



WYDAWNICTWA POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

ANDRZEJ AU
JAN MAKSYMIOUK

**BADANIE
ELEKTRYCZNYCH
APARATÓW
ROZDZIELCZYCH**



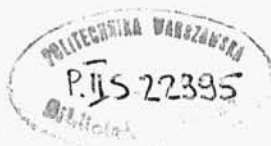
WARSZAWA

1964

Opiniodawca
Doc. Jakub Elbaum

Wydano za zgodą Rektora Politechniki Warszawskiej

Redaktor techniczny — Zofia Latoszkowa



Wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Warszawskiej
Nakład 300 + 20. Arkuszy druku 17,5. Papier offset kl. V 70 g.
Oddano do druku 16. XII. 1963 roku. Zamówienie nr 755 L-41

56-1-64d

W S T Ę P

Budowa aparatów elektrycznych, a zwłaszcza łączników, jest jedną z tych gałęzi techniki, w których szczególne znaczenie posiadają różnorodne, szeroko rozbudowane badania doświadczalne. Wynika to z dwóch podstawowych przyczyn:

- aparaty elektryczne stanowiące elementy łączeniowe elektroenergetycznych instalacji, układów i systemów gwarantować muszą możliwie maksymalną pewność ruchu z uwagi na wysokie, powstające w wyniku ich awarii koszty strat zarówno bezpośrednich (tj. w energetyce) jak i pośrednich (tj. u odbiorców energii elektrycznej),

- projektowanie nowych aparatów wymaga bardzo dużych ilości badań, dotyczących w pierwszym rzędzie ich układów gazacyjnych, a następnie obciążalności prądowej, charakterystyk mechanicznych, izolacji, obwodów magnetycznych.

Występujące tu zjawiska w ograniczonym tylko zakresie można w obecnym stanie rozwoju związanych dyscyplin teoretycznych traktować obliczeniowo. Z reguły natomiast wszelkie tego rodzaju rozwiązania oparte na wstępnych analizach i obliczeniach, czy tylko pewnych przewidywaniach, podlegają późniejszym badaniom sprawdzającym.

Badania eksperymentalne towarzyszą wszystkim bez mała kolejnym etapom projektowania i fabrykacji aparatów elektrycznych. W związku też z okresem ich przeprowadzania podczas kolejnych etapów powstawania aparatu wyróżnić można następujące rodzaje badań:

- 1) badania konstruktorskie i specjalne,
- 2) badanie typu,
- 3) badania wyrobu,
- 4) badania profilaktyczne (eksploatacyjne).

1. W powyższym zestawieniu szczególnie doniosłą rolę odgrywają badania konstruktorskie i specjalne. Badania te bowiem są czynnikiem warunkującym w podstawowej, jak dotąd mierze, po-

stęp w konstrukcjach aparatów. Do badań tych zaliczamy te wszystkie, które wykonywane są w celu studiowania zjawisk zachodzących w badanym aparacie w takim stopniu, w jakim jest to potrzebne dla opanowania lub rozwoju badanej konstrukcji. W ścisłym związku z badaniami konstruktorskimi pozostają też prace naukowo-badawcze. Dotyczyć one mogą nie tylko pewnych fizykalnych zjawisk podstawowych - ale i zagadnień bardziej szczegółowych, w tym i konstrukcyjnych. Z tendencją do możliwie najszerszego uogólniania wyników. Jeśli oczywiście w wyniku badań konstruktorskich można sformułować pewne ogólniejsze spostrzeżenia i zależności, będzie to dowodem wyzyskania tkwiących i tutaj możliwości uogólniania pewnej sumy wyników szczegółowych.

Badania konstruktorskie związane są głównie z opracowywaniem nowych typów a także nowych wielkości, odmian i modyfikacji istniejących aparatów. Dlatego też są one wykonywane na kompletnych modelach tych aparatów - albo jeszcze wcześniej na fragmentach modeli tych aparatów, ich niektórych elementach, czy też na modelach specjalnych służących badaniom zjawisk szczególnie interesujących.

Przykładowo przy projektowaniu wyłącznika pneumatycznego badania konstruktorskie dotyczą m.in.:

- zagadnień przepływowych, tj. studiów nad zwymiarowaniem dysz, zaworów, rurociągów,
- zagadnień łączeniowych, tj. studiów nad przebiegiem gaseń, w funkcji parametrów układu przepływowego, oporności oporników dodatkowych itd.,
- zagadnień izolacyjnych, zagadnień związanych z wymiarowaniem toru prądowego wyłącznika, zagadnień mechanicznych itd.

