

Spis treści

Wstęp	13
Wykaz ważniejszych oznaczeń i jednostek	17
1. Podstawy napędów hydraulicznych	19
1.1. Podstawy hydromechaniki	19
1.1.1. Hydrostatyka	19
1.1.2. Hydrodynamika	24
1.1.3. Rodzaje przepływów	27
1.1.4. Straty ciśnienia	28
1.2. Ciecze robocze urządzeń hydraulicznych	30
1.2.1. Wymagania stawiane cieczom roboczym	30
1.2.2. Podstawowe właściwości fizyczne cieczy roboczych	31
1.2.3. Własności użytkowe cieczy roboczych	38
1.2.4. Rodzaje hydraulicznych cieczy roboczych	40
1.2.5. Zjawiska w cieczach roboczych	44
1.2.6. Kryteria doboru cieczy roboczych	45
1.3. Ogólna budowa układów napędowych hydraulicznych	48
1.3.1. Przepływ energii w układach napędowych hydraulicznych	48
1.3.2. Zalety i wady napędów hydrostatycznych	49
1.3.3. Rodzaje obiegów hydraulicznych	50
2. Pompy hydrauliczne wyporowe	52
2.1. Wiadomości podstawowe o pompach wyporowych	52
2.2. Budowa i zasada działania pomp zębatych	58
2.3. Budowa i zasada działania pomp śrubowych	66
2.4. Budowa i zasada działania pomp łopatkowych	68
2.5. Budowa i zasada działania pomp wielotłokowych	72
2.6. Zasady doboru pomp wyporowych	77
3. Siłowniki hydrauliczne	81
3.1. Wiadomości podstawowe o siłownikach hydraulicznych	81
3.2. Warunki pracy siłownika z tłoczyskiem dwustronnym	86
3.3. Warunki pracy siłownika z tłoczyskiem jednostronnym	87
3.4. Warunki pracy siłownika z połączeniem różnicowym	89
3.5. Hamowanie dobiegu tłoka	90
3.6. Uszczelnienia siłowników	92
3.7. Konstrukcje siłowników	96
3.8. Zasady doboru siłowników	103
4. Silniki hydrauliczne obrotowe wyporowe	105
4.1. Wiadomości podstawowe o silnikach hydraulicznych obrotowych	105
4.2. Budowa i zasada działania silników szybkoobrotowych	109
4.3. Budowa i zasada działania silników wolnoobrotowych	113
4.4. Zasady doboru silników hydraulicznych	128
5. Zawory hydrauliczne	130
5.1. Wiadomości podstawowe o zaworach hydraulicznych	130
5.2. Zawory sterujące kierunkiem przepływu	131

5.2.1.	Rozdzielacze hydrauliczne	132
5.2.1.1.	Przykłady konstrukcji rozdzielaczy suwakowych	136
5.2.1.2.	Przykłady konstrukcji rozdzielaczy gniazdowych i obrotowych	145
5.2.2.	Zawory odcinające	148
5.2.2.1.	Konstrukcje zaworów odcinających prostych	148
5.2.2.2.	Konstrukcje zaworów zwrotnych jednokierunkowych	150
5.2.2.3.	Konstrukcje zaworów zwrotnych sterowanych	154
5.3.	Zawory sterujące ciśnieniem	159
5.3.1.	Zawory maksymalne	160
5.3.1.1.	Przykłady konstrukcji zaworów bezpieczeństwa	164
5.3.1.2.	Przykłady konstrukcji zaworów przelewowych	167
5.3.2.	Zawory redukcyjne	174
5.3.2.1.	Przykład konstrukcji zaworu redukcyjnego	177
5.3.3.	Zawory przełączające	179
5.3.3.1.	Przykład konstrukcji zaworu przyłączającego	180
5.3.3.2.	Przykłady konstrukcji zaworów odłączających	181
5.3.4.	Zawory regulujące ciśnienie	184
5.3.4.1.	Zawory różnicowe	184
5.3.4.2.	Zawory stałego stosunku ciśnień	187
5.4.	Zawory sterujące natężeniem przepływu	188
5.4.1.	Zawory dławiące	188
5.4.1.1.	Przykłady konstrukcji zaworów dławiących	192
5.4.2.	Regulatory przepływu	200
5.4.2.1.	Dwudrogowe regulatory przepływu	200
5.4.2.2.	Trójdrogowe regulatory przepływu	206
5.4.3.	Dzielniki strumienia	209
5.5.	Zasady doboru zaworów hydraulicznych	212
6.	Akumulatory hydrauliczne	216
6.1.	Wiadomości podstawowe o akumulatorach hydraulicznych	216
6.2.	Przykłady konstrukcji hydraulicznych akumulatorów gazowych	220
6.3.	Napełnianie i ładowanie akumulatorów gazowych	222
6.3.1.	Napełnianie akumulatorów gazem	223
6.3.2.	Ładowanie akumulatorów	224
6.4.	Zasady doboru akumulatorów gazowych	226
7.	Filtry hydrauliczne	232
7.1.	Wiadomości podstawowe o filtrach hydraulicznych	232
7.2.	Parametry określające filtrację	235
7.3.	Włączenie filtra w układzie hydraulicznym	237
7.4.	Przykłady konstrukcji filtrów hydraulicznych	240
7.5.	Wskaźniki zanieczyszczenia filtrów	244
7.6.	Zasady doboru filtrów hydraulicznych	245
8.	Połączenia urządzeń hydraulicznych	247
8.1.	Sposoby łączenia elementów hydraulicznych	247
8.2.	Przewody sztywne i ich łączenie	248
8.3.	Przewody giętkie i ich łączenie	253
8.4.	Specjalne systemy montażowe	257
8.5.	Zasady doboru przewodów	261

