



Problemy eksploatacji układów izolacyjnych wysokiego napięcia - wprowadzenie

Streszczenie. W artykule przedstawiono przegląd aktualnych zagadnień dotyczących eksploatacji w elektroenergetyce, opisywanych w materiałach Sympozjum EUI'2007, ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Dotyczą one wszystkich ważnych urządzeń, w szczególności transformatorów, kabli i ograniczników przepięć. Referaty Sympozjum obejmują zagadnienia różnych narażeń eksploatacyjnych, ich modelowania i wykorzystania do oceny eksploatacji, dane o awaryjności. Przedstawione są problemy metod pomiarów wraz z zagadnieniami diagnostyki oraz problemy nowych materiałów i konstrukcji.

Abstract. (Problems of the high voltage insulating systems exploitation - introduction). Paper presents the review of actual problems concerning the exploitation in power systems - described in papers of EUI'2007 - particularly high voltage power arrangements. They concern all important arrangements, particularly transformers, cables and arresters. Papers contain the problems of different exploitation exposures, their modeling and application to the assessment of exploitation, failures data. Problems of measurement methods together with diagnostics and problems of new materials and designs are presented.

Słowa kluczowe: urządzenia elektroenergetyczne wysokiego napięcia, narażenia eksploatacyjne, pomiary eksploatacyjne, diagnostyka, konstrukcje, materiały izolacyjne.

Keywords: high voltage power arrangements, exploitation exposures, exploitation measurements, diagnostics, designs, insulating materials.

Eksploatacja urządzeń w systemie elektroenergetycznym jest elementem ogólnego procesu zarządzania, w tym prowadzenia ruchu. Spełniać musi podstawowe wymagania i oczekiwania, stawiane przed dostawcami energii elektrycznej, które na poziomie technicznym dotyczą niezawodności i optymalizacji kosztów. Budowa, nowoczesne rozwiązania i materiały z jednej strony oraz adekwatne do spodziewanych różnych typów narażeń metody badań są naturalnym obszarem analiz, służących zapewnieniu racjonalnej eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych i poprzez nie eksploatacji w systemie.

W nawiązaniu do wymienionych uwag można wydzielić pewne grupy tematyczne w obecnym Sympozjum. Dotyczą one w szczególności zagadnień analizy różnych narażeń eksploatacyjnych, zagadnień konstrukcyjnych, w tym materiałowych, metod badań z elementami diagnostyki, mechanizmów fizykalnych zjawisk w układach izolacyjnych. Streszczając grupy tematyczne w programie Sympozjum, przedstawiono przegląd referowanych zagadnień.

W grupie problemów przepięciowych znaczącą część stanowią zagadnienia budowy, eksploatacji i badań diagnostycznych różnych typów ograniczników przepięć. Wnoszą one nowe informacje na temat zarówno technik badawczych jak i procesów starzeniowych, w tym koncepcje mechanizmów fizykalnych oraz przedstawiają doświadczenia eksploatacyjne. Grupa tematyczna przepięć zawiera również analizy, sposoby modelowania i wykorzystania informacji z rejestracji, w tym rejestracji przepięć łączeniowych sieciach niskiego napięcia.

Zagadnienia ochrony odgromowej, prezentowane w programie, dotyczą zarówno zagadnień fizyki wyładowania piorunowego i przepięć indukowanych jak i teoretycznych rozważań nad pojęciami, stosowanymi w normalizacji technicznej. Przedstawiono metodę symulacji przepięć w liniach napowietrznych wskutek bezpośredniego wyładowania piorunowego w linię wysokiego napięcia. W sposób naturalny występują problemy ochrony od przepięć w instalacjach niskiego napięcia ze względu na dużą wrażliwość urządzeń do przesyłu i przetwarzania informacji. Referowany jest temat sprawdzania odporności przepięciowej urządzeń kolejowych.

