

Spis treści

Wstęp	7
1. Wprowadzenie	9
1.1. Procesy zużyciowe i starzeniowe	9
1.2. Diagnostyka eksploatacyjna	10
1.3. Modele generacji sygnałów diagnostycznych	12
1.4. Wnioskowanie diagnostyczne	17
1.5. Cel i zakres pracy	20
2. Uszkodzenia maszyn elektrycznych	23
2.1. Uszkodzenia uzwojeń stojana	23
2.2. Uszkodzenia rdzenia stojana	24
2.3. Uszkodzenia wirnika	25
2.4. Asymetria szczeliny powietrznej	27
2.5. Uszkodzenia łożysk	28
2.6. Uszkodzenia systemu chłodzenia	30
2.7. Uszkodzenia węzła komutatorowego i zestyku ślizgowego	30
3. Sygnały pomiarowe	33
3.1. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	33
3.2. Eliminacja zakłóceń losowych	35
4. Metody analizy sygnału pomiarowego	41
4.1. Charakterystyki amplitudowe	42
4.2. Funkcja korelacji	44
4.3. Rozkład harmoniczny	45
4.4. Analiza struktury częstotliwościowej sygnału diagnostycznego	49
4.5. Analiza spektralna	58
4.6. Bispektrum	60
4.7. Analiza obwiedni, transformata Hilberta	62
4.8. Analiza czasu pomiędzy kolejnymi przejściami przez zero (ZTC)	65
4.9. Uśrednianie synchroniczne	78
4.10. Wyznaczanie parametrów modelu sygnału metodami optymalizacyjnymi	80

4.11. Analiza trajektorii fazora przestrzennego i zmienności czasowej modułu fazora przestrzennego	85
5. Drgania mechaniczne	95
5.1. Drgania w ośrodkach ciągłych.....	95
5.2. Ruch bryły sztywnej przy wymuszeniu siłowym	99
5.3. Przyczyny powstawania drgań w maszynach elektrycznych	103
6. Drgania wywołane siłami pochodzenia mechanicznego	107
6.1. Niewyważenie	107
6.2. Wadliwe sprzężenie mechaniczne wałów	112
6.3. Luzy mechaniczne	115
6.4. Łożysko toczne	120
6.5. Analiza porównawcza struktury częstotliwościowej drgań korpusu silnika wywołanych uszkodzeniem łożysk.....	132
6.6. Drgania samowzbudne łożysk ślizgowych.....	136
7. Oddziaływania elektromagnetyczne w maszynach elektrycznych	139
7.1. Oddziaływania elektromagnetyczne w silniku indukcyjnym	142
7.1.1. Wpływ struktury zębowej wirnika i stojana na generowane drgania	147
7.1.2. Wpływ ekscentryczności wirnika na generowane drgania	152
7.1.3. Wpływ nasycenia obwodu magnetycznego na generowane drgania.....	158
7.1.4. Wpływ asymetrii prądów wirnika na generowane drgania	160
7.1.5. Wpływ asymetrii prądów stojana na generowane drgania	164
7.1.6. Struktura częstotliwościowa drgań wywołanych oddziaływaniem elektromagnetycznym.....	171
7.2. Oddziaływania elektromagnetyczne w silniku synchronicznym.....	174
7.2.1. Wpływ struktury zębowej stojana i geometrii wirnika na generowane drgania...	177
7.2.2. Wpływ ekscentryczności wirnika na generowane drgania	179
7.2.3. Wpływ nasycenia obwodu magnetycznego na generowane drgania.....	180
7.2.4. Wpływ asymetrii przepływu wirnika na generowane drgania.....	181
7.2.5. Wpływ asymetrii przepływu stojana na generowane drgania	183
7.3. Oddziaływania elektromagnetyczne w silniku synchronicznym z magnesami trwałymi	183
7.3.1. Wpływ momentu zaczepowego na generowane drgania	183
7.3.2. Wpływ luzów osadzenia stojana na generowane drgania.....	187
8. Analiza prądu fazowego w silniku indukcyjnym	191
8.1. Wpływ struktury obwodu magnetycznego na prąd fazowy	191
8.2. Wpływ asymetrii przepływu wirnika na prąd fazowy	209
8.3. Wpływ asymetrii przepływu stojana na prąd fazowy.....	213
9. Analiza strumienia rozproszenia w silniku indukcyjnym	225
9.1. Składowa radialna strumienia rozproszenia	227
9.1.1. Wpływ ekscentryczności wirnika na składową radialną strumienia rozproszenia	231
9.1.2. Wpływ asymetrii prądów wirnika na składową radialną strumienia rozproszenia	233
9.1.3. Wpływ asymetrii prądów stojana na składową radialną strumienia rozproszenia	235
9.2. Składowa osiowa strumienia rozproszenia	237
9.2.1. Wpływ ekscentryczności wirnika na składową osiową strumienia rozproszenia	241
9.2.2. Wpływ asymetrii prądów wirnika na składową osiową strumienia rozproszenia	245
10. Podsumowanie	249