

Spis treści

I.	WSTĘP.....	11
II.	PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O POMPACH WIROWYCH I UKŁADACH POMPOWYCH – Grzegorz Pakuła .	13
II.1.	Klasyfikacja pomp.....	13
II.1.1.	Podział ze względu na zasadę działania	13
II.1.2.	Podział pomp wirowych ze względu na rodzaj zabudowy	14
II.1.3.	Podział pomp ze względu na ilość stopni.....	21
II.1.4.	Podział pomp ze względu na rodzaj pompowanej cieczy.....	22
II.1.5.	Podział pomp ze względu na rodzaj wirnika	24
II.1.6.	Podział pomp ze względu na typ konstrukcyjny.....	27
II.2.	Zespoły pompowe	34
II.3.	Podstawy działania pompy wirowej	36
II.3.1.	Mechanizm przekazywania energii.....	36
II.3.2.	Rodzaje strat w pompie	38
II.4.	Parametry pomp	41
II.5.	Charakterystyki pomp	47
II.6.	Wyróżnik szybkobieżności	49
II.6.1.	Definicja wyróżnika szybkobieżności	49
II.6.2.	Wpływ wyróżnika szybkobieżności na konstrukcję wirnika i na charakterystykę pompy.....	50
II.7.	Ssanie pomp wirowych.....	54
II.8.	Podstawowe wiadomości o układach pompowych	60
II.8.1.	Rodzaje układów pompowych	61
II.8.2.	Charakterystyka układu pompowego	62
II.8.3.	Straty przepływu	64
II.9.	Współpraca pompy z układem pompowym	69
II.9.1.	Punkt pracy	69
II.9.2.	Praca pompy z dala od punktu nominalnego.....	73
II.9.3.	Połączenie szeregowo pomp	76
II.9.4.	Połączenie równoległe pomp	77
II.9.5.	Zjawiska dynamiczne w układach pompowych	80
II.10.	Korekta parametrów pomp.....	82
II.10.1.	Zmiana średnicy wirnika	84
II.10.2.	Zmiana ilości stopni.....	85
II.10.3.	Zmiana prędkości obrotowej	86
II.11.	Metody regulacji parametrów pomp.....	87
II.11.1.	Dławienie.....	90
II.11.2.	Zmiana prędkości obrotowej	92
II.11.3.	Upust	96
II.11.4.	Praca pomp w układzie równoległym i szeregowym	98
II.11.5.	Wybór metody regulacji.....	101
III.	DOBÓR POMP – Grzegorz Pakuła	103
III.1.	Wybór typu pompy.....	103
III.2.	Dobór pompy na stały punkt pracy	106
III.3.	Dobór pompy do pracy przy zmiennych parametrach	108
III.4.	Analiza techniczno-ekonomiczna (LCC)	111
IV.	ZAKUP POMP – Grzegorz Pakuła.....	117

V.	PODSTAWOWE ZAGADNIENIA KONSTRUKCYJNE W POMPACH – Grzegorz Pakuła	121
V.1.	Uszczelnienia	121
V.1.1.	Uszczelnienia stacjonarne	121
V.1.2.	Uszczelnienia ruchowe wysokociśnieniowe	124
V.1.3.	Uszczelnienia ruchowe niskociśnieniowe	129
V.1.4.	Uszczelnienia w układzie przepływowym	129
V.2.	Napór osiowy	131
V.2.1.	Łopatki odciążające	132
V.2.2.	Otwory odciążające	132
V.2.3.	Układy dwustrumieniowe	133
V.2.4.	Tarcza odciążająca	135
V.2.5.	Łożysko osiowe	137
V.3.	Napór promieniowy	138
V.4.	Łożyskowanie	139
V.4.1.	Łożyska toczne	140
V.4.2.	Łożyska ślizgowe	145
VI.	POMPY STACJONARNE – Grzegorz Pakuła	151
VI.1.	Nietypowe odmiany pomp stacjonarnych	151
VI.2.	Prawidłowa eksploatacja pomp stacjonarnych	152
VI.2.1.	Dobór pompy	152
VI.2.2.	Instalacja pomp stacjonarnych	153
VI.2.3.	Rozruch pomp stacjonarnych	156
VI.2.4.	Bieżąca obsługa pomp stacjonarnych	159
VI.2.5.	Praca pomp poza zakresem optymalnych parametrów	170
VI.2.6.	Najczęstsze problemy w eksploatacji i sposoby ich usuwania	171
VII.	POMPY GŁĘBINOWE – Marian Strączyński	175
VII.1.	Zastosowanie	175
VII.2.	Pompy głębinowe	175
VII.2.1.	Typowe konstrukcje pomp głębinowych	176
VII.2.2.	Inne konstrukcje pomp głębinowych	183
VII.2.3.	Wykonania materiałowe	186
VII.2.4.	Charakterystyki pomp głębinowych	187
VII.3.	Silniki głębinowe	191
VII.3.1.	Silniki głębinowe ekranowane i olejowe	191
VII.3.2.	Silniki głębinowe półsuche	193
VII.3.3.	Silniki głębinowe mokre	194
VII.4.	Stacje prób głębinowych agregatów pompowych	202
VII.5.	Układy pompowe pomp głębinowych	206
VII.5.1.	Budowa układów pompowych pomp głębinowych	206
VII.5.2.	Dobór pompy głębinowej do wymaganych parametrów pracy układu pompowego	211
VII.5.3.	Sprawność energetyczna układu pompowego pompy głębinowej	215
VII.5.4.	Montaż oraz demontaż układów pompowych pomp głębinowych	220
VII.5.5.	Awarie i uszkodzenia głębinowych agregatów pompowych	224
VII.5.6.	Nietypowe budowy układów pompowych pomp głębinowych	227
VIII.	POMPY ZATAPIALNE – Grzegorz Pakuła	235
VIII.1.	Instalacja pomp zatapialnych	235
VIII.2.	Budowa pomp zatapialnych	241
VIII.3.	Eksploatacja pomp zatapialnych	254
IX.	POMPY DO ŚCIEKÓW – Grzegorz Pakuła	259
IX.1.	Właściwości ścieków jako pompowanego medium	259
IX.2.	Sposoby pompowania ścieków	262
IX.3.	Dobór pomp ściekowych	266
IX.4.	Instalacja pomp ściekowych	270
IX.4.	Charakterystyczne cechy budowy pomp ściekowych	278
IX.5.	Eksploatacja pomp ściekowych	283
X.	STEROWANIE I ZABEZPIECZANIE SILNIKÓW ELEKTRYCZNYCH – Jan Solecki	287
X.1.	Silniki elektryczne	287

