

3.6. Instalacja sprężonego powietrza w układach filtracji	104
3.7. Przegląd filtracji w warunkach stopniowego zanieczyszczenia	106
3.8. Przegląd zmodyfikowanych konstrukcji filtra i instalacji ze- wnętrznej	108
BIBLIOGRAFIA	113
UKŁADY FILTRÓW CIŚNIENIOWYCH	114
4.1. Wprowadzenie	114
4.2. Przegląd budowy układów hydrauliczno-technologicznych	119
4.2.1. Układy jednostopniowego pompowania z hydroforami	120
4.2.2. Układy dwustopniowego pompowania	124
4.2.3. Układy jednostopniowego pompowania ze zbiornikiem wielowymiarowym	128
4.2.4. Analiza porównawcza budowy i działania układów	131
4.3. Analiza porównawcza własności układów	132
4.4. Analiza hydraulicznych warunków działania układów	137
4.4.1. Analiza układu jednostopniowego pompowania z hydro- forami	141
Zestawienie zastosowanych symboli	9
1. WPROWADZENIE	13
BIBLIOGRAFIA	33
2. AERACJA WODY I AERATORY	42
2.1. Wprowadzenie	42
2.2. Podstawowe prawa i czynniki wpływające na proces aeracji	44
2.3. Równowaga międzyfazowa	51
2.4. Kinetyka absorpcji. Dyfuzja	52
2.5. Modele mechanizmu aeracji	55
2.6. Metody określania skuteczności działania aeratorów	68
2.7. Uwagi i wnioski końcowe	70
2.8. Przegląd konstrukcji wybranych aeratorów	73
BIBLIOGRAFIA	84
3. BUDOWA I WYPOSAŻENIE FILTRÓW CIŚNIENIOWYCH	88
3.1. Wprowadzenie	88
3.2. Budowa filtra podstawowego	89
3.3. Instalacyjno-armaturowe wyposażenie filtra	93
3.4. Etapy cyklu działania filtra. Metody sterowania działaniem filtra	97
3.5. Charakterystyki hydrauliczne filtra – dla kolejnych faz działania filtra	99

3.6.	Instalacja sprężonego powietrza	104
3.7.	Przegląd źródeł filtracyjnych i warunków stosowania	106
3.8.	Przegląd zmodyfikowanych konstrukcji filtra i instalacji zewnętrznej	108
	BIBLIOGRAFIA	113
4.	UKŁADY FILTRÓW CIŚNIENIOWYCH	114
4.1.	Wprowadzenie	114
4.2.	Przegląd budowy układów hydrauliczno-technologicznych	119
4.2.1.	Układy jednostopniowego pompowania z hydroforami	120
4.2.2.	Układy dwustopniowego pompowania	124
4.2.3.	Układy jednostopniowego pompowania ze zbiornikiem wieżowym	128
4.2.4.	Analiza porównawcza budowy i działania układów	131
4.3.	Analiza porównawcza własności układów	135
4.4.	Analiza hydraulicznych warunków działania układów	137
4.4.1.	Analiza układu jednostopniowego pompowania z hydroforami	138
4.4.2.	Analiza układu dwustopniowego pompowania	156
4.4.3.	Analiza układu jednostopniowego pompowania ze zbiornikiem wieżowym	161
4.5.	Uwagi uzupełniające do analizowanych trzech układów	169
4.6.	Automatyczne sterowanie układami	169
4.6.1.	Określenie podstawowych pojęć sterowania i regulacji	171
4.6.2.	Wybrane elementy wyposażenia układów automatycznego sterowania	173
	BIBLIOGRAFIA	180
5.	CIŚNIENIOWE FILTRY CULLIGANA I ICH UKŁADY	183
5.1.	Wprowadzenie	183
5.2.	Ogólna charakterystyka technologii Culligan	184
5.3.	Rodzaje źródeł filtracyjnych	188
5.4.	Warunki i zakresy zastosowań źródeł filtracyjnych	190
5.5.	Przegląd rodzajów filtrów Culligana	193
5.6.	Budowa zewnętrznej instalacji filtra. Konieczność kryzowania	195
5.7.	Instalacyjne wyposażenie i sterowanie filtrów Hi-Flo 6 i 9	196
5.8.	Warunki współdziałania filtra z układem pomp	202
5.9.	Ogólna charakterystyka układu filtrów TWIN Hi-Flo	207

