

Spis treści

Cz. I POMPY I UKŁADY POMPOWE

1. Wstęp	15
2. Pompy w technice	21
2.1. Przegląd zastosowań	21
2.2. Pompy w kopalniach	24
2.3. Pompy w układach centralnej klimatyzacji kopalń	26
2.4. Pompy w elektrowniach konwencjonalnych	28
2.5. Pompy w elektrowniach jądrowych	30
2.6. Pompy w instalacjach oczyszczania spalin	32
2.7. Pompy w wydobywaniu i przetwórstwie ropy naftowej	33
2.8. Pompy w wodociągach	34
2.9. Pompy w oczyszczalniach i transporcie ścieków	36
2.10. Pompy w systemach ciepłowniczych	38
2.11. Pompy w cukrowniach	40
3. Podstawowe wiadomości o pompach	41
3.1. Pompy wyporowe i pompy wirowe	41
3.2. Wielkości opisujące działanie pompy	42
3.3. Podstawowe parametry i podstawowe charakterystyki pompy	44
3.4. Rodzaje pomp wirowych w polu $Q-H$	45
3.5. Bilans mocy pompy wirowej	47
3.6. Charakterystyki pomp wirowych	49
3.7. Konstrukcje pomp wirowych	50
3.8. Zespoły i elementy konstrukcyjne pomp	53
3.8.1. Wirniki	53
3.8.2. Dławnice	54
3.8.3. Sprzęgła	56
3.8.4. Łożyska	58
3.8.5. Płyty fundamentowe	61
3.9. Budowa pomp	61
3.9.1. Cechy szczególne	61
3.9.2. Pompy jednostopniowe, odśrodkowe	62
3.9.3. Pompy wielostopniowe, odśrodkowe	64
3.9.4. Pompy diagonalne i śmigłowe	66
3.10. Napędy	67
3.10.1. Rodzaje napędów	67
3.10.2. Silniki elektryczne asynchroniczne, standardowe	68

3.10.3. Silniki elektryczne asynchroniczne, specjalne.....	73
3.10.4. Silniki synchroniczne	78
3.10.5. Układy napędowe z przemiennikami częstotliwości	80
3.10.6. Napęd ze sprzęgłem magnetycznym	84
3.10.7. Napędy z przekładnią pasową.....	85
3.10.8. Napęd ze sprzęgłem i przekładnią hydrokinetyczną.....	86

4. Układy pompowe.....91

4.1. Definicja układu pompowego	91
4.2. Schematy i wielkości opisujące układy pompowe	91
4.3. Parametry i charakterystyki układu	93
4.4. Punkt pracy pompy.....	95
4.5. Zakres pracy pompy.....	96
4.6. Układy wielopompowe	98
4.7. Punkty pracy pomp w układach wielopompowych	102

5. Regulacja.....105

5.1. Sposoby regulacji	105
5.2. Regulacja dławieniowa.....	105
5.3. Regulacja upustowa	107
5.4. Regulacja przez zmianę kąta ustawienia łopatek wirnika	109
5.5. Regulacja prerotacyjna	110
5.6. Regulacja prędkością obrotową, zwana zmiennoodrotową.....	112
5.7. Regulacja przez zmianę liczby współpracujących pomp	113
5.8. Regulacja i sterowanie układami pompowymi	115

6. Dobór pomp.....119

6.1. Projekt układu	119
6.2. Parametry układu	120
6.3. Struktura układu	123
6.4. Parametry pompy	125
6.5. Parametry silnika.....	129
6.7. Ocena doboru pomp	132
6.7. Rachunek sumy kosztów LCC	133

