



A 196981

Spis treści	
Od autora	8
Wstęp	9

Rozdział 1. Utrzymanie ruchu bazujące na ocenie stanu technicznego	10
1.1. Strategie działania służb utrzymania ruchu	12
1.2. Ocena stanu technicznego maszyn i urządzeń	20
1.3. Diagnozowanie stanu maszyn	23
1.4. Źródła danych diagnostycznych	24
1.5. Podsumowanie	27

Rozdział 2. Diagnostyka drganiowa	28
2.1. Metodyka badań diagnostycznych	30
2.2. Wdrażanie diagnostyki drganiowej	32
2.3. Zalecenia i unormowania w zakresie diagnostyki drganiowej maszyn	32
2.4. Parametry drganiowe	34
2.5. Pomiar drgań	36
2.5.1. Pomiar drgań względnych wału	38
2.5.2. Pomiar drgań bezwzględnych korpusu	39
2.5.3. Pomiar drgań bezwzględnych wału	40
2.5.4. Montaż czujników drgań bezwzględnych	41
2.6. Pomiary dodatkowe	42
2.7. Sprzęt pomiarowy	43
2.7.1. Czujniki zintegrowane i inteligentne	45
2.8. Systemy ciągłego zabezpieczania, monitorowania i diagnostyki drganiowej	46
2.9. Wnioskowanie diagnostyczne i kryteria oceny stanu maszyn	48
2.10. Określanie wartości ostrzegawczych i alarmowych	49
2.11. Diagnozowanie na podstawie analizy sygnałów drganiowych	52
2.11.1. Analiza przebiegów czasowych	52
2.11.2. Analiza widmowa sygnału drgań	53
2.11.3. Analiza trendów	55
2.12. Podsumowanie	56

Rozdział 3. Diagnostyka termograficzna	59
3.1. Istota działania kamery termograficznej	60
3.2. Emisyjność	63
3.3.2.1. Techniczne metody szacowania emisyjności	65
3.3.2. Wpływ emisyjności na wartości mierzonych temperatur	66
3.3. Metody diagnostyki termograficznej	66
3.3.1. Metody absolutne	67
3.3.2. Termografia porównawcza	69
3.3.3. Zasady wykonywania pomiarów kamerą termowizyjną	71
3.4. Ciągły monitoring termograficzny	73
3.5. Sprzęt do obchodowych badań termograficznych	75
3.5.1. Sprzętowe aspekty ciągłego monitorowania termograficznego	79
3.6. Dobór kamery termograficznej	80
3.7. Podsumowanie	81

Rozdział 4. Diagnostyka smarownicza	84
4.1. Tarcie, zużycie i smarowanie	85
4.1.1. Zużycie ściernie	87
4.1.2. Zużycie adhezyjne	87
4.1.3. Zużycie zmęczeniowe	87
4.1.4. Zużycie korozyjne (utleniające)	88
4.1.5. Zużycie erozyjne	88
4.2. Środki smarne	88
4.2.1. Oleje smarne	89
4.2.2. Smary plastyczne	90
4.2.3. Smary stałe	91
4.2.4. Klasyfikacja środków smarnych	91
4.2.5. Sposoby smarowania	92
4.3. Metodyka diagnostyki smarowniczej	97
4.3.1. Badania środków smarnych	100
4.3.2. Analizy wizualne środków smarnych	106
4.3.3. Badania lepkości oleju	110
4.3.4. Badania spektroskopowe	111
4.3.5. Badania pod kątem obecności wilgoci i wody	113
4.3.6. Spektroskopia fourierowska w podczerwieni	114
4.3.7. Oznaczanie całkowitej liczby kwasowej (TAN)	114
4.3.8. Oznaczanie całkowitej liczby zasadowej (TBN)	115
4.3.9. Metody badania i analizy stopnia zanieczyszczenia środków smarnych	117
4.4. Diagnostowanie i predykcja stanu technicznego na podstawie wyników badań olejowych	127
4.5. Filtracja i pielęgnacja oleju	129
4.6. Podsumowanie	130

