

SPIS TREŚCI

Spis skrótów i symboli	5
1. Wprowadzenie	8
2. Lokomotywy spalinowe w transporcie szynowym.....	16
2.1. Uwagi ogólne	16
2.2. Napęd spalinowy i elektryczny w skali świata.....	18
2.3. Napęd spalinowy i elektryczny w Polsce	27
2.4. Charakterystyka kolejowych napędów spalinowych oraz postulowane kierunki ich rozwoju	34
3. Wibroakustyczna diagnostyka maszyn i silników spalinowych	40
3.1. Wibroakustyczna diagnostyka maszyn	40
3.2. Źródła generowania diagnostycznych sygnałów wibroakustycznych w maszynach	42
3.3. Analiza modalna w diagnostyce maszyn.....	43
3.4. Nowoczesna diagnostyka silnika spalinowego	45
3.5. Silnik spalinowy jako źródło sygnałów wibroakustycznych.....	47
3.6. Diagnostyka pojazdów szynowych	50
3.7. Pozyskiwanie i rejestracja sygnałów drganiowych	50
4. Widmowe metody analizy sygnałów wibroakustycznych	54
4.1. Podstawowe rodzaje sygnałów czasowych	54
4.2. Transformacje Fouriera	56
4.3. Analiza widmowa.....	72
4.4. Analiza widmowa sygnałów wibroakustycznych pochodzących z maszyn	74
4.5. Inne, niewidmowe metody analizy sygnałów wibroakustycznych.....	75
5. Metody krótkoczasowe, falki i analiza wielorozdzielcza.....	78
5.1. Metody krótkoczasowe	78
5.2. Analiza falkowa	81
5.3. Ciągła transformacja falkowa.....	83
5.4. Dyskretna transformata falkowa	86
5.5. Analiza wielorozdzielcza	87
5.6. Falki oraz analiza wielorozdzielcza w analizie sygnałów wibroakustycznych i diagnostyce silników spalinowych	89
6. Nieliniowe metody analizy sygnałów wibroakustycznych	91
6.1. Wstęp	91
6.2. Chaos deterministyczny	91
6.3. Wykładniki Lapunowa	97
6.4. Twierdzenie Takensa i Mañégo	100
6.5. Wybór opóźnienia czasowego	103
6.6. Wyznaczanie wymiaru przestrzeni stanu metodą najbliższych fałszywych sąsiadów	106

6.7.	Odróżnianie systemów deterministycznych od przypadkowych.....	112
6.8.	Metody nieliniowe w analizie i klasyfikacja układów dynamicznych.....	113

6.9.	Nieliniowa dynamika w układach mechanicznych.....	114
6.10.	Zastosowanie nieliniowych metod analizy w diagnostyce silników spalinyowych.....	117
7.	Klasyfikacja sygnałów.....	122
7.1.	Wstęp.....	122
7.2.	Analiza cech.....	123
7.3.	Klasyfikacja.....	125
7.4.	Grupowanie danych.....	127
7.5.	Porównanie grupowania danych i klasyfikacji.....	131
7.6.	Przykłady klasyfikacji sygnałów.....	132
8.	Metodyka pomiarowa.....	136
8.1.	Silniki o zapłonie samoczynnym i lokomotywy spalinowe.....	136
8.2.	Badania dotyczące wykrywania stopnia zużycia silnika o zapłonie samoczynnym lokomotywy spalinowej.....	137
8.3.	Badania w zakresie diagnostyki wypadania zapłonu silnika o zapłonie samoczynnym lokomotywy spalinowej oraz jednocylindrowego silnika badawczego.....	141
8.4.	Analiza wstępna badań sygnałów reprezentujących stan zużycia silnika lokomotywy spalinowej.....	142
9.	Metody krótkoczasowe w klasyfikacji i diagnostyce silnika o zapłonie samoczynnym.....	148
9.1.	Opis oknowej analizy krótkoczasowej stosowanej do analizy sygnałów wibroakustycznych.....	148
9.2.	Globalne parametry statystyczne.....	150
9.3.	Metody krótkoczasowe w wykrywaniu wypadania zapłonu.....	151
9.4.	Klasyfikacja sygnałów przez grupowanie danych w przestrzeni parametrów.....	156
10.	Klasyfikacja stanów silnika o zapłonie samoczynnym oparta na fałkach i analizie wielorozdzielczej.....	162
10.1.	Analiza fałkowa.....	162
10.2.	Analiza wielorozdzielcza w klasyfikacji stanów silnika spalinowego.....	164
10.3.	Przebieg i rezultaty analizy wielorozdzielczej.....	167
10.4.	Analiza wielorozdzielcza w ocenie rozpylania paliwa wtryskiwaczy w komorze silnika o zapłonie samoczynnym.....	175
11.	Klasyfikacja stanów silnika spalinowego operująca się na parametrach modeli nieliniowych.....	181
11.1.	Wprowadzenie.....	181
11.2.	Metodyka i zakres pomiarów.....	181
11.3.	Wybór wartości progu z zastosowaniem metody najbliższych sąsiadów.....	189
11.4.	Wykłady Lapunowa.....	190
11.5.	Wymiar korelacyjny.....	193

11.6. Testy danych zastępczych	194
12. Uwagi końcowe	196
Literatura	198