

Spis treści

1. Wstęp	13
2. Systemy odwadniania kopalń głębinowych	15
3. Systemy odwadniania kopalń odkrywkowych	27
4. Pompy wirowe	31
4.1. Podział pomp	31
4.1.1. Podział według zasady działania	31
4.1.1.1. Pompy wirowe	31
4.1.1.2. Pompy wyporowe	32
4.1.1.3. Pompy specjalne	33
4.1.2. Podział według sposobu zabudowy	33
4.1.2.1. Pompy stacjonarne	33
4.1.2.2. Pompy zatapialne	34
4.1.2.3. Pompy wałowe	36
4.1.3. Podział według przeznaczenia	38
4.2. Podstawy teorii pomp wirowych	39
4.2.1. Parametry pompy	39
4.2.1.1. Wydajność	39
4.2.1.2. Wysokość podnoszenia	39
4.2.1.3. Pobór mocy	41
4.2.1.4. Sprawność	42
4.2.1.5. Prędkość obrotowa	43
4.2.1.6. NPSH	44
4.2.1.7. Parametry nominalne	44
4.2.2. Podstawowe równanie pomp wirowych	45
4.2.3. Przepływ energii w pompie	55
4.2.4. Rodzaje strat w pompie	57
4.2.4.1. Straty mechaniczne	58
4.2.4.2. Straty objętościowe	58
4.2.4.3. Straty hydrauliczne	59
4.2.5. Podobieństwo przepływów. Wyróżnik szybkobieżności	61
4.2.6. Charakterystyka pompy	73
4.2.7. Ssanie i kawitacja	79
4.3. Dobór pomp do układu	88
4.3.1. Charakterystyka układu	88
4.3.2. Straty przepływu w rurociągach	91
4.3.3. Współpraca pompy z układem	98
4.3.4. Praca szeregową pomp	107
4.3.5. Praca równoległą pomp	108

4.4. Zmiana parametrów pomp	112
4.4.1. Jednorazowa korekta parametrów	112
4.4.1.1. Zmiana średnicy wirnika	113
4.4.1.2. Zmiana liczby stopni	115
4.4.1.3. Korekta kąta wylotowego łopatek	116
4.4.1.4. Korekta prędkości obrotowej	117
4.4.2. Regulacja parametrów	118
4.4.2.1. Regulacja przez dławienie	118
4.4.2.2. Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej	120
4.4.2.3. Regulacja przez włączanie i wyłączanie pomp pracujących równolegle	123
4.4.2.4. Regulacja przez zmianę czasu pracy	126
4.4.2.5. Inne metody regulacji	127
4.4.2.6. Wybór metody regulacji	128
4.5. Pompownie głównego odwadniania	129
4.5.1. Zasadnicze wyposażenie pompowni głównego odwadniania	130
4.5.2. Projektowanie nowej pompowni głównego odwadniania	132
4.5.2.1. Wybór systemu pompowania	132
4.5.2.2. Pojemność zbiorników	134
4.5.2.3. Dobór rurociągów	136
4.5.3. Dobór pomp do istniejącej pompowni głównego odwadniania	138
4.6. Dobór pozostałych pomp w podziemiach kopalni	156
4.7. Analiza techniczno-ekonomiczna (LCC)	158
4.8. Konstrukcja pomp wirowych	163
4.8.1. Ogólna budowa pomp wielostopniowych	163
4.8.2. Wybrane węzły konstrukcyjne pomp	174
4.8.2.1. Uszczelnienia	174
4.8.2.2. Napór osiowy i sposoby jego redukcji	185
4.8.2.3. Napór promieniowy	191
4.8.2.4. Łożyskowanie	192
4.8.3. Specyfika konstrukcyjna pomp górniczych	200
4.9. Instalacja pomp stacjonarnych	202
4.10. Eksploatacja pomp	204
4.10.1. Prawidłowy dobór pomp jako podstawa właściwej eksploatacji	205
4.10.2. Bieżąca obsługa pomp	206
4.10.3. Oszczędność energii w trakcie eksploatacji pomp	214
4.10.4. Monitoring stanu technicznego pomp	218
4.11. Remonty pomp	223
4.11.1. Znaczenie ekonomiczne właściwej gospodarki remontowej	223
4.11.2. Zmiana parametrów pompy w trakcie eksploatacji	225
4.11.2.1. Wpływ korozji na straty brożenia	225
4.11.2.2. Wpływ wzrostu chropowatości kanałów przepływowych	226
4.11.2.3. Wpływ zmiany geometrii łopatek wirnika	227
4.11.2.4. Wpływ powiększenia szczelin uszczelniających	228
4.11.2.5. Łączny wpływ zużycia pompy na jej charakterystykę	228
4.11.3. Kryteria kierowania pomp do remontu	229
4.11.3.1. Praca do wystąpienia problemów	229
4.11.3.2. Kierowanie do remontu na podstawie wytycznych producenta	230
4.11.3.3. Kierowanie do remontu na podstawie monitoringu stanu technicznego pompy	230
4.11.4. Zakres i technologia remontów pomp górniczych	233
4.12. Pomiary parametrów energetycznych pomp	241
4.12.1. Pomiar wydajności	242
4.12.2. Pomiar wysokości podnoszenia	244
4.12.3. Pomiar poboru mocy	246
4.12.4. Pomiar sprawności energetycznej	247
4.12.5. Pomiar $NPSH_r$	248

