

Diagnostyka wysokonapięciowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych / Barbara Florkowska. – wyd. 2 zaktualizowane i uzup. – Kraków, 2016

Spis treści

Spis skrótów	9
Spis oznaczeń	11
Wstęp	15
ROZDZIAŁ 1	
Strategie w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych	17
1.1. Strategie zarządzania eksploatacją urządzeń elektroenergetycznych	17
1.1.1. Czynniki wyznaczające czas eksploatacji urządzenia	17
1.1.2. Rodzaje strategii eksploatacji urządzeń	19
1.1.3. Techniki pogłębionej analizy danych	21
1.2. Strategie oceny stanu obiektów w elektroenergetyce	24
1.2.1. Etapy w analizie ryzyka	24
1.2.2. Realizacja strategii oceny stanu obiektów elektroenergetycznych	26
1.3. Diagnostyka techniczna urządzeń elektrycznych	36
1.3.1. Określenia podstawowe	36
1.3.2. Rodzaje badań diagnostycznych	38
ROZDZIAŁ 2	
Wysokonapięciowe układy izolacyjne	40
2.1. Charakterystyka układów izolacyjnych	40
2.1.1. Podstawowe grupy układów izolacyjnych	40
2.1.2. Rozkład pola elektrycznego	42
2.1.3. Procesy degradacji układów izolacyjnych	45
2.1.4. Tendencje rozwojowe w konstrukcjach wysokonapięciowych układów izolacyjnych	50
2.2. Narażenia eksploatacyjne układów izolacyjnych	52
2.2.1. Rodzaje narażeń eksploatacyjnych	52
2.2.2. Narażenia elektryczne	55
2.2.3. Narażenia termiczne	59
2.2.4. Narażenia termomechaniczne	66
2.2.5. Narażenia środowiskowe	69
2.2.6. Narażenia klimatyczne	72
2.2.7. Narażenia zabrudzeniowe	73
2.3. Modelowanie narażeń eksploatacyjnych	76

ROZDZIAŁ 3

Podstawy metod diagnostycznych układów izolacyjnych	80
3.1. Zjawiska w polu elektrycznym	80
3.1.1. Rodzaje mechanizmów strat dielektrycznych	80
3.1.2. Konduktywność elektryczna	82
3.1.3. Polaryzacja elektryczna	86
3.1.4. Wyładowania niezupełne	92
3.2. Schematy zastępcze układów izolacyjnych	96
3.2.1. Schemat zastępczy zespołu mechanizmów strat dielektrycznych	96
3.2.2. Dynamiczne charakterystyki polaryzacji przy napięciu stałym	98
3.2.3. Prąd polaryzacji i depolaryzacji. Funkcja odpowiedzi dielektrycznej	103
3.2.4. Analiza schematów zastępczych przy napięciu przemiennym	108
3.2.5. Charakterystyki dyspersyjne	115
3.3. Zależność współczynnika strat dielektrycznych od napięcia	120
3.3.1. Wpływ wyładowań niezupełnych	120
3.3.2. Związek pomiędzy maksymalnym przyrostem pojemności oraz współczynnika strat dielektrycznych a objętością fazy gazowej w materiale izolacyjnym	123
3.3.3. Napięcie początkowe wyładowań niezupełnych	126
3.3.4. Ocena strat dielektrycznych w izolacji na podstawie pomiarów współczynnika $\text{tg}\delta$	128

ROZDZIAŁ 4

Metody w diagnostyce układów izolacyjnych	133
4.1. Rodzaje metod badań układów izolacyjnych	133
4.2. Próby napięciowe urządzeń elektroenergetycznych	136
4.2.1. Określenia podstawowe	136
4.2.2. Charakterystyki czasowe wytrzymałości elektrycznej układów izolacyjnych	138
4.2.3. Znamionowy i znormalizowany poziom izolacji	140
4.2.4. Próby napięciem przemiennym	144
4.2.5. Zespoły probiercze wysokiego napięcia przemiennego	145
4.2.6. Próby napięciem stałym	156
4.2.7. Próby napięciem o obniżonej częstotliwości	161
4.2.8. Próby napięciem udarowym	165
4.2.9. Warunki wykonywania prób napięciowych	174
4.3. Wskaźnik absorpcji R_{60}/R_{15}	183
4.3.1. Zmiana rezystancji izolacji w czasie	183
4.3.2. Analiza wskaźnika absorpcji izolacji warstwowej	185
4.3.3. Pomiar wskaźników izolacji przy skokowej zmianie napięcia	191
4.4. Metoda napięcia stopniowanego	192
4.5. Metoda napięcia powrotnego	195
4.6. Metody pomiaru współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ i pojemności	199
4.6.1. Podział metod	199
4.6.2. Metody mostkowe	200