5.10. Technologia wielofunkcyjnego filtrowania OFSY	208
5.11. Instalacyjne wyposażenie i sterowanie układu filtrów OFSY i TWIN	212
5.12. Ogólna charakterystyka automatycznego sterowania filtrów Culligana	217
5.13. Ogólny opis układów hydrauliczno-technologicznych	218
5.14. Analiza hydraulicznych warunków działania układów	220
5.15. Ocena energochłonności spowodowanej kryzowaniem	228
BIBLIOGRAFIA	232
6. FILTRY NOWOCZESNE	233
6.1. Określenie przedmiotu i zakresu	233
6.2. Samoczynne filtry sterowane hydraulicznie	235
6.2.1. Rys historyczny tematu	235
6.2.2. Budowa i ogólne zasady działania	235
6.2.2.1. Wersja francuska Degrémonta	235
6.2.2.2. Wersja japońska	241
6.3. Filtry z ciągłym płukaniem złoża	248
6.3.1. Wstępne określenie przedmiotu	248
6.3.2. Rys historyczny rozwoju problematyki	249
6.3.3. Budowa i ogólne zasady działania	250
6.4. Uwagi i wnioski końcowe	259
BIBLIOGRAFIA	260
7. PNEUMATYCZNE PODNOŚNIKI CIECZY I ZIAREN – PODSTAWY HYDRAULICZNE	263
7.1. Wprowadzenie	263
7.1.1. Definicja pojęcia	263
7.1.2. Zalety i wady podnośników	265
7.1.3. Zakresy zastosowań technicznych	265
7.1.4. Zarys rozwoju wiedzy	267
7.1.5. Wstępne określenie zagadnień	268
7.1.6. Cel i zakres tematyki rozdziału	269
7.2. Ogólny opis warunków działania podnośnika	269
7.2.1. Mechanizm działania	269
7.2.2. Sprawność podnośnika	274
7.3. Podstawowe pojęcia przepływów wielofazowych	278
7.4. Charakterystyki podnoszenia cieczy	285

7.4.1. Przybliżone rozwiązania zagadnień podstawowych	285
7.4.2. Czynniki wpływające na charakterystykę działania	292
7.5. Charakterystyki podnoszenia ziaren	294
7.5.1. Sformułowanie zagadnienia	294
7.5.2. Podstawowe równania i metoda obliczania	297
BIBLIOGRAFIA	309
8. PRZELEWY MIERNICZE I REGULACYJNE	312
8.1. Wprowadzenie	312
8.2. Określenie natężenia przepływu przez przelew	315
8.3. Własności miernicze przelewów	317
8.4. Przelewy prostokątne	322
8.4.1. Wzory dla natężenia przepływu	322
8.4.2. Współczynniki odpływu dla przelewów bez bocznego przewężenia	324
8.4.3. Przelewy z bocznym przewężeniem strumienia	327
8.5. Przelewy trójkątne	328
8.6. Przelewy trapezowe	330
8.7. Przelewy kołowe	332
8.7.1. Określenie zagadnienia	332
8.7.2. Przepływ przez duży otwór kołowy	333
8.7.3. Przepływ przez przelew kołowy	335
8.7.4. Współczynnik przepływu	340
8.7.5. Przybliżone metody określania współczynnika ω	341
8.7.6. Inne stosowane wzory	344
8.8. Przelewy półkoliste	345
8.8.1. Dolna połowa koła	345
8.8.2. Górna połowa koła	345
8.9. Rzadziej stosowane wykroje przelewu	347
8.9.1. Wykrój odwróconego trapezu	347
8.9.2. Kombinacja prostokąta z dolnym półkołem	348
8.9.3. Kombinacja prostokąta z górnym półkołem	349
8.10. Przelewy proporcjonalne i wykładnicze	350
8.10.1. Przelew proporcjonalny	351
8.10.2. Przelewy wykładnicze	357
BIBLIOGRAFIA	361
Załącznik 1. Wersja edukacyjna rysunków	363
Załącznik 2. Wersja egzaminacyjna rysunków	366