W takim szkicowym zestawieniu wymienione na początku zagadnienia przepływowe studiowane są z reguły wstępnie w układach wydzielonych lub modelowych (np. badanie przebiegów falowych sprężonego powietrza w rurociągach).

Badania konstruktorskie nazwę swą przyjęły stąd, że inspirowuje je i bezpośrednio analizuje konstruktor pracujący nad danym aparatem czy rozwiązaniem fragmentu aparatu. Stąd też badania te wykonywane są najczęściej w wytwórniach, o ile dysponują one odpowiednimi możliwościami badawczymi.

2. Nowoopracowane aparaty przed wejściem do produkcji seryjnej poddawane są próbom typu. Próby typu, zarówno co do zakresu jak i kolejności wykonywania poszczególnych badań, są szczegółowo i jednoznacznie zdefiniowane w przepisach normalizacyjnych poszczególnych państw i w normalizacji międzynarodowej (Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej, skrót ang. IEC, skrót franc. CEI, uchwały RWPG),

Próby te umożliwiają ocenę badanego aparatu pod względem konstrukcji, zastosowanych materiałów i sposobu wykonania.

Próby takie, wykonane przez upoważnione instytucje (instytuty naukowo-badawcze, niektóre szkoły wyższe, centralne laboratoria resortowe) stanowią podstawę do wydania urzędowego orzeczenia (tzw. atestu) przypisującego zbadanemu typowi aparatu jego gwarantowane cechy znamionowe. Należy tu podkreślić, że badania typu przeprowadzone są z reguły zgodnie z wymaganiami określonej normy narodowej lub międzynarodowej. Mamy wtedy taki stan, że dysponując atestem z badań typu wykonanych wg normy np. brytyjskiej nie możemy gwarantować spełnienia wszystkich wymagań innych norm, np. niemieckiej, polskiej czy amerykańskiej. Stanowi to szczególne utrudnienie w eksporcie aparatów do odbiorców stosujących u siebie przepisy różnych norm narodowych. Postęp w tym względzie może przynieść rozpowszechnienie stosowania przepisów międzynarodowych IEC.

Uzyskanie przez producenta atestu na dany aparat umożliwia podjęcie jego produkcji i rozpowszechnienie jego danych wśród projektantów, inwestorów i innych zainteresowanych pojawianiem się nowych aparatów na rynku.

Badania typu powinny być wykonywane okresowo również dla aparatów już produkowanych, w celu ustalenia, czy aktualnie stosowana technologia nie spowodowała zmian ich parametrów. Badania takie muszą być również powtarzane w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych, materiałowych lub technologicznych - przynajmniej w tym zakresie badań, na wyniki których mogą wpłynąć dokonane zmiany.

Badania typu prowadzone są na małej liczbie aparatów (prototypowych lub wybranych losowo z serii produkcyjnej). Liczba ta w przypadku aparatów wysokiego napięcia wynosi zwykle 2, w przypadkach łączników niskiego napięcia może być większa.

3. W celu zagwarantowania możliwie największego stopnia niezawodności pracy aparatów elektrycznych - wszystkie aparaty opuszczające wytwórnię poddawane są badaniom wyrobu. Badania wyrobu, znormalizowane podobnie jak badania typu, polegają na przeprowadzeniu w określonej kolejności szeregu badań umożliwiających sprawdzenie jakości wyprodukowanych aparatów. Badania wyrobu stanowią zwykle pewien fragment zestawu prób wchodzących w skład badań typu i mają za zadanie sprawdzenie podstawowych parametrów aparatu, tj. stanu jego toru prądowego, izolacji, sprawności mechanizmów, wyzwalaczy itp. Przy tym wyniki badań typu kontrolowanego aparatu stanowić mogą podstawę do stosowania pewnych skróconych metod kontroli przeprowadzanej w zakresie prób wyrobu. Przykładowo sprawdzenie stanu toru prądowego podczas próby typu polega na przeprowadzeniu próby nagrzewania i prób zwarciowej obciążalności prądowej. W ramach próby wyrobu te długotrwałe i kosztowne badania zastępuje się kontrolą oporności bieguna i zestyków lub kontrolą docisku styków. Podobnie kontrola stanu izolacji łączników w.n. obejmuje z reguły próby tylko napięciem probierczym wolno-zmiennym (50 c/s), przy pominięciu wchodzących w skład badań typu prób napięciem udarowym.

