

SPIS TREŚCI

Z PERSPEKTYWY AUTORA	9
WPROWADZENIE.....	14
WYKAZ OZNACZEŃ	20
WYKAZ SYMBOLI GRAFICZNYCH	24
 1. AKUMULOWANIE ENTALPII I MASY CZYNNIKA ROBOCZEGO W KANALE SILNIKA	 25
1.1. Imitacja układu zasilania i sterowania silnika	26
1.2. Porównanie dwóch metod modelowania silnika	28
1.3. Model A	30
1.4. Model B	32
1.5. Eksperymenty na modelu.....	33
1.6. Interpretacja wyników symulacji	34
1.7. Przypadek dużej objętości kanału wylotowego i dyszy zbieżnej.....	44
1.8. Wnioski	48
 2. NIEKONWENCJONALNA METODA POMIARU STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH CHARAKTERYSTYK SILNIKA JEDNOWIRNIKOWEGO.....	 52
 3. RZĄD UKŁADU DYNAMICZNEGO A LICZBA AKUMULATORÓW ENERGII	 58
3.1. Przykładowe obliczenia zakumulowanej ilości masy i entalpii czynnika roboczego.....	59
3.2. Propozycja alternatywnej definicji rzędu obiektu dynamicznego	61
3.3. Wnioski	64

4. WPŁYW MODELOWANIA CZYNNIKA ROBOCZEGO O WŁAŚCIWOŚCIACH GAZU PÓŁ-DOSKONAŁEGO	65
4.1. Model silnika dla przypadku gdy czynnik roboczy jest gazem pół-doskonałym	65
4.2. Wyniki eksperymentów symulacyjnych	69
4.2.1. Porównanie linii stanów ustalonych	70
4.2.2. Porównanie trajektorii pełnych akceleracji i deceleracji	75
4.2.3. Porównanie czasów realizacji na komputerze cyfrowym	80
4.3. Wnioski	81
5. ZINTEGROWANE STANOWISKO BADAWCZE SPRĘŻAREK, KOMÓR SPALANIA ORAZ TURBIN SILNIKÓW ODRZUTOWYCH	83
5.1. Eksperymentowanie przy użyciu dyszy regulowanej	85
5.1.1. Cyfrowy model symulacyjny	86
5.1.2. Sposób prowadzenia eksperymentu	89
5.1.3. Wyniki eksperymentów	90
5.2. Eksperymentowanie przy użyciu dołączanego silnika lub hamulca	93
5.2.1. Cyfrowy model symulacyjny	93
5.2.2. Sposób prowadzenia eksperymentu	94
5.2.3. Wyniki eksperymentów	95
5.3. Porównanie obu metod i wnioski	99
6. PROCESY PRZEJŚCIOWE TURBINOWEGO SILNIKA ODRZUTOWEGO Z DYSZĄ REGULOWANĄ	104
6.1. Procesy przejściowe silnika z dyszą regulowaną - wariant 1	106
6.2. Procesy przejściowe silnika z dyszą regulowaną – wariant 2	111
6.3. Wnioski	113
7. WPŁYW NIERÓWNOŚCI POLA TEMPERATURY GAZU WE WŁOCIE TURBINY NA SZYBKOŚĆ PROCESÓW PRZEJŚCIOWYCH	114
7.1. Szczególna właściwość silnika turbinowego jako dynamicznego obiektu nieliniowego	116
7.2. Propozycja eksperymentu symulacyjnego	120
7.3. Wynik eksperymentu na modelu symulacyjnym	123
7.4. Potwierdzenie hipotezy poprzez wyniki eksperymentów na rzeczywistym silniku	124

7.5. Przygotowanie silnika do badań.....	124
7.6. Przetwarzanie danych pomiarowych.....	126
7.7. Metodyka badań	126
7.8. Wyniki eksperymentów na rzeczywistym silniku.....	126
7.9. Wnioski.....	131

8. WPŁYW TERMICZNEJ NIESTABILNOŚCI STRUKTURY KONSTRUKCYJNEJ SILNIKA NA CZAS AKCELERACJI.....	133
---	-----

9. NIELINIOWY OBSERWATOR JEDNOWIRNIKOWEGO TURBINOWEGO SILNIKA ODRZUTOWEGO.....	142
---	-----

9.1. Nieliniowy obserwator silnika – wariant 1.....	143
9.1.1. Zastosowanie obserwatora do przetworzenia danych z próby silnika K-15.....	145
9.2. Nieliniowy obserwator silnika – wariant 2.....	147
9.2.1. Zastosowanie obserwatora do przetworzenia danych z próby naziemnej silnika SO-3	150
9.3. Nieliniowy obserwator silnika – wariant 3.....	157
9.4. Inne warianty obserwatorów	158
9.4.1. Nieliniowy obserwator – wariant 4	159
9.4.2. Nieliniowy obserwator – wariant 5.....	159
9.5. Podsumowanie.....	160

10. GROMADZENIE INFORMACJI O ZUŻYCIU SILNIKA ODRZUTOWEGO W EKSPLOATACJI	161
--	-----

10.1. Wybór parametrów diagnostycznych.....	163
10.1.1. Specyfika monitorowania wibracji	164
10.1.2. Przykładowe zestawy parametrów diagnostycznych.....	166

11. WIDMO EKSPLOATACJI SILNIKA ODRZUTOWEGO	172
--	-----

12. MONITOROWANIE STATYCZNYCH CHARAKTERYSTYK SILNIKA ODRZUTOWEGO.....	186
--	-----

12.1. Przykład.....	186
12.2. Wnioski.....	193

13. MONITOROWANIE STOPNIA DEGRADACJI OSIĄGÓW SILNIKA ODRZUTOWEGO	195
---	-----

14. WSKAŹNIKI ZUŻYCIA TURBINOWEGO SILNIKA ODRZUTOWEGO W EKSPLOATACJI	201
14.1. Wybrane wskaźniki naturalnego zużycia silnika K-15 eksploatacji	203
14.1.1. Uwagi do powyższych wyników	208
14.2. Ocena zużycia silnika na podstawie monitorowania poziomu wibracji	210
14.3. Laboratoryjne badania nisko i wysoko-cyklowej wytrzymałości zmęczeniowej wirujących elementów lotniczych silników turbinowych	213
BIBLIOGRAFIA	218