Cz. II EKSPLOATACJA

7. Wstęp.....137

8. Efektywność energetyczna transportu cieczy141

8.1. Kryzys energetyczny	141
8.2. Udział pomp w zużyciu energii elektrycznej.....	143
8.3. Zasób energetyczny	145

8.4. Pojęcie efektywności transportu cieczy.....	147
8.5. Wskaźnik efektywności transportu cieczy.....	150
8.6. Sprawność transportu cieczy.....	153
8.7. Jednostkowe zużycie energii.....	156
8.8. Kryteria EEI i MEI efektywności energetycznej pomp	158
9. Optymalizacja sprawnościowa układów pompowych	163
9.1. Założenia	163
9.2. Algorytm optymalizacji sprawnościowej.....	164
9.3. Rurociągi	166
9.4. Armatura	171
9.5. Struktura i regulacja układu pompowego.....	172
9.6. Pompy	173
9.7. Napędy	178
9.8. Zalecane procedury.....	178
9.9. Kryteria ekonomiczne optymalizacji	179
9.10. Znaczenie wiedzy o optymalizacji układów pompowych.....	180
10. Niezawodność	181
10.1. Znaczenie niezawodności	181
10.2. Pojęcia podstawowe	182
10.3. Niezawodność pomp i komponentów	185
10.4. Niezawodność układów pompowych.....	186
10.5. Niezawodność w funkcji warunków pracy pompy	191
10.6. Niezawodność w funkcji czasu pracy.....	194
10.7. Typowe niesprawności pomp	195
10.8. Niesprawności podzespołów	198
10.8.1. Dane statystyczne.....	198
10.8.2. Uszczelnienia wałów	199
10.8.3. Łożyskowanie	201
10.9. Specyfika stopniowej destrukcji.....	202
10.9.1. Wzajemne wspomaganie	202
10.9.2. Erozja mechaniczna	203
10.9.3. Erozja kawitacyjna.....	205
10.9.4. Korozja	207
10.10. Czynniki, etapy i sposoby budowy niezawodności	209
11. Utrzymanie ruchu.....	211
11.1. Wstęp.....	211
11.2. Doraźna kontrola stanu technicznego w ustalonych warunkach pracy	211
11.2.1. Zakres kontroli doraźnej pompy	211
11.2.2. Kontrola organoleptyczna	212
11.2.3. Kontrola wskazań przyrządów zainstalowanych w otoczeniu pompy.....	212

11.2.4. Kontrola temperatury	213
11.2.5. Kontrola drgań mechanicznych.....	214
11.2.6. Kontrola hałasu	215
11.2.7. Kontrola smaru.....	216
11.2.8. Ocena przecieków przez dławnicę.....	216
11.2.9. Ocena wybiegu	216
11.2.10. Ocena przesunięcia osiowego i szczeliny osiowej	217
11.3. Kontrola stanu technicznego na podstawie pomiaru parametrów pompy.....	217
11.3.1. Zakres kontroli	217
11.3.2. Pomiar ciśnienia.....	218
11.3.3. Pomiar charakterystyki pompy	218
11.3.4. Pomiar sprawności	219
11.3.5. Pomiar efektywności energetycznej.....	220
11.4. Monitoring instalacji pompowych	220
11.5. Monitoring działania i stanu technicznego pomp	222
11.6. Diagnostyka stanu technicznego pompy.....	226
11.7. Strategie utrzymania ruchu.....	229
11.8. Koszty i efekty	230
11.9. Strategia prognostyczna i proaktywna w praktyce eksploatacji pomp ...	232
11.10. Wybór strategii utrzymania ruchu pomp	235
11.11. Służby utrzymania ruchu w strukturze eksploatacji.....	236

12. Odbiór, instalacja i przygotowanie pompy do uruchomienia237

12.1. Odbiór pompy od dostawcy	237
12.2. Fundamentowanie	238
12.3. Montaż rurociągów i armatury	241
12.4. Osiowanie	244
12.5. Przygotowanie do uruchomienia	247

13. Remonty pomp249

13.1. Znaczenie remontów i praktyki remontowe	249
13.2. Decyzja remontu	249
13.3. Charakter remontu.....	251
13.4. Wybór wykonawcy i miejsca remontu.....	252
13.5. Procedury i procesy remontowe	253
13.6. Techniki remontowe	254
13.6.1. Demontaż.....	254
13.6.2. Ocena stanu części.....	257
13.6.3. Kompletacja części i naprawa.....	259
13.6.4. Techniki specjalne	260

13.6.5. Montaż	263
13.6.6. Kontrola po remoncie	265
13.6.7. Dokumentacja	266

Cz. III DODATKI

Z1. Zdolność ssania, NPSH 267

1. Zdolność ssania	267
2. Kawitacja w pompie	267
3. Nadwyżka energii NPSH	269
4. Kawitacja, stany krytyczne	269
5. Nadwyżka antykawitacyjna NPSH3	272
6. Kawitacyjny wyróżnik szybkobieżności	273
7. Pompy o podwyższonej zdolności ssania	274
8. Nadwyżka antykawitacyjna NPSHR – parametr pompy	275
9. Nadwyżka antykawitacyjna NPSHA – parametr układu pompowego	277
10. Warunek pracy „bezkawitacyjnej”	279
11. Inne ograniczenia zdolności ssania	280
12. Wnioski i zalecenia	281

Z2. Usterki, niesprawności, awarie pomp wirowych 283

1. Wstęp	283
2. Typowe niesprawności	284
3. Typowe przyczyny niesprawności	286
4. Typowe przyczyny typowych niesprawności	288

Z3. Drgania pomp 293

1. Parametry drgań	293
2. Drgania pomp	294
3. Pomiary drgań pomp	294
4. Kryteria oceny stanu technicznego wg normy ISO 10816-7	295
5. Inne oceny	297

Literatura	299
Skorowidz	303