

Spis treści

Od autorów	7
Wykaz ważniejszych oznaczeń	9
Wykaz ważniejszych jednostek stosowanych w lotnictwie	11
Adam Kozakiewicz	
1. Komory spalania	15
1.1. Obciążenia cieplne komór spalania	19
1.2. Zasady konstrukcji komór spalania	22
1.3. Przegląd konstrukcji komór	26
1.4. Specyfika połączeń części konstrukcyjnych rur ogniowych	30
1.5. Obciążenia komór spalania	32
1.6. Specyfika badań i eksploatacji komór spalania	33
1.7. Kierunki rozwoju komór spalania	35
Ryszard Chachurski	
2. Turbiny	39
2.1. Konstrukcja turbin osiowych	43
2.1.1. Struktury konstrukcyjne turbin osiowych	43
2.1.2. Wirniki	48
2.1.3. Kadłuby turbin i łopatki dyszowe	56
2.2. Chłodzenie turbin	59
2.3. Zmęczenie niskocyklowe	70
2.4. Zalecenia eksploatacyjne	88
2.5. Podsumowanie	91
Stefan Szczeciński, Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki	
3. Agregaty i ich napęd	97
3.1. Rodzaje agregatów	97
3.2. Przekładnie napędu skrzyń agregatów	99
3.3. Skrzynie napędu agregatów	107
3.4. Obciążenia kół zębatach napędu agregatów	110
3.5. Podsumowanie	112
Ryszard Chachurski	
4. Olejenie	117
4.1. Schematy instalacji olejenia	117
4.2. Obliczenia instalacji olejenia	132
4.2.1. Obliczanie niezbędnego natężenia przepływu oleju	132
4.2.2. Wyznaczanie pułapu instalacji olejenia	136
4.2.3. Obliczanie niezbędnej pojemności zbiornika oleju	141
4.3. Podstawowe elementy instalacji olejenia	142
4.3.1. Zbiorniki oleju	142
4.3.2. Pompy olejowe	146
4.3.3. Odpieniacze, oddzielacze powietrza i odpowietrzniki	151
4.3.4. Chłodnice oleju i olejowo-paliwowe wymienniki ciepła	155
4.3.5. Filtry	158
4.3.6. Korki magnetyczne, sygnalizatory opiłków i zanieczyszczeń	160
4.3.7. Wtryskiwacze i uszczelnienia	162
4.3.8. Zawory redukcyjne i jednokierunkowe	164
4.4. Uwagi eksploatacyjne	165
4.5. Podsumowanie	167

Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki

5. Eksploatacja	173
5.1. Wpływ stanu atmosfery na osiągi lotniczych silników turbinowych	173
5.1.1. Wpływ klimatu i położenia lotniska (wysokości n.p.m.) na osiągi silnika na zakresach maksymalnych	174
5.1.2. Wpływ warunków klimatycznych (T_H i p_H) i położenia lotniska (wysokości n.p.m.) na osiągi samolotu	176
5.1.3. Wpływ wilgotności powietrza na osiągi silnika i samolotu	177
5.1.4. Wpływ innych warunków eksploatacji silnika na jego osiągi	178
5.2. Systemy eksploatacji lotniczych silników turbinowych	178
5.3. Naturalne zużywanie się silnika, jego skutki i sposoby ich ograniczania	181
5.3.1. Mycie i czyszczenie kanału przepływowego silnika	188
5.3.2. Demontaż kadłuba sprężarki wysokiego ciśnienia	191
5.4. Obsługa silnika w systemie obsługi statku powietrznego	192
5.5. Wymiana, przechowywanie i transport silnika	197
5.6. Dokumentacja techniczna silnika	199
5.7. Przeglądy endoskopowe silników	200
5.8. Analizy laboratoryjne próbek oleju	206
5.9. Pokładowe rejestratory parametrów i analiza ich zapisów	212
5.10. Ekonomiczne aspekty eksploatacji lotniczych silników turbinowych	219
5.11. Podsumowanie	222

