

Spis treści

Od autorów	7
Wykaz oznaczeń i skrótów	11
1. Wprowadzenie	15
1.1. Symptom drganiowy podstawą oceny stanu dynamicznego zespołów maszynowych.....	15
1.2. Diagnostyka zespołów maszynowych.....	16
2. Awaryjność maszyn w elektrowniach	23
2.1. Wskaźniki niezawodnościowe i eksploatacyjne krajowych bloków energetycznych	23
2.2. Analiza awaryjności maszyn w krajowych elektrowniach.....	25
2.3. Awaryjność maszyn potrzeb własnych	31
2.4. Problemy przy uruchamianiu pierwszego bloku w jednej z krajowych elektrowni związane z nadmiernymi drganiami generatora	37
3. Organizacja służb diagnostycznych w przedsiębiorstwie energetycznym	43
3.1. Zadania służb diagnostycznych	43
3.2. Miejsce służb diagnostycznych w strukturach przedsiębiorstwa energetycznego	43
3.3. Liczebność służb diagnostycznych	45
3.4. Wyposażenie Laboratorium Diagnostyki Maszyn	45
4. Technologia diagnozowania oraz organizacja diagnostyki w przedsiębiorstwie energetycznym	49
4.1. Uwarunkowania prawidłowej eksploatacji maszyn w przemyśle	49
4.2. Jednolity system nadzoru maszyn w przedsiębiorstwie energetycznym	50
4.3. Wymagania ogólne systemu nadzoru stanu technicznego maszyn	52
4.4. System nadzoru maszyn – długofalowa koncepcja rozwoju w przedsiębiorstwach energetycznych	56
4.5. Wytyczne dla systemu nadzoru zespołów maszyn w elektrowni	57
5. Pomiary i diagnostyka maszyn krytycznych	61
5.1. Podstawowe sygnały pomiarowe	61

5.2. Podstawowe analizy funkcyjne i narzędzia wykorzystywane w systemach diagnostyki dla maszyn krytycznych	61
5.3. Przykład wykorzystania analiz funkcyjnych systemu monitorowania ciągłego stanu dynamicznego maszyn	68
6. Pomiary i diagnostyka maszyn pomocniczych	85
6.1. Wybór wielkości pomiarowej	85
6.2. Zakres i częstotliwość badań okresowych	85
6.3. Warunki pomiaru	86
7. Metody pomiarowe maszyn krytycznych, quasi-krytycznych i pomocniczych w elektrowniach	93
8. Rozpoznawanie uszkodzeń maszyn, charakterystyczne częstotliwości drgań w widmie sygnału drganiowego	96
8.1. Niewyważenie wirników	97
8.2. Niewspółliniowość elementów maszyn	98
8.3. Defekty łożysk tocznych	100
8.4. Defekty łożysk ślizgowych	107
8.5. Luzy, odkształcenia mechaniczne i wadliwe mocowanie maszyn	108
8.6. Wadliwa współpraca kół zębatych	109
8.7. Defekty napędów pasowych	111
8.8. Drgania maszyn elektrycznych	112
8.9. Drgania wynikające z krytycznych warunków pracy maszyny lub rezonansów układu	115
8.10. Drgania aerohydrodynamiczne	117
8.11. Pęknięcie wału	119
8.12. Przycieranie wału	120
8.13. Uwagi ogólne	121
9. Bieżąca korekta stanu dynamicznego maszyn	123
9.1. Wyważanie wirników maszyn w miejscu eksploatacji (w łożyskach własnych)	123
9.2. Korekta współosiowości wałów maszyn przy pomocy lasera	133
10. Przykłady rozwiązania problemów eksploatacyjnych maszyn przy pomocy narzędzi diagnostycznych	143
10.1. Uszkodzenia łożyska NU 324C3 silnika pompy kondensatu	143
10.2. Wzrost poziomu drgań generatora przy wzroście mocy biernej	147
10.3. Anomalie w pracy silnika na skutek uszkodzenia klatki wirnika	150
10.4. Drgania silnika na skutek uszkodzonego posadowienia	156
10.5. Awaryjny postój bloku spowodowany uszkodzeniem napędów pomp cyrkulacyjnych	162

10.6. Wzrost poziomu drgań silnika wentylatora młynowego na skutek niewłaściwej pracy sprzęgła	168
10.7. Określenie przyczyn wzbudzenia się drgań części WP turbiny i dużych wahań mimośrodowości wału turbozespołu	171
10.8. Usunięcie niebezpiecznych drgań rurociągu pary wtórnie przegrzanej i stropu na poziomie + 30 m w kotle BP 1150	174
10.9. Problemy przy uruchamianiu bloku po remoncie w jednej z krajowych elektrowni związane z nadmiernymi drganiami generatora.....	180
11. Nowa jakość w diagnozowaniu – pomiary wykonane wibrometrem laserowym	187
11.1. Diagnostyka napędów maszyn przy wykorzystaniu bezpośrednich pomiarów drgań wału	188
11.2. Diagnostyka drganiowa stanu dynamicznego niskoobrotowych silników	193
11.3. Pomiary i analiza drgań czoła uzwojeń stojana	195
11.4. Pomiary i analiza drgań transformatora dużej mocy	199
11.5. Pomiary drgań częstotliwości rezonansowych elementów maszyn	200
12. W poszukiwaniu „równowagi” między niezawodnością pracy zespołów maszynowych a kosztami utrzymania ruchu	203
12.1. Korzyści prowadzenia diagnostyki zespołów napędowych	203
12.2. Koszty poniesione w wyniku nieprzewidzianej awarii zespołów maszynowych	206
12.3. Nakłady poniesione na system nadzoru zespołu maszyn	208
13. Baza wiedzy systemów diagnostycznych przeobrażającej się energetyki	211
14. Uwagi i wnioski końcowe	217
Dodatek. Kryteria oceny stanu dynamicznego maszyn.	
Wartości graniczne pracy maszyn	221
Literatura	227
Streszczenie	241
Summary	243