Ulot, jako zjawisko fizykalne o złożonym mechanizmie fizykalnym, odznaczającym się charakterystykami nieliniowymi, jest obiektem badań, mających na celu opracowanie modelu matematycznego, który - stanowiąc element modelu sieci lub systemu - mógłby służyć do analizy roli ulotu w procesie tłumienia przepięć. Przedstawione w tym zakresie referaty takie stawiają sobie cele. Skomplikowany mechanizm fizykalny ulotu sprawia, iż szczególną wartość przedstawiają badania eksperymentalne w tej dziedzinie, wnosząc dane, które pozwolą poprawić adekwatność modeli matematycznych.

Narażenia mechaniczne i ich skutki są przedmiotem opracowań dotyczących w szczególności szyn giętkich w rozdzielniach napowietrznych wysokiego napięcia. Skomplikowana dynamika ich układów konstrukcyjnych i właściwości materiałów skłaniają do opracowania w celach projektowych metod uproszczonych oraz programów komputerowych, służących nie tylko do sprawdzania wytrzymałości mechanicznej, ale i wyznaczania niezbędnych odstępów izolacyjnych. Drugim obiektem prezentacji są zagadnienia narażeń mechanicznych wielkoprądowych układów stykowych w różnych typach łączników.

Izolacja linii i stacji napowietrznych jest obszernym zbiorem zagadnień, odnoszących się zarówno do izolatorów liniowych jak i dużych odstępów izolacyjnych, powietrznych. Szeroki rozwój izolatorów kompozytowych wprowadził potrzebę ich badań, możliwie adekwatnych do skomplikowanych narażeń eksploatacyjnych. Prezentowane są metody badań mechanicznych i elektrycznych w procedurach cyklicznych, pomiary prądów upływu i analizy ich charakteru impulsowego, porównanie wpływu kształtu, materiału i innych parametrów. Przedstawione są koncepcje doboru powietrznych odstępów izolacyjnych z wykorzystaniem symulacji komputerowej. Statystyka awaryjności z kolei dostarcza danych, wspomagających planowanie badań diagnostycznych.

Transformatory energetyczne, ze względu na ich rolę w systemie elektroenergetycznym, są obiektem szczególnego zainteresowania i tematem prac badawczych oraz analiz, wynikających z eksploatacji. W programie Sympozjum prezentowane są zagadnienia poziomu

ochrony i poziomu izolacji jako elementy koordynacji izolacji, badania układów izolacyjnych metodą napięcia stopniowanego i odpowiedzi dielektrycznej, analiza prądów załączania jako informacji dla technik modelowania, zastosowanie funkcji przenoszenia do diagnostyki stanu uzwojeń i służące jej metody badawcze, narażenia przepięciowe przy łączeniu wyłącznikami próżniowymi oraz wibroakustyczne badania rdzenia transformatora, dostarczające danych o procesie starzeniowym. Przedstawiono koncepcje i podstawy budowy transformatorów tak zwanych wysokotemperaturowych, dopuszczających przyrost temperatury większy niż 65 K. Referowany jest temat modelowania zjawisk relaksacyjnych w kanałach olejowych transformatora, zawierający opis zjawisk fizycznych, analizę wpływu różnych czynników oraz ilustracje wyników pomiarów.

Zagadnienia olejów izolacyjnych wnoszą informacje i badania różnych substytutów olejów mineralnych, przede wszystkim pochodzenia roślinnego. Zrozumiałe, że problematyka olejowa w naturalny sposób zawiera metody badań, w tym chromatografię gazową i jej możliwości interpretacyjne oraz nowoczesne konstrukcje aparatury pomiarowej. Referowana jest nowa koncepcja klasyfikacji stanu oleju izolacyjnego, proponowana w normach IEC, polegająca na wprowadzeniu trzech poziomów jakości oraz sugestie, dotyczące postępowania diagnostycznego.

