

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie przewodności cieplnej ciał stałych



Autor: Bartłomiej Marcjaniak

Nr albumu: 258336

Promotor: dr inż. Piotr Machniewski

Rok akademicki: 2016/2017

Wprowadzenie

Przewodzenie, obok konwekcji i promieniowania jest jednym z trzech mechanizmów przenoszenia ciepła. Polega ono na wymianie energii wewnątrz jednego ciała lub pomiędzy kontaktującymi się ciałami, na skutek termicznych ruchów cząsteczek i atomów. Zjawisko to jest wszechobecne i bardzo ważne w wielu problemach inżynierii chemicznej i procesowej. Przewodzenie opisane jest prawem Fouriera, które definiuje współczynnik przewodzenia ciepła. Znajomość tej właściwości fizykochemicznej jest kluczowa do poprawnego modelowania wymiany ciepła, często z towarzyszącymi jej procesami: wymiany pędu, masy oraz reakcjami chemicznymi.

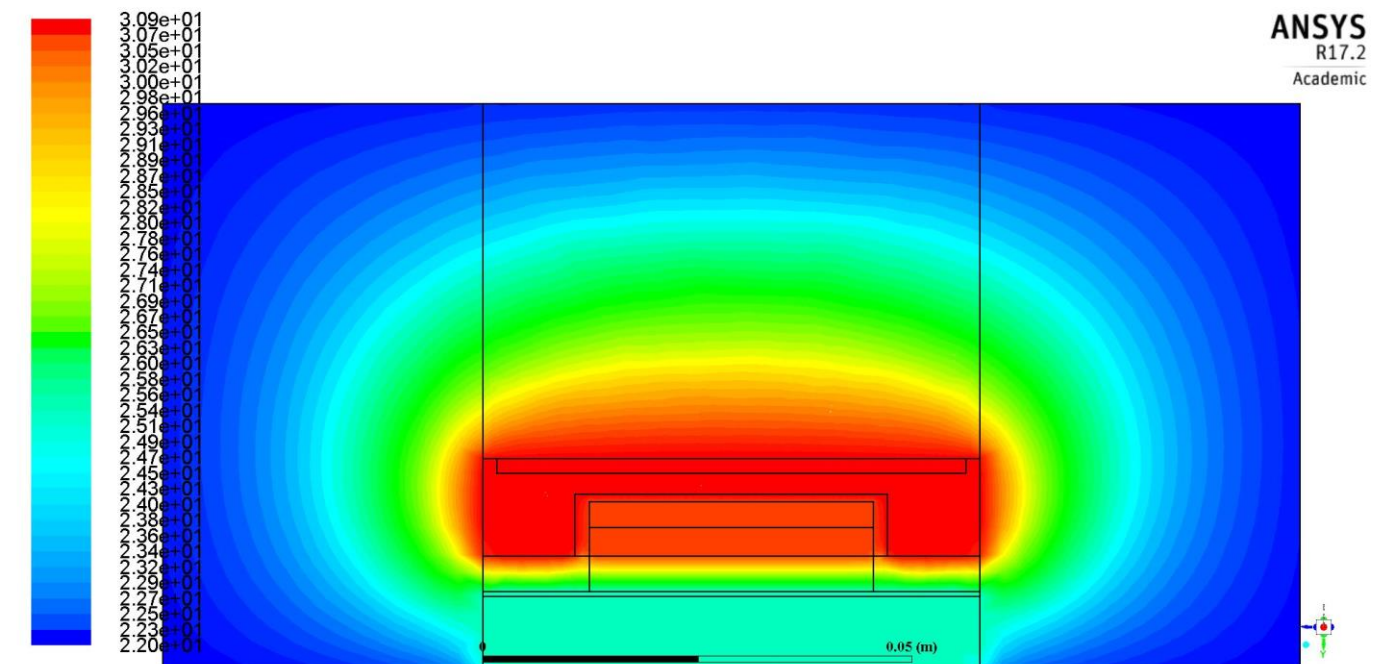
Cel i zakres pracy

Celem pracy jest modernizacja stanowiska dydaktycznego w Laboratorium Termodynamiki Procesowej oraz analiza metod pomiaru przewodności cieplnej ciał stałych. Zakres pracy obejmuje:

- przegląd literatury dotyczącej metod pomiaru przewodności cieplnej ciał stałych,
- symulacje komputerowe zmodyfikowanego aparatu badawczego,
- wykonanie serii pomiarów przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych,
- opracowanie uzyskanych wyników.

Część teoretyczna oraz symulacje komputerowe

Metody doświadczalnego badania przewodności cieplnej dzielą się na: metody ustalonego oraz nieustalonego strumienia ciepła. Ich mnogość spowodowana jest: szerokim zakresem przewodności cieplnej ciał stałych oraz ich różnorodną postacią. Poszczególne techniki charakteryzują się zakresem pomiarowym, temperaturą pomiaru oraz czasem prowadzenia doświadczeń. Z pośród metod dedykowanych badaniu materiałów izolacyjnych, powszechnie stosowana jest metoda gorącej płyty (aparat Poensgena), która została wykorzystana w niniejszej pracy. W celu oceny korzyści (m.in. poprawy dokładności pomiaru) związanych z modyfikacją będącego na wyposażeniu Laboratorium Termodynamiki Procesowej aparatu Poensgena, przeprowadzono serię symulacji przy pomocy pakietu Ansys. Przykładowy rozkład temperatury w zmodyfikowanym urządzeniu przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Przykładowy rozkład temperatury w zmodyfikowanym aparacie

Część doświadczalna

Dokonano usprawnień istniejącego aparatu polegających na: zastosowaniu płyty kompensacyjnej osłaniającej również ściany boczne grzejnika, zwiększeniu rozmiaru próbek do wymiarów płyty kompensacyjnej (większych niż rozmiar grzejnika), użyciu ogniwa Peltiera w celu monitorowania strumienia ciepła pomiędzy płytą kompensacyjną, a grzejnikiem. Przeprowadzono pomiary testowe przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych takich jak: drewno, szkło, szkło organiczne, styropian, PVC. Otrzymane wyniki doświadczeń porównano z typowymi wartościami charakterystycznymi dla powyższych materiałów. Omówiono możliwe przyczyny rozbieżności wyników i danych tabelarycznych oraz przedstawiono propozycje dalszego usprawnienia urządzenia oraz analizy jego działania.

Wnioski

Przeprowadzone symulacje komputerowe pokazały, że wprowadzone modyfikacje pozwalają na dokładniejsze pomiary współczynnika przewodzenia ciepła zarówno materiałów izolacyjnych jak też lepiej przewodzących (np. stali). Wyniki pomiarów dla testowanych materiałów okazały się zbliżone do tablicowych wartości przewodności cieplnej. Dzięki możliwości stałego monitorowania strumienia ciepła wymianianego między płytą kompensacyjną, a grzejnikiem oraz korygowania tego strumienia, czas trwania doświadczenia uległ skróceniu co stanowi zaletę nowego aparatu. Zaproponowano dalsze modyfikacje układu pomiarowego mające na celu zmniejszenie strat ciepła (także wpływu otoczenia) oraz głębsze zbadanie wpływu grubości próbki oraz temperatury pomiaru na dokładność wyznaczanego współczynnika przewodzenia ciepła.