

## **Streszczenie**

Turbiny gazowe znajdują się na czele postępu technologicznego w lotnictwie i wytwarzaniu energii. Są niezbędne do napędzania samolotów, generowania energii elektrycznej i napędzania okrętów wojennych. W ramach ciągłego rozwoju technologii ich wydajność rośnie. Jest to osiągnięte poprzez zwiększenie temperatury wlotowej turbiny (TET). Jednakże, gdy TET zbliża się do termicznych granic materiałów turbinowych, wdrożenie efektywnych technik chłodzenia staje się niezbędne, aby zapewnić odpowiednią trwałość komponentów turbiny.

Badania przedstawione w tej pracy mają na celu opracowanie metod analizy i poprawy efektywności systemów chłodzenia turbin na wczesnym etapie projektowania, ze szczególnym uwzględnieniem oceny niepewności projektowych. Opracowano uproszczone podejście do obliczania rozkładu temperatury metalu w łopatkę turbiny, wykorzystując korelacje empiryczne do reprezentowania wewnętrznych i zewnętrznych metod chłodzenia oraz modelowanie wymiany ciepła za pomocą lokalnych jednowymiarowych bilansów ciepła. Podejście to zostało zastosowane do optymalizacji scenariuszy odpowiadających typowym schematom chłodzenia turbin, minimalizując zużycie chłodziwa przy jednoczesnym spełnieniu wymagań temperaturowych. Efekty niepewności parametrów projektowych na temperatury metalu zostały zbadane poprzez przeprowadzenie analizy wrażliwości przy wykorzystaniu dwuwymiarowej analizy termicznej, a także przeszukanie szerokiej przestrzeni projektowej za pomocą analizy jednowymiarowej. Proces optymalizacji został również przeprowadzany na modelu przepływowo-termicznym skalibrowanym do realistycznej łopatki turbiny (łopatka pierwszego stopnia wysokociśnieniowej turbiny silnika Energy Efficient Engine), w celu minimalizacji przepływu masy chłodziwa. Przedstawione zostało również alternatywne podejście do przewidywania skuteczności chłodzenia filmem powietrza poprzez zastosowanie metod uczenia maszynowego, do korelowania danych eksperymentalnych, demonstrując poprawioną dokładność przewidywań oraz uproszczenie tworzenia korelacji w porównaniu do tradycyjnych metod empirycznych.

Wyniki przeprowadzonych badań przyczyniają się do rozwoju bardziej efektywnych i wytrzymałych systemów chłodzenia turbin, poprawiając ich wydajność i niezawodność na wczesnych etapach projektowania.

## **Słowa kluczowe**

Chłodzenie turbin, wymiana ciepła, optymalizacja, algorytmy ewolucyjne, propagacja błędów, sieci neuronowe