X.1.1.	Informacje ogólne	287
X.1.2.	Budowa silnika asynchronicznego klatkowego, zwartego	287
X.1.3.	Zasada działania silnika asynchronicznego klatkowego, zwartego	287
X.1.4.	Podstawowe parametry silnika elektrycznego	288
X.1.4.1.	Napięcie i częstotliwość zasilania	288
X.1.4.2.	Prędkość obrotowa	288
X.1.4.3.	Moc znamionowa silnika	289
X.1.4.4.	Sprawność silnika	290
X.1.4.5.	Prąd znamionowy i rozruchowy silnika	290
X.1.4.6.	Współczynnik mocy	290
X.1.4.7.	Rodzaj pracy	290
X.1.4.8.	Stopień ochrony	291
X.1.4.9.	Wykonanie przeciwybuchowe	292
X.1.4.10.	Klasa izolacji	292
X.1.4.11.	Oznaczenia literowe	293
X.2.	Kable zasilające	294
X.2.1.	Oznaczenia kabli	294
X.2.2.	Dobory kabli zasilających	295
X.2.2.1.	Obliczanie spadku napięcia na kablu zasilającym	295
X.2.2.2.	Obliczanie przekroju przewodu dla danego spadku napięcia	296
X.3.	Pomiary elektryczne silnika i urządzeń zabezpieczających	298
X.3.1.	Pomiar pętli zwarcia obwodów silnika i szaf sterowniczych	298
X.3.2.	Pomiar wytrzymałości izolacji na przebicie	298
X.3.3.	Pomiar rezystancji izolacji silnika	298
X.3.4.	Pomiar rezystancji uzwojeń silnika	299
X.3.5.	Pomiar mocy oraz prądu i napięcia podczas pracy silnika	301
X.3.6.	Pomiar prędkości obrotowej silnika	302
X.3.6.1.	Pomiar bezpośredni tachometrem lub stroboskopem	302
X.3.6.2.	Pomiar cewką indukcyjną	302
X.3.7.	Pomiar temperatury wewnątrz silnika	302
X.3.7.1.	Wyłączniki termiczne	303
X.3.7.2.	Termistory PTC	303
X.3.7.3.	Sensory PT100	304
X.3.8.	Pomiar kompatybilności elektromagnetycznej szaf sterowniczych	305
X.4.	Hydrauliczne urządzenia pomiarowe ze sterowaniem elektrycznym	305
X.4.1.	Ciśnieniomierze	306
X.4.2.	Przepływomierze	306
X.4.3.	Mierniki poziomu	306
X.5.	Rozruch silników elektrycznych	306
X.5.1.	Rozruch gwiazda trójkąt	306
X.5.2.	Rozruch poprzez soft start	307
X.5.3.	Przebiegienniki częstotliwości	307
X.5.3.1.	Zasada działania przebiegiennika częstotliwości	308
X.5.3.2.	Dobory przebiegienników częstotliwości do silników	308
X.5.3.3.	Praktyczne wykorzystanie przebiegienników częstotliwości	309
X.6.	Zasilanie awaryjne. Agregaty prądotwórcze	309
X.7.	Dobór mocy silników do warunków pracy	310
X.7.1.	Dobór silników do pomp	310
X.8.	Elektryczne aparaty zabezpieczająco sterujące	312
X.8.1.	Wyłączniki nad prądowe (bezpieczniki)	312
X.8.1.1.	Charakterystyka B	312
X.8.1.2.	Charakterystyka C	312
X.8.1.3.	Charakterystyka D	312
X.8.2.	Styczniki	314
X.8.3.	Przebiegienniki termiczne (bimetalowe)	315
X.8.4.	Elektryczne programowalne mierniki nadzoru zabezpieczeń	316
X.8.5.	Wyłączniki różnicowo prądowe	317
X.8.6.	Wyłączniki przepięciowe	317
X.9.	Urządzenia zabezpieczająco sterujące	318

