

# Praca dyplomowa inżynierska

## Specyfika własności transportowych płynów w stanie nadkrytycznym



**Autor: Karolina Przychodzka**

Nr albumu: 244559

Promotorzy: prof. dr hab. inż. Jerzy Bałdyga  
dr inż. Magdalena Jasińska

Rok akademicki: 2014/2015

### Wprowadzenie

Płyny w stanie nadkrytycznym wykazują szereg szczególnych własności, dzięki którym są szeroko stosowane w wielu technologiach przemysłu przetwórczego. O szybkości procesów przemysłowych często decyduje szybkość zjawisk przenoszenia, dlatego niezbędna jest umiejętność matematycznego opisu tych zjawisk, jak i wyznaczania ich szybkości. Wielkościami, które charakteryzują szybkość molekularnego przenoszenia energii, pędu i masy są odpowiednio przewodnictwo cieplne, lepkość dynamiczna oraz dyfuzyjność molekularna.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie specyfiki zjawisk transportowych, obserwowanych w płynach w stanie nadkrytycznym i odróżniających te płyny od cieczy i gazów.

Na podstawie wyników przeglądu literatury oraz przeprowadzonych obliczeń przedstawiony i scharakteryzowany zostanie specyficzny dla płynów w stanie nadkrytycznym efekt transportu tłokowego oraz zależność własności fizykochemicznych  $\text{CO}_2$  w stanie nadkrytycznym od temperatury i ciśnienia.

Zakres pracy obejmuje:

- Przegląd literatury dotyczącej płynów w stanie nadkrytycznym, ich własności transportowych oraz efektu transportu tłokowego
- Modelowanie matematyczne własności fizykochemicznych nadkrytycznego dwutlenku węgla (gęstość, lepkość dynamiczna, przewodnictwo cieplne, współczynnik dyfuzji) przy użyciu kubicznych równań stanu oraz korelacji empirycznych
- Weryfikację wyników obliczeń za pomocą danych doświadczalnych.

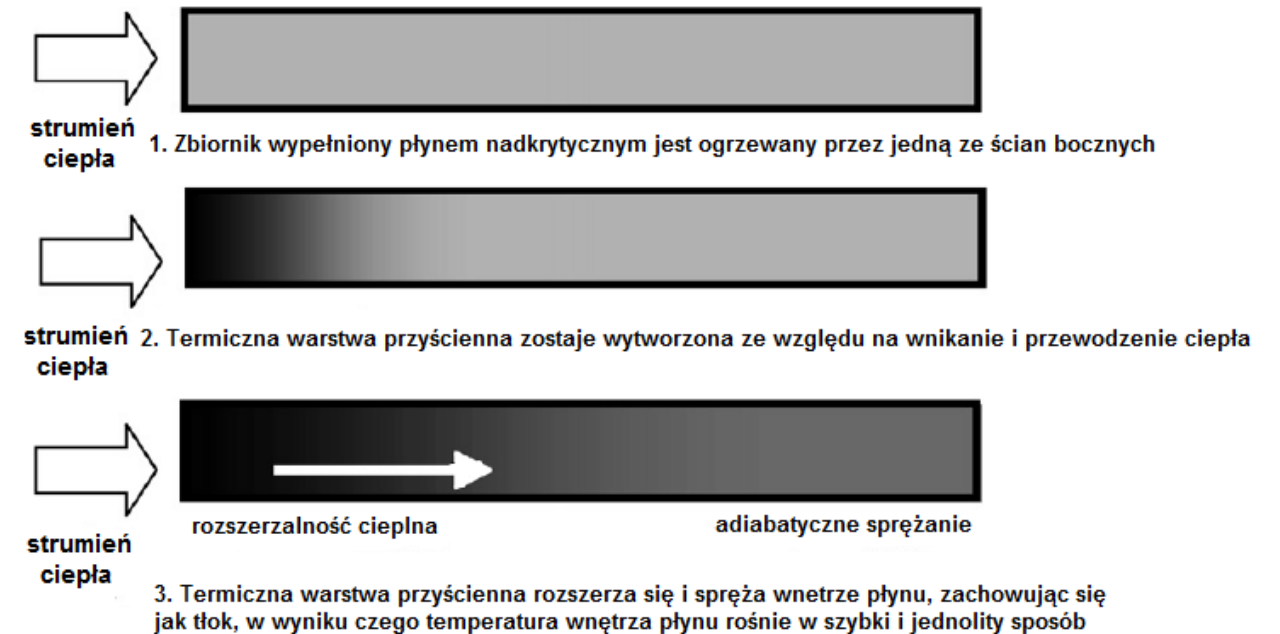
### Własności transportowe płynów w stanie nadkrytycznym

Współczynnik dyfuzji dla płynów nadkrytycznych przybiera wartość wyższą niż dla cieczy o tej samej gęstości, jednak mniejszą niż dla gazów pod niskim ciśnieniem.

Lepkość dynamiczna oraz przewodnictwo cieplne płynów nadkrytycznych przyjmują wartości większe niż dla gazów, jednak mniejsze od wartości charakterystycznych dla cieczy. Połączenie wyżej wymienionych cech wyjaśnia dlaczego płyny nadkrytyczne są stosowane w wielu technologiach przemysłu przetwórczego m.in. do ekstrakcji i procesów rozdzielania mieszanin. Własności fizykochemiczne tych płynów silnie zależą od warunków temperatury i ciśnienia, co ułatwia sterowanie procesem i zwiększa jego selektywność.

### Efekt przepływu tłokowego (ang. piston effect)

Polega na gwałtownym transporcie ciepła w płynie nadkrytycznym, powodowanym silną i natychmiastową ekspansją cienkiej warstwy granicznej powstałej na skutek ogrzania płynu z jednej strony.



Rys.1. Mechanizm omawianego efektu (skala szarości reprezentuje temperaturę)

Jest on kluczowym mechanizmem równoważenia temperatury w pobliżu punktu krytycznego, niezależnie od geometrii próbki czy warunków ogrzewania.

### Wnioski

Stan nadkrytyczny stanowi w pewnym sensie stan pośredni pomiędzy cieczą a gazem, przez co wykazuje szczególne własności, wynikające z niejednorodnej struktury molekularnej omawianych substancji. Własności transportowe płynów w stanie nadkrytycznym, a więc lepkość dynamiczna, dyfuzyjność i przewodnictwo cieplne mają wartości pośrednie pomiędzy wartościami dla cieczy oraz gazów.

Dokładność przewidywań własności fizykochemicznych i parametrów stanu termodynamicznego układu zależy od wykorzystywanego równania stanu bądź korelacji empirycznej.