

Mgr inż. Wojciech Angielczyk  
Katedra Techniki Ciepłej  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Białostocka

**Streszczenie pracy doktorskiej pt. Modelowanie transsonicznego przepływu CO<sub>2</sub> z odparowaniem rozprężnym przez dyszę zbieżno-rozbieżną przy użyciu modelu opóźnionej równowagi (Modelling of CO<sub>2</sub> transonic flashing flow through a convergent-divergent nozzle using the Delayed Equilibrium Model)**

Obecnie ze względu na globalną troskę o środowisko naturalne, coraz częstsze staje się wykorzystanie naturalnych czynników chłodniczych. Prawodawstwo europejskie ogranicza stosowanie czynników chłodniczych do płynów, których potencjał globalnego ocieplenia (GWP) jest niższy niż 150. Dwutlenek węgla spełnia ten wymóg. Czynnik ten ma również bardzo wiele zalet (zwłaszcza w odniesieniu do czynników syntetycznych). Niestety temperatura krytyczna tego czynnika jest relatywnie niska. Z tego powodu urządzenia chłodnicze sprężarkowe pracujące z CO<sub>2</sub> w obiegu podkrytycznym mają ograniczone zastosowanie, zaś te pracujące w obiegach nadkrytycznych i transkrytycznych konwencjonalnych urządzeń sprężarkowych charakteryzuje niski współczynnik wydajności chłodniczej. Jednym z najbardziej perspektywicznych sposobów wyeliminowania tego problemu jest zastosowanie strumienicy dwufazowej. Kluczowym elementem strumienicy jest dysza napędowa, której prawidłowe zaprojektowanie jest warunkiem efektywnej pracy strumienicy i w konsekwencji całego urządzenia chłodniczego. Prawidłowe zaprojektowanie dyszy wymaga zastosowania odpowiedniego modelu opisującego zachodzący w dyszy przepływ. Przegląd literatury wykazał, że nie ma takiego modelu dla czystego CO<sub>2</sub>, zaś w przypadku przepływów wody najdokładniejszy jest Model Opóźnionej Równowagi (Delayed Equilibrium Model, DEM). W konsekwencji praca ta przedstawia, równania zamknięcia DEM opracowane dla przepływu dwutlenku węgla z odparowaniem rozprężnym przez dyszę de Laval.

Zasadniczym celem jest opracowanie podstawowego równania zamknięcia wspomnianego modelu, opisującego ewolucję frakcji nasyconych powstających z rozprężającej się frakcji cieczy metastabilnej (równanie na indeks nasycenia). Zrealizowanie tego celu wymaga wcześniejszego opracowania dokładnej metody obliczania tarcowego spadku ciśnienia w przepływach CO<sub>2</sub>. Dlatego drugim opracowanym równaniem zamknięcia jest równanie opisujące tę wielkość.

DEM wyposażony w opracowane równania został poddany walidacji eksperymentalnej, z której wynika, że zastosowanie opracowanych równań polepsza przewidywania DEM względem przypadku gdy zastosowane są oryginalne (opracowane dla przepływów wody) równanie na indeks nasycenia oraz metoda Lockharta-Martinelliego na tarczy spadek ciśnienia. Również porównanie z przewidywaniami referencyjnego Modelu Homogenicznego Równowagowego wykazało przewagę opracowanego DEM.

Główne wnioski wynikające z pracy są następujące:

- modelowanie nierównowagowego transportu masy jest kluczowe dla uzyskania dokładnych przewidywań transsonicznego przepływu dwutlenku węgla z odparowaniem rozprężnym,
- tarczy spadek ciśnienia, którego wpływ często traktowany jest jako drugorzędny, okazał się mieć znaczący wpływ na przewidywania wszystkich badanych modeli.