4.6.3. Wyznaczanie składowej czynnej prądu w układzie izolacyjnym	204
4.6.4. Metody mostkowe pomiarów strat dielektrycznych	207
4.6.5. Metody bezpośrednie pomiaru strat dielektrycznych	210
4.7. Wskaźnik pojemnościowy C_2/C_{50}	212
4.8. Wyładowania niezupełne w dielektrykach stałych	216
4.8.1. Przyczyny i skutki wyładowań niezupełnych	216
4.8.2. Podstawowy model układu izolacyjnego z źródłami wyładowań niezupełnych	217
4.8.3. Impulsowy charakter wyładowań niezupełnych	219
4.8.4. Metody elektryczne pomiaru wyładowań niezupełnych	229
4.8.5. Zbiory impulsów wyładowań niezupełnych	238
4.8.6. System cyfrowej rejestracji wyładowań niezupełnych	241
4.8.7. Obrazy fazowe wyładowań niezupełnych	243
4.8.8. Pomiar wyładowań niezupełnych przy przebiegach napięciowych impulsowych i szybkozmiennych	245
4.8.9. Metody akustyczne pomiaru wyładowań niezupełnych	247

ROZDZIAŁ 5

Metody badań technicznych urządzeń elektroenergetycznych	251
5.1. Kable elektroenergetyczne	251
5.1.1. Typowe konstrukcje kabli elektroenergetycznych	251
5.1.2. Rodzaje badań kabli elektroenergetycznych	256
5.1.3. Pomiar rezystancji żył	259
5.1.4. Pomiar rezystancji izolacji	260
5.1.5. Próby napięciowe	262
5.1.6. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$	276
5.1.7. Wpływ rezystywności ekranów przewodzących na wartość współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$	277
5.1.8. Pomiar pojemności kabli wielożyłowych	281
5.1.9. Sprawdzenie szczelności powłoki kablowej	282
5.1.10. Pomiar wyładowań niezupełnych w kablach elektroenergetycznych	282
5.2. Elektroenergetyczne linie napowietrzne	289
5.2.1. Narażenia eksploatacyjne elektroenergetycznych linii napowietrznych	289
5.2.2. Monitoring obciążalności prądowej linii napowietrznej	291
5.2.3. Badania termowizyjne	292
5.2.4. Rejestracja ulotu elektrycznego	292
5.2.5. Zakłócenia radioelektryczne i akustyczne	293
5.2.6. Rejestracja drgań przewodów napowietrznych linii przesyłowych	295
5.2.7. Rozkład napięcia na łańcuchu izolatorów kołpakowych	296
5.2.8. Diagnostyka izolatorów kompozytowych w eksploatacji	300
5.2.9. Pomiar natężenia pola elektrycznego pod liniami przesyłowymi	301
5.3. Transformatory energetyczne	307
5.3.1. Układ izolacyjny transformatora	307

5.3.2. Narazenia eksploatacyjne transformatorów	310
5.3.3. Procesy degradacji izolacji papierowo-olejowej transformatorów	313
5.3.4. Rodzaje badań transformatorów	316
5.3.5. Pomiar rezystancji izolacji	321
5.3.6. Pomiar pojemności i współczynnika strat dielektrycznych	323
5.3.7. Systemy monitoringu <i>on-line</i>	324
5.3.8. Pomiar wyładowań niezupełnych w transformatorach	325
5.3.9. Analiza chromatograficzna gazów rozpuszczonych w oleju	332
5.3.10. Metody oceny zawartości wilgoci w oleju i w izolacji celulozowej transformatorów	336
5.3.11. Metoda prądów polaryzacji i depolaryzacji (PDC)	338
5.3.12. Metoda spektroskopii dielektrycznej (FDS)	341
5.3.13. Wykrywanie odkształceń uzwojeń metodą funkcji przenoszenia	344
5.3.14. Kontrola podobciążeniowego przełącznika zaczepów	349
5.4. Rozdzielnice gazowe	350
5.4.1. Metody w diagnostyce rozdzielnic gazowych	351
5.4.2. Rozkład pola elektrycznego w otoczeniu lokalnych defektów	352
5.4.3. Metody detekcji wyładowań niezupełnych	353
5.4.4. Analiza gazu w diagnostyce urządzeń z SF ₆	355
5.5. Badania termowizyjne w elektroenergetyce	356

ROZDZIAŁ 6

Techniki prac eksploatacyjnych na czynnych sieciach elektroenergetycznych

6.1. Bezwyłączeniowe techniki utrzymania ruchu	362
6.2. Prace pod napięciem	362
6.2.1. Zakres prac pod napięciem	362
6.2.2. Strefy w warunkach prac pod napięciem	363
6.2.3. Metody prac pod napięciem	366
6.3. Tymczasowe techniki utrzymania ruchu	371
6.4. Narazenia w warunkach prac pod napięciem	371
6.4.1. Pole elektryczne i magnetyczne pod liniami przesyłowymi WN i NN oraz w stacjach elektroenergetycznych	371
6.4.2. Modelowanie rozkładu pola elektrycznego w warunkach prac pod napięciem	372
6.4.3. Modelowanie oddziaływania pól elektrycznych i magnetycznych na organizmy żywe	374
6.5. Przepisy dotyczące dopuszczalnych natężeń pól elektrycznych i magnetycznych w środowisku pracy	378

Literatura	381
-------------------	------------

Spis norm	390
------------------	------------