

Spis treści

Recenzja	9
O autorach	13
1. Wstęp	17
1.1. Wykaz ważniejszych oznaczeń	17
2. Podstawy teoretyczne	21
2.1. Podstawowe zagadnienia z teorii pomp wirowych – głębinowych	21
2.1.1. Parametry pompy	21
2.1.1.1. Wydajność	21
2.1.1.2. Wysokość podnoszenia	21
2.1.1.3. Pobór mocy	22
2.1.1.4. Sprawność	23
2.1.1.5. Prędkość obrotowa	24
2.1.1.6. Parametry nominalne	25
2.1.2. Przepływ energii w pompie głębinowej	26
2.1.3. Rodzaje strat w pompie	29
2.1.3.1. Straty mechaniczne	29
2.1.3.2. Straty objętościowe	30
2.1.3.3. Straty hydrauliczne	31
2.1.4. Podobieństwo przepływów. Wyróżnik szybkobieżności	32
2.1.5. Charakterystyki pomp wirowych – głębinowych	38
2.2. Podstawowe parametry silników – głębinowych	47
2.2.1. Parametry znamionowe silników	47
2.2.1.1. Napięcie i częstotliwość zasilania	47
2.2.1.2. Prędkość obrotowa	47
2.2.1.3. Moc znamionowa silnika	48
2.2.1.4. Sprawność silnika	48
2.2.1.5. Prąd znamionowy i rozruchowy silnika	49
2.2.1.6. Współczynnik mocy	49
2.2.1.7. Moment silnika	49

3. Pompy głębinowe	51
3.1. Zastosowanie	51
3.2. Budowa pomp głębinowych	53
3.2.1. Klasyczne konstrukcje pomp głębinowych	53
3.2.2. Inne konstrukcje pomp głębinowych	58
4. Silniki głębinowe	65
4.1. Silniki głębinowe półsuche	65
4.2. Silniki głębinowe mokre	67
4.3. Silniki głębinowe specjalne	69
4.4. Uwarunkowania w eksploatacji silników głębinowych	75
4.4.1. Dobory mocy silników do warunków pracy	75
4.4.1.1. Obliczanie mocy silnika dla temperatur medium standardowo dopuszczalnych	75
4.4.1.2. Obliczanie mocy silnika dla temperatur medium większych niż znamionowe	75
4.4.2. Zabezpieczenia pracy silników	76
4.4.3. Rozruch silników	77
4.4.3.1. Rozruch bezpośredni	77
4.4.3.2. Rozruch poprzez soft start	77
4.4.3.3. Przemiennej częstotliwości	77
4.4.4. Kable zasilające	79
4.4.4.1. Oznaczenia kabli	79
4.4.4.2. Dobory kabli zasilających	79
4.4.4.3. Obliczanie przekroju przewodu dla danego spadku napięcia	80
4.4.5. Zasilanie awaryjne – agregaty prądotwórcze	81
4.4.6. Różnice konstrukcyjne i eksploatacyjne silników asynchronicznych i synchronicznych	81
4.4.6.1. Charakterystyka mechaniczna	81
4.4.6.2. Napięcie zasilania	82
4.4.6.3. Współczynnik mocy	82
5. Układy pompowe studni	83
5.1. Budowa standardowych układów pompowych studni głębinowych	83
5.2. Budowa specjalistycznych układów pompowych pomp głębinowych	91
5.3. Charakterystyka układu pompowego pompy głębinowej	95
5.4. Współpraca charakterystyki pompy i charakterystyki układu	97
5.5. Dobór pompy głębinowej do wymaganych parametrów pracy układu pompowego	101
5.6. Sprawność energetyczna układu pompowego pompy głębinowej	105
5.7. Analiza niezawodności w eksploatacji pomp i układów pompowych	111
5.7.1. Miejsce i rola diagnostyki w systemach eksploatacji pomp głębinowych i ich otoczeniu	111
5.7.2. Analiza niezawodności	116
6. Systemowe zarządzanie, sterowanie i monitorowanie w eksploatacji pomp głębinowych	121
6.1. Technika cyfrowa w systemach eksploatacji pomp	121
6.2. Systemowe zarządzanie, interaktywny monitoring i sterowanie pracą pomp głębinowych	124
6.2.1. Technika informatyczna w zarządzaniu eksploatacją pomp głębinowych	126

6.2.2. Dedykowane wersje oprzyrządowania i opomiarowania układów pompowych	130
6.2.3. Funkcjonowanie systemu	132
6.2.4. Zdalny przekaz danych, sterowanie pracą pomp	141
6.2.5. Zakres przetwarzanych danych i informacji	143
7. Wybrane zalecenia i uwagi w prowadzeniu energooszczędnej eksploatacji pomp głębinowych	147
7.1. Opomiarowanie układu pompowego pompy głębinowej	148
7.1.1. Zintegrowana sonda pomiarów ciśnień	150
7.1.2. Inteligentne przetworniki ciśnienia	151
7.1.3. Miernik przepływu	152
7.1.4. Miernik parametrów sieci	152
7.2. Interpretacja wyników pomiarów	153
7.3. Systemowy, uniwersalny wskaźnik energochłonności układu pompowego	155
7.3.1. Podstawowe wersje pracy układów pompowych pomp głębinowych	155
7.3.2. Wyliczenie wskaźnika	157
7.4. Stacje prób pomp głębinowych	160
7.4.1. Znaczenie stacji prób	160
7.4.2. Korzyści z posiadania stacji prób	165
7.5. Wpływ zmiany stanu technicznego studni na zużycie energii w eksploatacji ujęcia	166
7.5.1. Współpraca charakterystyk – pompy i zmienionej charakterystyki studni ..	166
7.5.2. Symulacja komputerowa w SPM_{SYSTEM}	168
7.6. Zastosowanie energooszczędnych agregatów z silnikami synchronicznymi	170
7.6.1. Silniki synchroniczne	171
7.6.2. Porównanie agregatu tradycyjnego i agregatu optymalizującego zużycie energii	172
7.7. Komputerowy kreator doboru pomp do prognozowanych warunków pracy w studni	176
7.7.1. Praca modeli matematycznych systemu	176
7.7.2. Wybrane elementy z algorytmu pracy komputerowego modelu doboru pomp	178
7.7.2.1. Charakterystyka studni	179
7.7.2.2. Charakterystyka strat liniowych	180
7.7.2.3. Charakterystyka strat armatury	182
7.7.2.4. Charakterystyka ciśnienia odpływu	182
7.7.2.5. Finalna charakterystyka układu pompowego w studni	183
7.7.2.6. Komputerowo wyznaczony punkt pracy pompy i układu pompowego	184
8. Kierunki rozwoju energooszczędnej eksploatacji pomp i ujęć głębinowych	187
8.1. Diagnostyka stanu technicznego studni	187
8.1.1. Rola diagnostyki studziennej w energooszczędnej eksploatacji ujęć	188
8.1.2. Wskaźnik jakości energetycznej geohydrauliki studziennej – bilans mocy ..	189
8.2. Nowoczesne technologie w technice pompowej i elektrotechnice	196
8.3. Systemowe zarządzanie w eksploatacji pomp głębinowych	198
8.4. Wzrost zastosowania źródeł energii odnawialnej w eksploatacji pomp głębinowych ..	199
Literatura	201