Ilość prób wchodzących w skład badań wyrobu zależy naturalnie od rodzaju aparatu. Wielokrotnie większy jest zakres tych badań np. przy wyłączniku 220 kV, niż przy niskonapięciowym styczniku elektromagnetycznym, zwłaszcza produkowanym wielkoseryjnie. Istotne znaczenie posiadają tu bowiem zarówno stopień skomplikowania aparatu, rodzaj stosowanej przy jego fabrykacji technologii, wymagany stopień niezawodności działania aparatu.

4. Wprowadzenie gotowego i sprawdzonego aparatu do eksploatacji nie zwalnia użytkownika od odpowiedniej jego konserwacji. Konserwacja ta, zwłaszcza w przypadku najbardziej odpowiedzialnych aparatów, łączy się z koniecznością prowadzenia pewnych badań kontrolnych nad stanem izolacji, toru prądowego, mechanizmów itd. Badania takie pozwalają na wcześniejsze wykrywanie możliwych uszkodzeń, ustalanie ich źródeł i tą drogą wpływanie pośrednio na jakość nowoprodukowanych aparatów. Badania powyższe

o charakterze profilaktycznym nie podlegają osobnej normalizacji i opierają się na przepisach dotyczących badań typu i wyrobu.

Poszczególne próby, wchodzące w różnych zestawach do omówionych wyżej rodzajów badań, zestawień można w następujące grupy podstawowe:

- a) badania zdolności łączenia: roboczej, zwarciowej i w warunkach specjalnych obwodu,
- b) badania prądowe: nagrzewania do temperatury ustalonej i zwarciowe,
- c) badania izolacji,
- d) badania elektromechaniczne,
- e) badania magnetyczne,
- f) inne.

W związku z tym materiał niniejszego skryptu został ułożony tak, aby umożliwić podstawową przynajmniej orientację w powyższych grupach badań, stosowanych metodach badań, układach probierczych i związanych z nimi zagadnieniach pomiarowych.

Dlatego też w skrypcie odeszliśmy od jakiegokolwiek schematu badań znormalizowanych - uważając, że zagadnienia takie nie stworzą dodatkowych trudności w okresie pracy zawodowej absolwenta.

Znaczna (I) część skryptu poświęcona została informacjom dotyczącym układów probierczych i ich wyposażenia oraz techniki pomiarowej. W części dotyczącej układów probierczych ze względu na brak dostępnych źródeł, szczegółowiej opisano układy i wymogi eksploatacyjne dotyczące probierczych transformatorów wielkoprądowych. W części dotyczącej pomiarów szczególną uwagę zwrócono na oscylograficzną technikę pomiarową przy użyciu oscylografów pętlicowych.

Część II skryptu poświęcona jest opisowi szeregu wykonywanych w ramach laboratoriów I i II Aparatów Elektrycznych ćwiczeń, prezentujących sobą następujące ważniejsze grupy badań aparatów elektrycznych:

- a) badania wytrzymałości zwarciowej (ćwiczenia 1.1., 1.2., 1.3),
- b) badania elektromechaniczne (ćwiczenia 2.1., 2.2., 2.3),
- c) badania roboczej zdolności łączenia (ćwiczenia 3.1., 3.2.),

d) badania pracy przekładników prądowych (ćwiczenia 4.1., 4.2.),

e) badania specjalne (ćwiczenie 5.1).

Opis każdego z tych ćwiczeń lub grupy ćwiczeń poprzedzają informacje wstępne na temat zagadnień związanych z prezentowaną grupą badań aparatów.

Pewne bardzo istotne dla aparatów badania opisane w części I nie mogły być przedstawione tutaj również w formie ćwiczeń z uwagi na brak odpowiedniego wyposażenia laboratoryjnego (np. badania łączalności zwarciowej łączników w.n.). Nie zajmowano się też w ogóle w skrypcie badaniami napięciowymi aparatów, ponieważ wszyscy studenci Wydziałów Elektrycznych Politechnik wykonują ćwiczenia w Laboratorium Wysokich Napięć oraz istnieje bogate piśmiennictwo przedmiotu (L 1, L 2).

Wykaz literatury

1. Bader J. i in.: Próby wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych, PWT, W-wa 1954.
2. Lidmanowski W.: Laboratorium wysokich napięć, Dział Wydawnictw PW, W-wa 1962.

C Z Ę Ś Ć I

UKŁADY PROBIERCZE I TECHNIKA POMIAROWA

1. Układy probiercze do badań łączeniowych i wielkoprądowych aparatów elektrycznych

1.1. Badania zdolności łączenia i wytrzymałości zwarciowej

1.1.1. Podział badań i warunki probiercze

W zależności od rodzaju badanego aparatu próby zdolności łączenia oraz wytrzymałości zwarciowej łączników w.n. obejmują: