k ó ł p o m i a r ó w

A. Parametry odłącznika badanego

Typ ..., NF ..., U_n ... kV, U_{ni} = ... kV, J_n = ... A

Wymagana wytrzymałość dynamiczna kA.

B. Parametry obwodu probierczego

odstęp między biegunami a = mm

odległość do najbliższego wspornika l = mm.

C. Parametry układu pomiarowego

a. Do rejestracji przebiegów zastosowano oscylograf pętlicowy typu

prędkość rejestracji m/sek.

b. Do pomiaru prądu i_1 zastosowano:

bocznik o oporności $\mu\Omega$

pętlicę typu, i_{max} = ... mA, f_0 = ... Hz, R_d = Ω .

c. Do pomiaru spadku napięcia na zestykach zastosowano: wzmacniacz prądu stałego typu nastawiony na zakres V/mA

pętlicę typu ..., i_{max} = ... mA, f_0 = ... Hz, R_d = Ω .

d. do pomiaru siły potrzebnej do otwarcia bieguna zastosowano:

dynamometr typu o zakresie kG.

D. Tabela wyników badań

Lp	Oscyl. nr	Największa wartość prądu i_{1max}	Oscyl. skalowania prądu i_1	Czas przepływu prądu t_z	Pomiar siły otwierającej		Uwagi
					Biegun I	Biegun II	
-	-	kA	-	s	kG	kG	-

E. Wyniki prób kontrolnych wykonanych przed i po próbach zwarciovych

Lp.	Rodzaj badań	Wartości wymagane	Wartości pomierzone		Wynik prób
			przed próbami zwarciovymi	po próbach zwarciovych	
1	Próba izolacji głównej względem ziemi				
2	Próba nagrzewania				
3	Pomiar spadku napięcia na zestykach				

4. Opracowanie pomiarów i dyskusja wyników

A. Otrzymane z prób oscylogramy należy odczytać wpisując odpowiednie wartości prądów i czasów do tabeli wyników pomiarów.

B. Opierając się na obserwacji przebiegu prób, pomiary wykonywane pomiędzy poszczególnymi próbami oraz wyniki pomiarów kontrolnych po próbach, należy podsumować wyniki badania i określić znamionową wytrzymałość dynamiczną badanego odłącznika. Przy ocenie wyników, próby szczególną uwagę należy zwrócić na wzrost wartości sił potrzebnych do otwarcia biegunów badanego odłącznika i rozpatrywać go w porównaniu z możliwościami energetycznymi napędu.

C. Przeprowadzić krytyczną analizę stosowanych kryteriów oceny stanu odłącznika w czasie prób zwarciovych i po ich zakończeniu.

Wykaz literatury

1. Au A.: Analiza równoważności trój- i jednofazowych obwodów probierczych do prób wytrzymałości elektrodynamicznej. Przegląd Elektrotechniczny 1962, z.6, s.232-234.
 2. Bader J.: Próby wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych, PWT, W-wa 1954.
 3. Kryński J.: Elektryczne Aparaty Rozdzielcze (Skrypt). PWN, W-wa 1963.
 4. Norma międzynarodowa na odłączniki w.n.
 5. PN/E-06100 "Łączniki prądu zmiennego w.n."
 6. VDE 0670/... 57.
 7. "Badania zwarciovowe wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych i zestawów" - Projekt normy 1955.
2. Wyznaczanie parametrów i charakterystyk mechanicznych łączników elektrycznych oraz ich wyposażenia

Ćwiczenie 2.1. Wyznaczanie charakterystyk ruchu mechanizmów łączników elektrycznych

1. W y m a g a n e w i a d o m o ś c i

1.1. Wprowadzenie

Zasadniczym zadaniem łączników elektrycznych jest dokonywanie łączy w obwodach elektrycznych przy wykorzystaniu zestawów łączyeniowych. Załączanie i wyłączanie obwodów dokonywane