9.	Zbiorniki cieczy roboczych	263
9.1.	Zadania zbiorników cieczy roboczej	263
9.2.	Budowa zbiorników	263
9.3.	Urządzenia dodatkowe zbiorników	266
9.4.	Zasady doboru wielkości zbiorników	268
10.	Elementy pomocnicze układów hydraulicznych	269
10.1.	Przełączniki ciśnienia	269
10.2.	Przełączniki czasowe	271
11.	Układy hydrostatyczne	276
11.1.	Układy sterowane i regulowane dławieniowo	276
11.1.1.	Sterowanie dławieniowe za pomocą zaworów dławiących	278
11.1.2.	Bilans mocy w układach sterowanych dławieniowo	280
11.1.3.	Regulacja dławieniowa za pomocą regulatorów przepływu	284
11.1.4.	Bilans mocy w układach regulacji dławieniowej	285
11.1.5.	Sterowanie dławieniowe czynne	289
11.2.	Układy sterowane i regulowane objętościowo	292
11.2.1.	Przekładnia hydrostatyczna z pompą o zmiennej wydajności	295
11.2.2.	Przekładnia hydrostatyczna z silnikiem o zmiennej chłonności	296
11.2.3.	Przekładnia hydrostatyczna z pompą i z silnikiem o zmiennych objętościach jednostkowych sterowana sekwencyjnie	297
11.2.4.	Przekładnia hydrostatyczna z pompą i z silnikiem o zmiennych objętościach jednostkowych sterowana równocześnie	298
11.2.5.	Sterowniki i regulatory jednostek nastawnych	300
12.	Serwomechanizmy hydrauliczne	308
12.1.	Wiadomości podstawowe o serwomechanizmach hydraulicznych	308
12.2.	Serwomechanizmy kopiujące	310
12.3.	Wzmacniacze hydrauliczne suwakowe nadążne	315
13.	Zawory proporcjonalne i serwozawory elektrohydrauliczne	322
13.1.	Zawory proporcjonalne	322
13.1.1.	Elektromagneses proporcjonalne	324
13.1.2.	Czujniki przemieszczeń liniowych	327
13.1.3.	Układ sterowania z zaworami proporcjonalnymi	330
13.1.4.	Konstrukcje zaworów proporcjonalnych	332
13.1.4.1.	Rozdzielacze proporcjonalne	333
13.1.4.2.	Zawory proporcjonalne ciśnieniowe	339
13.1.4.3.	Zawory proporcjonalne przepływowe	344
13.2.	Serwozawory elektrohydrauliczne	345
13.2.1.	Przetworniki elektromechaniczne	347
13.2.2.	Wzmacniacze hydrauliczne	350
13.2.3.	Układ regulacji z serwozaworami elektrohydraulicznymi	355
13.2.4.	Konstrukcje serwozaworów elektrohydraulicznych przepływowych	357
13.2.4.1.	Serworozdzielacze jednostopniowe	359
13.2.4.2.	Serworozdzielacze dwustopniowe	360
13.2.4.3.	Serworozdzielacze trójstopniowe	369
13.2.5.	Konstrukcje serwozaworów elektrohydraulicznych ciśnieniowych	371

14.	Badania urządzeń hydraulicznych	375
14.1.	Pomiary wielkości fizycznych w urządzeniach hydraulicznych	375
14.1.1.	Pomiar ciśnienia	376
14.1.2.	Pomiar natężenia przepływu	380
14.1.3.	Pomiar temperatury	382
14.2.	Badania typowych elementów hydrauliki siłowej	385
14.2.1.	Badanie pompy wyporowej	385
14.2.2.	Badanie zaworu przelewowego	386
14.2.3.	Badanie zaworu dławiącego	387
15.	Obsługa, konserwacja i naprawa urządzeń hydraulicznych	388
15.1.	Zakres obsługi i konserwacji urządzeń hydraulicznych	388
15.2.	Zakres i sposoby dokonywania napraw urządzeń hydraulicznych	392
15.3.	Diagnozowanie i usuwanie typowych uszkodzeń	399
	Podstawowe wzory dla praktyków	404
	Analogie elektryczno-hydrauliczne	409
	Symbole graficzne elementów i sterowań hydraulicznych	414
	Literatura	425

oprac. BPK