

**Experimental and mathematical investigation into the heat-transfer processes within the heat exchangers of an  $\alpha$  type Stirling engine**

**Bartłomiej Rutczyk**

Supervisor: prof. dr hab. inż. Ireneusz Szczygieł

PhD Thesis



**Politechnika  
Śląska**

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Techniki Ciepłej  
Politechnika Śląska  
Gliwice  
2023

# **Experimental and mathematical investigation into the heat-transfer processes within the heat exchangers of an $\alpha$ type Stirling engine**

## **Streszczenie**

Modelowanie matematyczne silników Stirlinga było szeroko badanym tematem w ciągu ostatnich kilku dekad. Wśród różnych podejść wiele modeli zero-wymiarowych opartych na rozwiązywaniu różniczkowych bilansów masy i energii zostało zaproponowanych przez różnych autorów. Ponieważ niektóre z tych modeli wymagają zastosowania współczynników przenikania ciepła charakteryzujących procesy konwekcyjne w wymiennikach ciepła, metoda ich obliczania wymaga szczególnej uwagi. Celem niniejszej pracy jest zbadanie, w jaki sposób jakość korelacji na współczynniki wnikania ciepła wpływa na jakość zero-wymiarowych modeli matematycznych silników Stirlinga. Dokonano tego poprzez walidację różnych korelacji wymiany ciepła w ramach modelu zero-wymiarowego stworzonego przez autora. W pracy przedstawiono kompleksowy przegląd korelacji wymiany ciepła adekwatny do obliczeń silnika Stirlinga. Wyniki eksperymentalne uzyskano ze stanowiska opartego na silniku Genoastirling ML3000. Wyniki te porównuje się z wynikami modeli wykorzystujących różne modele wymiany ciepła, zawiązując wybór do korelacji Anannda i Pinfeldta (1980), Tody (1994) oraz Kanzaki i Iwabuchiego (1992). W przypadku modeli o najlepszej jakości odwzorowania proponuje się dalsze udoskonalanie równań przez zastosowanie współczynnika korekcyjnego. Zastosowanie współczynników opracowanych na bazie danych pomiarowych zwiększa jakość odwzorowania przez model wartości pracy indykowanej dla różnych punktów pracy.

Prezentowana rozprawa jest podzielona na sześć rozdziałów, poszerzających treści, które zostały już częściowo opublikowane przez autora w kilku publikacjach w trakcie jej realizacji. Rozdział I przedstawia omawiany problem i aktualny stan wiedzy. Rozdział II dotyczy modelowania silnika Stirlinga, zarysu opisanego w nim modelu autorskiego. Rozdział III dotyczy budowy stanowiska doświadczalnego. Rozdziały IV i V opisują walidację ww. modelu oraz prace dotyczące uzgadniania współczynników korekcyjnych wybranych korelacji wymiany ciepła. Rozdział VI zawiera ogólne wnioski z pracy.