

SPIS TREŚCI

Od Autorów	9
1. Wprowadzenie	11
2. Łożyskowanie maszyn przepływowych	19
2.1. Niekonwencjonalne łożyska i podpory w konstrukcji bezolejowych maszyn przepływowych	21
2.1.1. Łożyska magnetyczne	22
2.1.2. Łożyska gazowe aerostatyczne	28
2.1.3. Łożyska gazowe aerodynamiczne	31
2.1.4. Łożyska hydrostatyczne i hybrydowe	33
2.2. Modelowanie przepływu w filmie łożysk ślizgowych	40
2.2.1. Podstawy modelowania przepływu dla czynnika nieściśliwego	40
2.2.2. Podstawy modelowania przepływu dla czynnika ściśliwego	46
2.3. Właściwości dynamiczne niekonwencjonalnych łożysk ślizgowych	48
2.3.1. Model dynamiczny łożyska ślizgowego	48
2.3.2. Liniowy model dynamiczny łożyska ślizgowego o zmiennej geometrii.....	53
2.3.3. Nieliniowy model dynamiczny łożyska ślizgowego o zmiennej geometrii	60
2.3.4. Liniowy model dynamiczny łożyska foliowego o zmiennej geometrii.....	74
2.3.5. Nieliniowy model dynamiczny łożyska foliowego o zmiennej geometrii	88
2.4. Konstrukcje i badania niekonwencjonalnych łożysk i podpór dla bezolejowych maszyn przepływowych.....	96
2.4.1. Budowa i badania właściwości łożysk foliowych	96
2.4.2. Projektowanie i badania poprzecznych i wzdłużnych łożysk magnetycznych	104

3. Podstawy dynamiki systemu wirującego maszyny przepływowej	121
3.1. Dynamika ruchu rotorów maszyn wirnikowych	125
3.1.1. Efekty żyroskopowe w dynamice ruchu rotora	132
3.1.2. Czynniki warunkujące dynamikę ruchu rotora	135
3.1.3. Drgania poprzeczne linii wału maszyny	142
4. Maszyny przepływowe „oil free”. Rozwiązania konstrukcyjne. Aplikacje	149
4.1. Maszyny przepływowe z łożyskami smarowanymi niekonwencjonalnym medium	150
4.1.1. Sprężarki, dmuchawy, mikroturbiny z łożyskami foliowymi	150
4.1.2. Pompy do zastosowań specjalnych	154
4.1.3. Modelowa sprężarka przepływowa z ceramicznymi łożyskami gazowymi	159
4.1.4. Modelowy zespół mikroturbiny gazowej w technologii MEMS	162
4.1.5. Modelowa sprężarka przepływowa z foliowymi łożyskami gazowymi	168
4.2. Maszyny i urządzenia z aktywnymi łożyskami magnetycznymi	184
4.2.1. Sprężarki. Turbiny. Turboekspandery	191
4.2.2. System do przemysłowych testów wirowania elementów maszyn przepływowych	200
5. Turbozespoły obiegu ORC	205
5.1. Analiza konstrukcji turbozespołów obiegu ORC z łożyskami smarowanymi świeżą parą czynnika niskowrzącego	206
5.1.1. Założenia konstrukcyjne	206
5.1.2. Turbiny i koncepcje ich łożyskowania	210
Wysokoobrotowa dwustopniowa turbina promieniowo-osiowa	210
Koncepcja konstrukcyjna z hybrydowym gazowo-magnetycznym układem łożysk	212
Wysokoobrotowa wielostopniowa turbina promieniowa	213
Koncepcja konstrukcyjna z układem aerostatycznych łożysk gazowych	221
Wysokoobrotowa naddźwiękowa turbina jednostopniowa	223
Koncepcja konstrukcyjna z układem foliowych łożysk aerodynamicznych i aerostatycznych	226

5.1.3.	Model i obliczenia dynamiczne układów wirujących turbogenerators	228
	Model numeryczny dla turbiny promieniowo-osiowej	228
	Hybrydowy, gazowo-magnetyczny układ podparcia z poprzecznymi łożyskami aerostatycznymi	230
	Układ podparcia z poprzecznymi foliowymi łożyskami aerodynamicznymi	231
5.2.	Koncepcja pracy modelowej mikrośiowni w systemie produkcji energii elektrycznej	233
5.2.1.	Układ odbioru i kondycjonowania energii	236
5.2.2.	Współpraca kontroler - prostownik - sterowanie turbiną	238
5.2.3.	Układ kontrolno-sterujący pracą turbogenerators w warunkach obciążenia	241
	Konfiguracja sterownika <i>VersaMax</i>	242
	Przetworniki ciśnienia i temperatury	243
	Pomiar obrotów turbogenerators	243
	Pomiar napięcia i prądu - prostownik AC/DC	245
	Podłączenie generatora i odbiorników energii	246
	Układy regulacyjne	247
	Układ nadzorujący funkcjonowanie mikrośiowni	249
5.3.	Prototypowe konstrukcje turbogenerators dla modelowych mikrośiowni <i>ORC</i>	252
5.3.1.	<i>Prototyp I</i> - Realizacja i próby ruchu	253
	Montaż i przygotowanie do prób	253
	Testy laboratoryjne z wykorzystaniem sprężonego powietrza	258
	Wstępne próby ruchu <i>prototypu I</i> turbogenerators	263
	Test układu odbioru energii elektrycznej	264
	Oprogramowanie monitorujące pracę turbiny.	
	Sprawność politropowa	270
5.3.2.	<i>Prototyp II</i> - Realizacja i próby ruchu	273
	Stanowisko badawcze - <i>prototyp II</i>	273
	Algorytm oprogramowania sterownika <i>PLC</i>	275
	Testy laboratoryjne z wykorzystaniem sprężonego powietrza jako medium roboczego	277
	Próby szczelności maszyny i wysokociśnieniowego układu ruociągów	278
5.3.3.	<i>Prototyp III</i> - Realizacja i próby ruchu	279
5.4.	Układu nadzoru prototypowej mikrośiowni <i>ORC</i>	281

5.5. Program wizualizacyjno-sterujący <i>MICROGEN</i>	
dla modelowej mikrośirowni <i>ORC</i>	286
5.5.1. Konfiguracja programu <i>MICROGEN</i>	287
5.5.2. Plansza robocza programu <i>MICROGEN</i>	291
5.5.3. Panel wizualizacji	292
5.5.4. Panel sterowania.....	293
5.5.5. Panel rejestracji i graficznej prezentacji wyników.....	294
5.5.6. Przygotowanie do pracy z programem	295
5.6. Maszyny przepływowe	
z łożyskami smarowanymi niekonwencjonalnymi cieczami	297
5.6.1. Modelowy zespół turbogeneratora obiegu <i>ORC</i>	
z łożyskami smarowanymi ciekłą frakcją czynnika	
roboczego - założenia i koncepcja konstrukcyjna	297
5.6.2. Obliczenia projektowe komponentów maszyny	300
6. Nadzór i diagnostyka niekonwencjonalnych systemów	
 wirujących maszyn przepływowych	321
6.1. Modele dynamiczne systemów wirujących maszyn	
dla celów diagnostycznych	325
6.2. Przykładowe rozwiązania systemów sterowania i diagnostyki	
maszyn wyposażonych w niekonwencjonalne łożyska.....	328
6.2.1. Sterowanie i nadzór diagnostyczny maszyny	
wyposażonej w aktywne łożyska magnetyczne	328
7. Zakończenie	345
Literatura	347