

Praca dyplomowa inżynierska

Implementacja równań stanu gazu rzeczywistego w środowisku MATLAB do zastosowań praktycznych w przemyśle ropy i gazu



Autor: Mateusz Bartczak

Nr albumu: 277495

Promotor: prof. nzw. dr hab. inż. Marek Henczka

Rok akademicki: 2018/2019

Wprowadzenie

Wraz z rozwojem przemysłu nieodzownym elementem w projektowaniu przebiegu procesów stało się wykorzystanie symulacji komputerowych. Dobór odpowiednich elementów instalacji przemysłowej wymaga wcześniejszej znajomości własności medium, które będzie wchodziło z nimi w bezpośrednią interakcję. Do przewidywania parametrów termodynamicznych cieczy i gazów przeznaczone są modele zwane równaniami stanu. W literaturze można napotkać informacje o wielu równaniach stanu różniących się między innymi obszarem stosowalności. Przemiany, jakim są poddawane płyny w przemyśle ropy i gazu zachodzą w bardzo szerokich zakresach ciśnień oraz temperatur. Z tego względu bardzo pożądaną cechą modelu jest jego uniwersalność oraz zadowalająca zgodność z danymi doświadczalnymi w szerokim zakresie zmienności warunków termodynamicznych.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest opracowanie procedur modelowania własności gazów i cieczy pod wysokim ciśnieniem. Opracowane procedury mają służyć jako element programu do projektowania i symulacji przebiegu procesów w przemyśle ropy i gazu. Zakres pracy obejmuje:

- przegląd literatury dotyczącej metod obliczeń własności termodynamicznych gazu rzeczywistego,
- sformułowanie procedury numerycznej, do której zaimplementowano wybrane równania stanu,
- wykonanie obliczeń testowych,
- weryfikację użyteczności procedur na podstawie porównań wyników obliczeń z danymi doświadczalnymi.

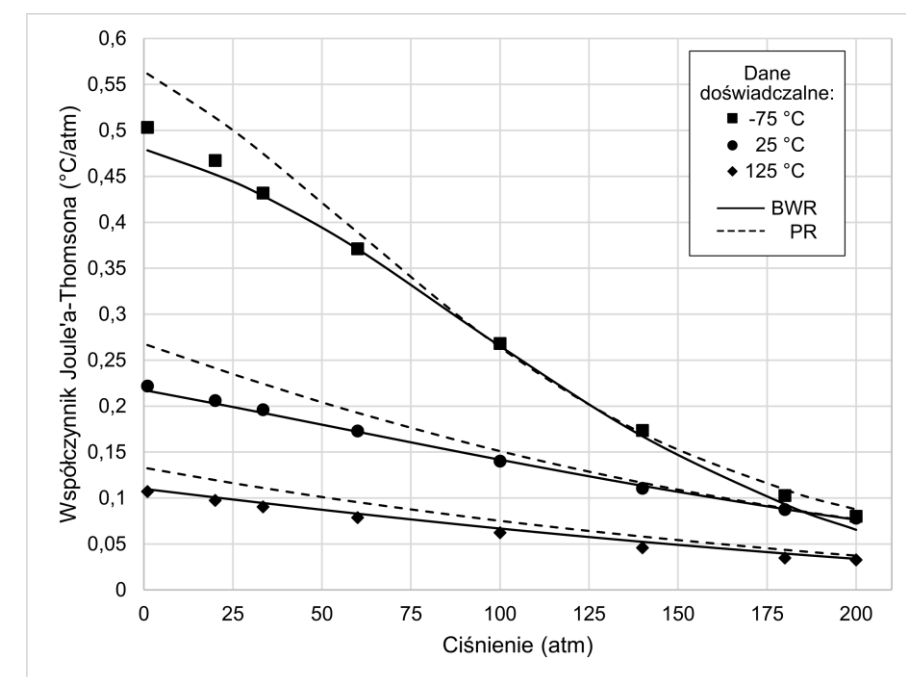
Praca została wykonana na zlecenie firmy Baker Hughes stanowiącej część GE Company.

Część teoretyczna

W pierwszej części pracy przedstawiono przegląd literatury oraz omówienie stosowanych modeli: równania Penga-Robinsona, równania Lee-Keslera oraz równania Benedicta-Webba-Rubina. Opisano także podstawowe zależności służące do wyznaczania wartości parametrów termodynamicznych: współczynnika Joule'a-Thomsona, entalpii oraz entropii.

Opracowanie procedur numerycznych

W dalszej części pracy opisano działanie sformułowanych przez autora pracy procedur obliczeniowych. Zaprezentowano sposób przechowywania danych potrzebnych do realizacji obliczeń. Przedstawiono sposób działania algorytmów używanych do obliczeń modelowych oraz równania, przy użyciu których obliczane są wartości poszczególnych parametrów termodynamicznych.



Rysunek 1.: Wykres wartości współczynnika Joule'a-Thomsona w funkcji ciśnienia dla azotu.

Weryfikacja wyników obliczeń

Z przeprowadzonych porównań wynika, iż zastosowanie równania Penga-Robinsona jest najbardziej uniwersalne. Wyniki obliczeń przeprowadzonych przy użyciu równania PR charakteryzują się średnim absolutnym odchyleniem od danych doświadczalnych na poziomie 10% lub mniejszym. Zastosowanie równania Benedicta-Webba-Rubina najlepiej sprawdza się w przewidywaniu własności mieszanin lekkich węglowodorów, ponadto zadowalające rezultaty osiągnięto przy szacowaniu wartości współczynnika Joule'a-Thomsona. Na podstawie wykonanych porównań zastosowanie równania Lee-Keslera jest najbardziej ograniczone.

Wnioski końcowe

W wyniku realizacji pracy dyplomowej pracowano procedurę użyteczną do przewidywania własności mieszanin zawierających węglowodory w szerokim zakresie zmienności ciśnienia i temperatury. Opracowane procedury mogą być w przyszłości rozszerzone o metody przybliżenia wartości wielu innych wielkości, takich jak ciepło właściwe, wartości ciepła parowania oraz ciepła mieszania, wartości napięcia powierzchniowego czy lepkości. Efekty niniejszej pracy są dobrym wstępem do zagadnienia i stanowią dogodny fundament do dalszego rozwijania opracowanych metod.