4.13. Pompy zatapialne	249
4.13.1. Zastosowanie pomp zatapialnych w kopalniach	249
4.13.1.1. Pompy zatapialne w kopalniach głębinowych	249
4.13.1.2. Pompy zatapialne w kopalniach odkrywkowych	249
4.13.2. Instalacja pomp zatapialnych	250
4.13.3. Budowa pomp zatapialnych	253
4.13.4. Dobór pomp zatapialnych	262
4.13.5. Eksploatacja pomp zatapialnych	263
4.14. Pozostałe składniki zespołu pompowego	266
5. Pompy głębinowe	269
5.1. Zastosowanie	269
5.2. Budowa pomp głębinowych	270
5.2.1. Typowe konstrukcje pomp głębinowych	271
5.2.2. Inne, specjalne konstrukcje górniczych pomp głębinowych	280
5.2.3. Wykonania materiałowe pomp głębinowych	286
5.2.4. Charakterystyki pomp głębinowych	288
5.3. Silniki głębinowe	293
5.3.1. Silniki głębinowe ekranowe, olejowe i półsuche	293
5.3.2. Silniki głębinowe mokre	296
5.3.3. Silniki głębinowe specjalne	308
5.4. Układy pompowe pomp głębinowych w górnictwie	311
5.4.1. Budowa układów pompowych pomp głębinowych	311
5.4.2. Dobór pompy głębinowej do wymaganych parametrów pracy układu pompowego ..	317
5.4.3. Sprawność energetyczna układu pompowego pompy głębinowej	322
5.4.4. Montaż oraz demontaż układów pompowych pomp głębinowych	327
5.4.5. Awarie i uszkodzenia głębinowych agregatów pompowych	339
5.5. Stacje prób głębinowych agregatów pompowych	343
5.6. Monitoring pracy układów pompowych pomp głębinowych	347
5.6.1. Technika cyfrowa w systemach eksploatacji pomp	347
5.6.2. System monitoringu i sterowania pracą pomp głębinowych	350
5.7. Laboratorium symulacji pracy studni, pomp głębinowych i hydromechaniki	366
6. Pompy do szlamów	369
6.1. Podstawowe wiadomości o szlamach	369
6.2. Mechanizmy niszczenia elementów pomp przy pompowaniu szlamów	372
6.3. Budowa pomp do szlamów	374
6.4. Materiały konstrukcyjne stosowane w pompach szlamowych	385
6.5. Dobór pomp szlamowych	386
6.6. Instalacja pomp szlamowych	397
6.7. Eksploatacja i remonty pomp szlamowych	398
6.8. Regulacja pomp szlamowych	401
7. Pompy wyporowe	403
7.1. Zasada działania	403
7.2. Zastosowanie pomp wyporowych w kopalniach głębinowych	406
7.3. Pompy do zasilania obudów ścianowych	407
7.3.1. Budowa pomp nurnikowych	408
7.3.2. Dobór pomp do zasilania obudów ścianowych	414
7.3.3. Regulacja pomp zasilających obudowy ścianowe	415
7.3.4. Eksploatacja i remonty pomp zasilających obudowy ścianowe	417
7.4. Pompy zraszające	419

8. Dynamika pomp i układów pompowych	421
8.1. Drgania pomp	421
8.1.1. Zjawisko drgań w zespołach pompowych	421
8.1.2. Czynniki wymuszające drgania w zespołach pompowych	425
8.1.3. Diagnostyka drgań zespołów pompowych	430
8.1.4. Zapobieganie drganiom w trakcie eksploatacji zespołów pompowych	432
8.2. Hałas generowany przez zespoły pompowe	434
8.3. Zjawiska nieustalone podczas rozruchu i zatrzymania pompy	435
8.4. Uderzenie hydrauliczne	442
9. Zagadnienia prawne	449
9.1. Wykaz najważniejszych aktów prawnych dotyczących pomp górniczych	452
10. Literatura	453