Rozdział 5. Diagnostyka ultradźwiękowa	132
5.1. Fizyczne podstawy badań ultradźwiękowych	135
5.2. Urządzenia stosowane w badaniach ultradźwiękowych	137
5.2.1. Istota działania przenośnych urządzeń do badań ultradźwiękowych	139
5.3. Metodyka oceny stanu technicznego maszyn i urządzeń z wykorzystaniem ultradźwięków	141
5.3.1. Diagnostowanie na podstawie jakościowych danych z badań ultradźwiękowych	142
5.3.2. Diagnostowanie na podstawie ilościowych danych z badań ultradźwiękowych	144
5.4. Zastosowania ultradźwięków	145
5.4.1. Detekcja oraz lokalizacja wycieków i przecieków	145
5.4.2. Inspekcja odwadniaczy i instalacji dystrybucji pary wodnej	149
5.4.3. Inspekcje zaworów instalacji przepływowych	150
5.4.4. Badanie kompresorów tłokowych	151
5.4.5. Detekcja kawitacji w układach przepływowych	152
5.4.6. Ultradźwiękowa ocena stanu łożysk tocznych	153
5.4.7. Diagnostowanie urządzeń elektrycznych	156
5.5. Układy ciągłego monitorowania w paśmie ultradźwiękowym	158
5.6. Podsumowanie	159

Rozdział 6. Diagnostyka bazująca na parametrach elektrycznych	161
6.1. Utrzymanie w ruchu napędów elektrycznych	162
6.2. Metody badań maszyn elektrycznych	163
6.3. Silnik elektryczny – budowa i działanie	164
6.4. Niesprawności silników elektrycznych	167
6.4.1. Uszkodzenia mechaniczne	169
6.4.2. Mimośrodowość (ekscentryczność)	170
6.4.3. Uszkodzenia wirników	172
6.4.4. Uszkodzenia stojana	173
6.5. Diagnostyka uszkodzeń silników na podstawie parametrów elektrycznych	175
6.5.1. Badania w trybie <i>off-line</i>	176
6.5.2. Pomiary rezystancji izolacji	177
6.5.3. Badania w trybie <i>on-line</i>	185
6.5.4. Analiza widmowa prądu stojana	190
6.5.5. Analiza modułu wektora przestrzennego (wektora Parka)	194
6.5.6. Pomiar i analiza strumienia unipolarnego (poosiowego)	197
6.6. Podsumowanie	198
Rozdział 7. Inne metody diagnostyczne	201
7.1. Diagnostyka bazująca na zmiennych procesowych	202
7.1.1. Diagnostyka symptomowa	204
7.1.2. Diagnostyka oparta na modelu	205
7.1.3. Środki wspomagające wnioskowanie diagnostyczne	206
7.1.4. Systemy diagnostyczne procesów przemysłowych	207
7.1.5. Układy tolerujące uszkodzenia	207
7.1.6. Diagnostyka bazująca na zmiennych procesowych – podsumowanie	210
7.2. Diagnostyka wizyjna	210
7.2.1. Kamery	211
7.2.2. Oświetlacze	213
7.2.3. Serwer systemu wizyjnego	214
7.2.4. Zastosowanie systemów wizyjnych w diagnozowaniu stanu technicznego	215
7.3. Podsumowanie	218
Rozdział 8. Analityka predykcyjna	220
8.1. Prognozowanie zmian stanu technicznego na podstawie szeregów czasowych	221
8.1.1. Wartości szeregów czasowych	222
8.1.2. Elementy składowe szeregu czasowego	223
8.1.3. Analiza, identyfikacja i modelowanie szeregów czasowych	226
8.2. Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w predykcji stanu technicznego maszyn	229
8.3. Metody sztucznej inteligencji	229
8.3.1. Uczenie maszynowe	230
8.4. Podsumowanie	233
Dodatek: Przegląd dostawców technologii i usług diagnostycznych	235