Obszernie reprezentowana tematyka kabli elektroenergetycznych zawiera zarówno problemy technik badawczych pomontażowych linii kablowych najwyższych napięć, właściwości materiałów, w szczególności polietylenu sieciowanego, konstrukcji i właściwości kabli średnich napięć w izolacji etylenowo-propylenowej (EPR), zastępujących dotychczasowe kable polietylenowe, informacje o kablach w izolacji z materiałów nadprzewodnikowych wysokotemperaturowych oraz wyniki rejestracji awaryjności kabli w sieciach rozdzielczych średnich napięć. Polietylen sieciowany, podstawowy materiał izolacyjny dla kabli średnich i wysokich napięć jest nadal obiektem zainteresowania, przede wszystkim ze względu wciąż niezupełnie rozpoznane mechanizmy efektów wyładowań niezupełnych i wynikające z nich wskazania dla detekcji w celach diagnostycznych. Problematyka pożarów towarzyszy zagadnieniom eksploatacji linii kablowych. Kontynuacja tej tematyki z poprzednich Sympozjów EUI przynosi nowe informacje o wpływie konstrukcji kabli i materiałów kablowych na charakterystyki palności, badania wpływu lokalizacji źródła pożaru w linii kablowej na rozprzestrzenianie się płomienia, działania szkodliwe produktów spalania, rozwój metod badawczych.

Kontynuacją tematów z poprzednich Sympozjów EUI, dotyczących technologii i organizacji przy pracach pod napięciem są przedstawione obecnie zarówno doświadczenia eksploatacyjne jak i sugestie rozwoju tej techniki.

Zgłoszone obecnie informacje na temat utylizacji zużytych materiałów z urzędzeń elektroenergetycznych są również kontynuacją prezentacji z poprzednich Sympozjów EUI. Temat ten wpisuje się do kompleksu problemów ekologicznych, towarzyszących eksploatacji w elektroenergetyce.

Wśród występujących metod badawczych należy wymienić w szczególności detekcję i pomiary wyładowań niezupełnych, termowizję i jej możliwości wykorzystania w ruchu, analizę gazów rozpuszczonych w oleju, pomiary i zasady interpretacji za pomocą funkcji przenoszenia w badaniach stanów uzwojeń wysokonapięciowych.

Zagadnienie wyładowań niezupełnych implikuje w szczególności dalszy rozwój i usprawnianie metod ich detekcji. Technika akustyczna, prezentowana w programie Sympozjum, łączona z innymi, jest przedmiotem aplikacji szczególnie w odniesieniu do transformatorów i dużych urzędzeń SF₆. Pozostaje stale aktualne zagadnienie właściwej interpretacji wyników i wykorzystanie ich w diagnostyce. Przedstawiane są wyniki badań wyładowań niezupełnych w izolacji uzwojeń silników średniego napięcia.

Pewność dostawy energii elektrycznej inspirowała analizę ryzyka i kosztów przerw w zasilaniu. Tematyka ta należy do rozwojowych i rozpoczyna wprowadzanie różnych modeli i metod badawczych, łączących zagadnienia techniczne, organizacyjne i ekonomiczne. W ramach jakości energii przedstawiono wykorzystanie wyników pomiarów jej parametrów w sieciach średniego napięcia do analizy przyczyn przepięć.

Niezależnie od powyższego przeglądu przedmiotowych grup tematycznych referatów, warto również wskazać na występujące informacje o szczególnych metodach przetwarzania i opracowania sygnałów, wykorzystywanych do różnych celów w dziedzinie pomiarów eksploatacyjnych, w szczególności prowadzących do diagnostyki. Są nimi aplikacje sieci neuronowych, różnych transformacji, w szczególności falkowej, metod logiki rozmytej. Widoczne jest zmierzanie do problemów metod diagnozowania.

Problematyka niniejszego Sympozjum, oceniana w aspekcie historycznym wskazuje na stopniowe rozszerzanie się zagadnień eksploatacji układów izolacyjnych wysokiego napięcia na szeroko rozumiane problemy racjonalnej i optymalnej eksploatacji urzędzeń elektroenergetycznych.

Autor: prof. dr hab. inż. Romuald Włodek, Przewodniczący Komitetu Naukowego XI Sympozjum „Problemy Eksploatacji Układów Izolacyjnych Wysokiego Napięcia” – EUI'2007, e-mail: gewlodek@cyf-kr.edu.pl