

# Praca dyplomowa inżynierska

## Wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów do modelowania procesu mieszania cieczy o podwyższonej lepkości w reaktorach zderzeniowych



**Autor: Weronika Gołębiowska**

Nr albumu: 283149

Promotor: dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni  
Opiekun pomocniczy: mgr inż. Michał Wojtalik

Rok akademicki: 2019/2020

### Wprowadzenie

Mieszanie to proces, który przeprowadza się w celu intensyfikacji wymiany ciepła oraz masy na przykład w reaktorach zderzeniowych. Reaktory te są stosunkowo wydajne, dlatego znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle. Zasada ich działania polega na tym, że dwa strumienie łączą się ze sobą poprzez gwałtowne zderzenie i zmianę kierunku przepływu.

### Cel i zakres pracy

Praca ma charakter teoretyczny, a jej celem jest analiza procesu mieszania w reaktorach zderzeniowych o wlotach współosiowych (typu T) oraz o wlotach stycznych (typu S), które są używane do reakcji syntezy disiarczku molibdenu, przy użyciu oprogramowania Ansys Fluent. Zakres pracy obejmuje:

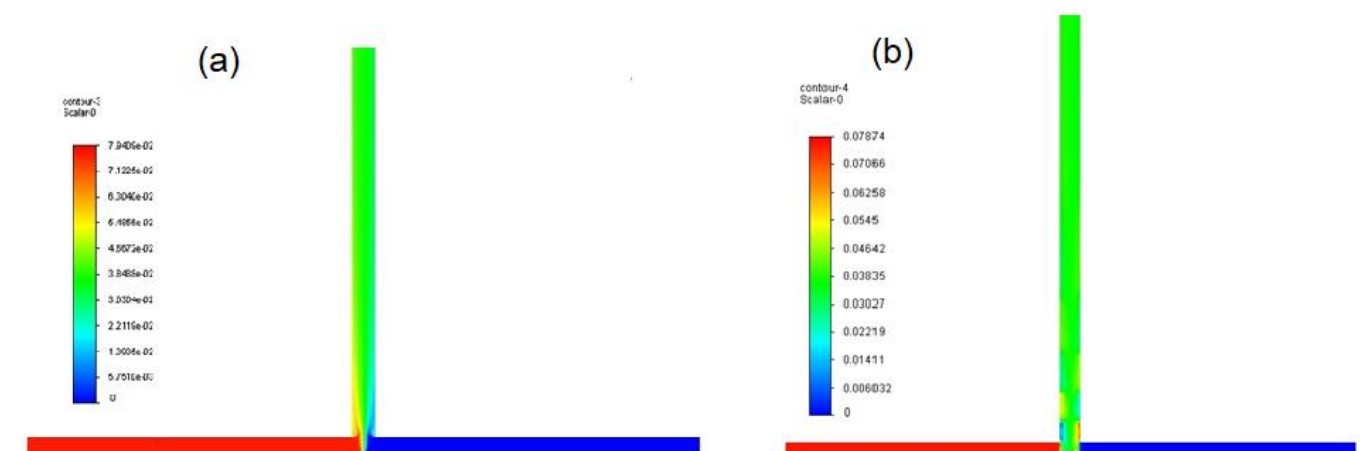
- przygotowanie geometrii
- wygenerowanie siatki
- przeprowadzenie obliczeń
- analizę otrzymanych wyników

### Część teoretyczna

W tej części omówiono między innymi proces mieszania i przedstawiono przykłady reaktorów zderzeniowych. Opisano również standardowy model k-epsilon, który został użyty do przeprowadzenia symulacji, a także najważniejsze parametry pozwalające na ocenę jakości siatki numerycznej.

### Część obliczeniowa

W tej części zbadano zależność jakości mieszania od szybkości przepływu płynu, a także od stężenia kwasu cytrynowego, tetrahydratu heptamolibdenianu amonu i siarczku amonu. Porównano spadki ciśnienia oraz stopień wymieszania w obydwu reaktorach. Dzięki zaimplementowaniu UDF – user-defined function, wprowadzono paraboliczny profil prędkości na wlotach oraz uzależniono lepkość i gęstość płynu od stężenia kwasu cytrynowego. Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki symulacji.



Rys.1. Rozkład stężenia kwasu cytrynowego przy przepływie  $20 \frac{ml}{min}$  w reaktorze (a) typu T (b) typu S

### Wnioski

Na podstawie wyników symulacji stwierdzono, że im wyższe stężenia substratów na wlotach tym większe odstępstwo od idealnego wymieszania, co jest związane ze wzrostem lepkości mieszaniny. Zauważono, że przy tych samych stężeniach wlotowych i tym samym przepływie objętościowym w kanałach wlotowych, w reaktorze typu S wymieszanie płynu zachodzi szybciej niż w typie T, ponieważ występują w nim dodatkowo ruchy wirowe. Zaobserwowano także, że wzrost prędkości w kanałach wlotowych powoduje szybsze wymieszanie płynu.