X.9.1.	Teoria zagrożeń i uszkodzeń silnika podczas pracy	318
X.9.2.	Najważniejsze przyczyny powstawania uszkodzeń silnika i sposoby ich zapobiegania.....	319
X.9.2.1.	Zwarcia w obwodach siłowych silnika	319
X.9.2.2.	Przeciążenie silnika	319
X.9.2.3.	Utknięcie silnika	319
X.9.2.4.	Nadmierny wzrost lub obniżenie napięcia zasilania	319
X.9.2.5.	Asymetria lub zanik fazy	319
X.9.2.6.	Długie i ciężkie rozruchy	319
X.9.2.7.	Nadmierna liczba cykli pracy	320
X.9.2.8.	Nagrzewanie z przyczyn nieelektrycznych	320
X.9.2.9.	Uszkodzenia izolacji	320
X.9.2.10.	Suchobieg dla pomp głębinowych i zatapialnych oraz pomp pionowych do zestawów hydroforowych	320
X.9.3.	Zastosowanie zabezpieczeń silników	320
X.9.3.1.	Silnik jednofazowy	320
X.9.3.2.	Silnik trójfazowy	320
X.9.3.3.	Silnik pompy głębinowej. Zabezpieczenia	321
X.9.3.4.	Silnik pompy zatapialnej z suchą komorą silnika	321
X.10.	Prąd i człowiek	321
XI.	REMONTY POMP – Paweł Urbański, Grzegorz Pakuła	325
XI.1.	Kwalifikowanie pomp do remontu	325
XI.1.1.	Proces pogarszania stanu technicznego pompy w trakcie eksploatacji	325
XI.1.2.	Kategorie remontów	330
XI.1.3.	Strategie remontowe	331
XI.2.	Możliwość poprawy parametrów hydraulicznych pomp przez pokrywanie powierzchni elementów pompy preparatami zwiększającymi gładkość	334
XI.3.	Proces remontowy głębinowych agregatów pompowych	335
XI.3.1.	Technologiczność remontowa pomp i silników głębinowych, a technologia remontów	338
XI.3.2.	Demontaż pomp i silników głębinowych	341
XI.3.3.	Weryfikacja podzespołów i części	342
XI.3.4.	Regeneracja podzespołów i części	343
XI.3.4.1.	Regeneracja hydrauliki wirników i korpusów pomp	344
XI.3.4.2.	Regeneracja korpusów i wirników pomp z wykorzystaniem materiałów kompozytowych	345
XI.3.4.3.	Regeneracja uszczelnień wirników pomp	347
XI.3.4.4.	Regeneracja łożysk ślizgowych pomp	348
XI.3.4.5.	Regeneracja wałków i wałów pomp	350
XI.3.4.6.	Unifikacja węzłów konstrukcyjnych pompy głębinowej	355
XI.3.4.7.	Uzwojenia wirnika i stojana	356
XI.3.4.8.	Uszczelnienia	358
XI.3.4.9.	Wirnik silnika	359
XI.3.4.10.	Promieniowe łożyska ślizgowe silnika	359
XI.3.4.11.	Wzdłużne łożysko ślizgowe silnika głębinowego	362
XI.3.5.	Montaż głębinowych agregatów pompowych	365
XI.4.	Uszczelnianie pomp i silników głębinowych	371
XI.4.1.	Uszczelnienia spoczynkowe	375
XI.4.2.	Uszczelnienia ruchowe	377
XI.4.2.1.	Uszczelnienie dławnicowe z pakunkiem sznurowym	377
XI.4.2.2.	Uszczelnienia ze szczeliwem bezpostaciowym	384
XI.4.2.3.	Uszczelnienia czołowe	386
XI.4.2.4.	Uszczelnienia komór łożyskowych	392
XII.	OSZCZĘDNOŚĆ ZUŻYCIA ENERGII DO NAPĘDU POMP WIROWYCH – Grzegorz Pakuła	397
XIII.	MONITORING POMP – Marian Strączyński	403
XIII.1.	Technika cyfrowa w systemach eksploatacji pomp	403
XIII.2.	Systemy monitoringu	406
XIV.	PODSTAWOWE ZAGADNIENIA PRAWNE – Grzegorz Pakuła	413
Literatura		416