

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	7
Przedmowa	11
1. Wiadomości ogólne	15
1.1. Rodzaje promieniowych maszyn sprężających	15
1.2. Charakterystyki i zakresy pracy sprężarek, dmuchaw i wentylatorów	15
2. Termodynamika procesów sprężania	23
2.1. Termiczne i kaloryczne równania stanu	23
2.2. Równanie energii układu otwartego	26
2.3. Przemiany procesów sprężania	27
2.3.1. Wprowadzenie	27
2.3.2. Przemiana izotermiczna	28
2.3.3. Przemiana izentropowa	28
2.3.4. Przemiana politropowa	30
2.3.5. Przemiana adiabatyczna nieodwracalna	31
2.4. Sprawność adiabatycznych przemian sprężania	33
2.4.1. Wprowadzenie	33
2.4.2. Kanały ruchome	34
2.4.3. Kanały nieruchome	41
2.4.4. Sprężanie wielostopniowe	46
2.5. Procesy sprężania z chłodzeniem	49
2.6. Analiza procesów sprężania z chłodzeniem zewnętrznym	52
2.7. Sprawność izotermiczna sprężarki	57
2.8. Uwagi do projektowania chłodnic	59
2.9. Zarys rachunku techniczno-ekonomicznego	67
2.10. Przykłady obliczeniowe z zakresu termodynamiki procesów sprężania	68
3. Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów	84
3.1. Równanie ciągłości przepływu	84
3.2. Równanie pędów strumienia	85
3.3. Równanie momentów pędów strumienia	86
3.4. Równanie Bernoullego	87
3.5. Warunki podobieństwa przepływów	88
3.6. Współczynniki sił	89
3.7. Współczynniki strat	90
3.8. Współczynniki strat w rurociągach prostych o stałym przekroju kołowym	91
3.9. Obliczanie przewodów o przekroju niekołowym	92
3.10. Opływ ciał płynem lepkiem	93
3.11. Ocena wpływu ściśliwości na dokładność obliczeń	94

4. Podstawowe równania promieniowych maszyn sprężających	97
4.1. Wprowadzenie	97
4.2. Moment na wale	99
4.3. Opis przepływu w wirniku i dyfuzorze	100
4.4. Trójkąty prędkości i układy łopatkowe wirników	108
5. Podobieństwo przepływów gazu przez sprężarki	110
5.1. Wprowadzenie	110
5.2. Wskaźniki charakterystyczne	114
5.3. Wpływ prędkości obrotowej, gęstości gazu oraz skali geometrycznej na parametry pracy stopnia	119
5.4. Wskaźniki szybkobieżności i średnicy	121
6. Wirniki sprężarek i wentylatorów	130
6.1. Wprowadzenie	130
6.2. Lej i kanał wlotowy do wirnika	131
6.3. Wpływ kąta β_2 na teoretyczne charakterystyki wirnika	137
6.4. Główne zjawiska występujące podczas przepływu w wirnikach	142
6.5. Ogólne informacje o geometriach wirników	146
6.6. Struktura przepływu w wirnikach	149
6.7. Ilość przekazanej pracy. Współczynnik zmniejszenia mocy	154
6.8. Geometria kanału międzyłopatkowego wirnika	163
6.9. Wyniki doświadczalnych i numerycznych badań struktury przepływu w wirnikach	171
6.10. Obliczanie strat w wirniku	177
6.11. Liczba łopatek wirnika i stosunek promieni r_1/r_2	182
6.12. Kształt łopatek	184
6.13. Kształt krawędzi i kąt wlotowy łopatki wirnika zakrytego	185
6.14. Kształt krawędzi i kąt wlotowy łopatki wirnika osiowo-promieniowego	189
7. Dyfuzory sprężarek i dmuchaw promieniowych	193
7.1. Dyfuzor bezłopatkowy	194
7.2. Dyfuzor łopatkowy	224
7.2.1. Wprowadzenie	224
7.2.2. Podstawowe zależności	226
7.2.3. Struktura przepływu w dyfuzorze łopatkowym	230
7.2.4. Wielkości określające pracę dyfuzora	232
7.2.5. Wskazania do projektowania	234
7.2.6. Wyniki badań wybranej konstrukcji	241
8. Przewał i kanał nawrotny	246
8.1. Wprowadzenie	246
8.2. Przewał	250
8.3. Kanał nawrotny	254
9. Kolektory sprężarek, dmuchaw i wentylatorów	262
9.1. Podstawowe parametry przepływu przez kolektor	263
9.2. Straty i przyrosty ciśnienia w kolektorze	264
9.3. Porównanie wyników obliczeń z wynikami badań	267
9.4. Konstruowanie kolektorów	279
9.5. Języczek kolektora	284

10. Konfuzory i skrzynie wlotowe	286
11. Straty spowodowane nieszczelnościami	289
11.1. Wprowadzenie	289
11.2. Przykłady uszczelnień	291
11.3. Swobodny wypływ gazu ze zbiornika	291
11.4. Obliczanie przecieków	293
12. Straty brodzenia wirników	302
13. Siły osiowe działające na wirnik	306
14. Podstawy projektowania stopni promieniowych	308
14.1. Wprowadzenie	308
14.2. Wskaźniki charakterystyczne sprężarek, dmuchaw i wentylatorów	309
14.3. Linie Cordiera dla sprężarek i dmuchaw z wirnikami typu zakrytego	311
14.4. Wirniki sprężarkowe osiowo-promieniowe typu półodkrytego	323
14.5. Zależności według linii Cordiera dla wentylatorów	325
14.6. Przykłady obliczeniowe	330
14.6.1. Obliczenia wentylatorów	330
14.6.2. Obliczenia dmuchaw	348
14.6.3. Obliczenia sprężarki promieniowej	372
15. Charakterystyki sprężarek, dmuchaw i wentylatorów. Pompowanie	385
16. Regulacja sprężarek, dmuchaw i wentylatorów	396
16.1. Wprowadzenie	396
16.2. Sprawność regulacji	397
16.3. Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej	399
16.4. Regulacja z użyciem kierownicy wstępnej	399
16.5. Regulacja przez zmianę kąta ustawienia łopatek dyfuzora łopatkowego	401
16.6. Regulacja przez dławienie	402
16.7. Przykłady regulacji wybranych maszyn	404
17. Zastosowanie analiz numerycznych przepływu w projektowaniu maszyn sprężających	411
17.1. Wprowadzenie	411
17.2. Opis przepływu za pomocą równań Naviera-Stokesa	411
17.3. Numeryczna metoda rozwiązywania równań przepływu	417
17.4. Przykłady numerycznych analiz przepływu	420
18. Przykłady konstrukcji sprężarek, dmuchaw i wentylatorów	425
18.1. Problemy konstruowania agregatów maszyn sprężających	425
18.2. Rys historyczny	426
18.3. Dmuchawy jednostopniowe – współpraca z HCP	428
18.4. Sprężarki promieniowe	434
18.5. Dmuchawy wielostopniowe	437
18.6. Dmuchawy o konstrukcji spawanej	445
18.7. Dmuchawa na łożyskach tocznych	448
Literatura	455