Ryszard Chachurski, Włodzimierz Balicki, Paweł Głowacki

6. Diagnostyka	227
6.1. Diagnostowanie lotniczych silników turbinowych na podstawie parametrów termogazodynamicznych	231
6.1.1. Sposoby doboru zestawu rejestrowanych parametrów pracy silnika na potrzeby diagnostowania jego stanu	232
6.1.2. Algorytmy procedur gazodynamicznej diagnostyki jednoprzepływowego silnika odrzutowego	234
6.2. Diagnostowanie lotniczych silników turbinowych na podstawie analizy drgań	239
6.2.1. Składowe dyskretne spektrum drgań i ich częstotliwości	242
6.2.2. Metody diagnostowania silników turbinowych na podstawie analizy drgań	245
6.3. Inne parametry wykorzystywane do diagnostowania lotniczych silników turbinowych	249
6.4. Przetwarzanie zarejestrowanych parametrów	249
6.5. Wykorzystanie modeli matematycznych do diagnostowania lotniczych silników turbinowych	252
6.6. Kompleksowa ocena stanu technicznego silnika	255
6.7. Podsumowanie	258

Jan Godzimirski

7. Nowe technologie w wytwarzaniu lotniczych silników turbinowych	265
7.1. Nowoczesne metody spajania	265
7.1.1. Spawanie wiązką elektronów (elektronowe)	266
7.1.2. Spawanie laserowe	268
7.1.3. Zgrzewanie tarciove	270
7.2. Technologie produkcji łopatek	275
7.2.1. Wybrane technologie produkcji wirnikowych łopatek sprężarkowych	276
7.2.2. Wybrane technologie produkcji łopatek turbinowych	280
7.3. Pokrycia ochronne w budowie lotniczych silników turbinowych	286
7.3.1. Pokrycia uszczelniające	287
7.3.2. Pokrycia żaroodporne	288
7.3.3. Pokrycia termoizolacyjne	290

Paweł Głowacki

8. Silnik turbinowy jako źródło zagrożeń ekologicznych	297
8.1. Światowe normy w lotnictwie dotyczące zawartości szkodliwych związków chemicznych w spalinach silników oraz emitowanego przez samoloty hałasu i sposoby ich pomiaru	304
8.1.1. Emisja hałasu	304
8.1.1.1. Pomiar hałasu	306
8.1.1.2. Normy hałasu	306
8.1.2. Emisja szkodliwych związków chemicznych w spalinach	307
8.1.2.1. Pomiary emisji gazów wylotowych	307
8.1.2.2. Normy emisji toksycznych składników gazów wylotowych	308
8.2. Konstrukcyjne sposoby ograniczania zagrożeń ekologicznych przez lotnicze silniki turbinowe	313
8.2.1. Koncepcje silników „ekologicznych”	314
8.2.2. Modyfikacje wlotów i wentylatorów silnikowych	317
8.2.3. Modyfikacje sprężarek	321
8.2.4. Nowe konstrukcje „niskoemisyjnych” komór spalania	323
8.2.5. Tendencje rozwojowe turbin	328
8.2.6. Sposoby redukcji hałaśliwości układów wylotowych	330
8.3. Porównanie silników lotnictwa bojowego i pasażerskiego	331
8.3.1. Emisja zanieczyszczeń przez silniki lotnictwa bojowego a pasażerskiego	331
8.3.2. Rozprzestrzenianie się związków toksycznych w obszarze lotniska	335
8.4. Podsumowanie	338
Wykaz używanych skrótów	340
Stefan Szczeciński, Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki, Adam Kozakiewicz	
9. Przegląd konstrukcji silników lotnictwa wojskowego	347
9.1. Silniki odrzutowe	348
9.2. Silniki śmigłowe i śmigłowcowe	357
Podsumowanie	365
Załączniki	367
Przykładowy formularz emisji związków szkodliwych (ICAO)	367
Problematyka dystrybucji powietrza w turbinowym silniku odrzutowym (Paweł Głowacki, Artur Rowiński, Stefan Szczeciński)	368
O autorach	377
Errata do części 1 i 2 podręcznika <i>Lotnicze zespoły napędowe</i>	383