

SPIS TREŚCI

Spis oznaczeń	11
Przeliczenie podstawowych jednostek	13
1. Wprowadzenie i geneza pracy	15
Część I. Podstawy napędów lotniczych	19
2. Teoretyczne podstawy napędu statków powietrznych	21
3. Podstawy teorii lotu	29
3.1. Siły działające na statek powietrzny	29
3.2. Ciąg silnika lotniczego	32
4. Systematyka napędów i silników lotniczych	37
4.1. Podział ze względu na sposób działania	37
4.2. Podział ze względu na sposób wytwarzania ciągu	38
5. Zarys historii napędów lotniczych	41
5.1. Początki lotniczych napędów cieplnych: XVIII w. – pocz. XX w.	41
5.2. Silniki lotnicze w I poł. XX w.	45
5.3. Silniki lotnicze przed i w czasie II wojny światowej	55
5.4. Silniki lotnicze po II wojnie światowej	67
5.5. Początki rozwoju silników rakietowych	72
5.6. Historyczny rozwój zdolności operacyjnych silników lotniczych	74
6. Podstawy teoretyczne silników cieplnych	79
6.1. Równania bilansowe przepływu czynnika	79
6.2. Obiegi teoretyczne silników cieplnych	83
Część II. Tłokowe silniki spalinowe	97
7. Silniki tłokowe	99
7.1. Silniki spalania zewnętrznego	99
7.2. Konstrukcja i zasada działania silnika parowego	100
7.3. Zastosowania silnika parowego w lotnictwie	103
7.4. Silnik Stirlinga	105

7.5. Silniki spalania wewnętrznego	108
7.5.1. Zasada pracy i podstawowe zależności	108
7.5.2. Silnik dwusuwowy i czterosuwowy	111
7.5.3. Wymiana ładunku	113
7.5.4. Doładowanie	119
7.5.5. Tworzenie mieszanki w silniku z zapłonem iskrowym	122
7.5.6. Tworzenie mieszanki w silniku z zapłonem samoczynnym	131
7.5.7. Inicjowanie procesu spalania	134
7.5.8. Układ chłodzenia	138
7.5.9. Układ smarowania	139
7.6. Silnik tłokowy w napędzie odrzutowo-śmigłowym	140
7.7. Charakterystyki operacyjne silników tłokowych	142
Część III. Przepływowe silniki lotnicze	145
8. Silniki odrzutowe	147
8.1. Silnik odrzutowy – pojęcie	147
8.2. Silnik odrzutowy rakietowy	147
8.3. Silnik odrzutowy przepływowy	151
8.3.1. Silnik strumieniowy	151
8.3.2. Silniki strumieniowe Ramjet i Scramjet	153
8.3.3. Silnik strumieniowy pulsacyjny	155
8.4. Silniki turboodrzutowe	158
8.4.1. Silnik turboodrzutowy jednaprzepływowy	158
8.4.2. Silnik dwuprzepływowy	165
8.4.3. Silnik turbowentylatorowy	170
8.4.4. Silnik typu Prop-Fan	174
8.5. Silniki turbowałowe: śmigłowe i śmigłowcowe	177
8.6. Elementy konstrukcyjne silników turboodrzutowych	179
8.6.1. Układy sprzężające	179
8.6.2. Komory spalania silników turboodrzutowych	185
8.6.3. Przygotowanie mieszanki paliwowo-powietrznej	194
8.6.4. Układy zapłonowe i wtryskowe	195
8.6.5. Warunki zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej	197
8.6.6. Rodzaje zapłonu	198
8.6.7. Stabilizacja płomieni	201
8.6.8. Proces spalania	202
8.6.9. Turbina	203
8.6.10. Dopalacz	208
8.7. Wskaźniki pracy silników przepływowych	210
Część IV. Paliwa lotnicze	221
9. Rodzaje paliw lotniczych i ich właściwości	223
9.1. Mechanizmy spalania	223
9.2. Ciekłe paliwa lotnicze i ich rodzaje	225
9.3. Właściwości fizykochemiczne paliw lotniczych	227
10. Problemy stosowania paliw lotniczych	237

Część V. Silniki modelarskie i napędy dronów	241
11. Silniki modelarskie	243
11.1. Idea i przyczyny rozwoju silników modelarskich	243
11.2. Rodzaje tłokowych silników modelarskich	245
11.3. Modelarskie napędy przepływowe i rakietowe	253
11.4. Modelarskie napędy elektryczne	256
12. Napędy bezzałogowych statków powietrznych	257
12.1. Nomenklatura i główne cechy konstrukcyjne	257
12.2. Zarys historii powstania bezzałogowych statków powietrznych	258
12.3. Klasyfikacja BSP	260
12.4. Rodzaje dronów i ich napędy	262
12.5. Napęd elektryczny	263
12.6. Napędy hybrydowe	264
12.7. Silniki ciepłe w napędach bezzałogowych statków powietrznych	266
13. Podsumowanie	269
Literatura	271
Załączniki	277
1. Zależność podstawowych parametrów powietrza w zależności od wysokości nad poziomem morza	277
2. Lotnicze silniki tłokowe w latach 1908–1945	278
3. Współczesne tłokowe silniki lotnicze	284

C_D	- współczynnik oporu aerodynamicznego
C_p	- ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu $[J/(kg \cdot K)]$
Q	- jednostkowe zużycie paliwa $[kg/(N \cdot h)]$, $[kg/(kW \cdot h)]$
$\dot{m}_a$	- strumień paliwa $[kg/s]$
E	- energia $[J]$
E_{tot}	- energia całkowita $[J]$
F	- siła $[N]$
F_{D0}	- siła aerodynamiczna $[N]$
F_V	- siła nośna $[N]$
F_R	- siła reakcji $[N]$
G	- ciężar statku powietrznego $[kg]$, $[N]$
a	- przyspieszenie ziemskie $[m/s^2]$
$\dot{m}_f$	- obrotowy zużycie paliwa $[g/s]$
$\dot{M}$	- godzinowe zużycie paliwa $[kg/h]$
G_R	- ciężar substancji roboczej $[N]$
h	- wysokość lotu $[m \text{ n.p.m.}]$
L	- impuls całkowity $[N \cdot s]$
l	- impuls jednostkowy $[N \cdot s/(kg \cdot s)]$
l_w	- impuls właściwy względem ciężaru $[s]$
k	- ciąg silnika $[N]$, $[kN]$, $[kg \cdot m/s^2]$
k_0	- ciąg jednostkowy $[Ns/kg]$
K_R	- ciąg silnika rakietowego $[N]$, $[kN]$, $[kg \cdot m/s^2]$