

## Streszczenie popularnonaukowe

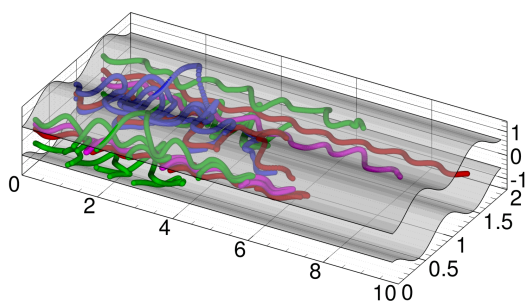
Proces mieszania w nieruchomym lub wolno poruszającym się płynie, bez działania z zewnątrz zwykle przebiega bardzo powoli. Dzieje się tak, ponieważ proces ten jest zdominowany przez dyfuzję molekularną, brakuje w nim natomiast efektów konwekcyjnych. Dobrym przykładem jest rozpuszczanie cukru w kawie, które bez zewnętrznego wymuszenia (mieszania łyżeczką) może trwać nawet kilka dni.

Ogólnym sposobem intensyfikacji mieszania jest doprowadzenie przepływu do stanu burzliwego (turbulentnego). Turbulizacja przepływu jest jednak trudna do uzyskania w przypadku przepływów powolnych i zachodzących w małej skali, których fizyka zdominowana jest przez zjawiska lepkie. Przepływy takie charakteryzuje niska liczba Reynoldsa. Z drugiej strony 'brutalna' turbulizacja może być nieporządna np. w sytuacji gdy zawieszona w płynie substancja jest bardzo wrażliwa na duże i szybkozmienne naprężenia ścinające. Rozwiązaniem pośrednim, często stosowanym w praktyce, jest wymuszenie warunków tzw. laminarnego mieszania poprzez wywołanie chaotycznej adwekcji. Chaotyczna adwekcja to zjawisko w którym, niezłożone, laminarne pola przepływu prowadzą do bardzo złożonych - chaotycznych form ruchu. Zjawisko chaotycznej adwekcji można uzyskać poprzez zastosowanie kanałów o złożonym kształcie, a także stosując rozmaite przegrody lub generatory wirów. Prowadzi to jednak do znaczącego wzrostu oporów hydraulicznych.

Przedmiotem badań przedsięwziętych w projekcie jest badanie metod wywołania chaosu w laminarnym przepływie niewymagających ingerencji w przepływ i odznaczających się małymi stratami hydraulicznymi. Metody te polegają na wykorzystaniu niestabilności hydrodynamicznych wywołanych przez odpowiednie ukształtowanie geometrii obszaru przepływu, których efektem jest powstanie nowej, chaotycznej formy ruchu sprzyjającej intensyfikacji procesów transportu.

Proponowany projekt dotyczy badań nad stabilnością przepływu pomiędzy dwoma pofalowanymi ścianami. Okazuje się, że odpowiednio dobrane pofalowanie prowadzi do wzrostu zaburzeń już przy niewielkich liczbach Reynoldsa i jednocześnie do pewnego zmniejszenia oporów hydraulicznych. Możliwe staje się więc intensyfikowanie mieszania przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów działania urządzenia.

Celem projektu jest zbadanie, obliczeniowo jak i eksperymentalnie warunków, przy których w przepływie powstawać mogą pożądane zaburzenia. Badane będą różne mechanizmy destabilizacji. Ocena intensyfikacji mieszania w przepływie wymaga wprowadzenia odpowiednich kryteriów ilościowych. Kryteria takie można zdefiniować w oparciu o analizę kinematyki tego przepływu, tzn. badanie względnej zmiany położenie unoszonych przez niego „biernych znaczników”. Rysunek 1a przedstawia ślady utworzone przez takie znaczniki wstrzyknięte do niestacjonarnego przepływu w określonych, stałych położeniach. Przepływ realizowany jest przy liczbie Reynoldsa wynoszącej 80, a jego forma wynika z samoistnego wzrostu początkowo niewielkiego zaburzenia. Interesujące jest to, że pomimo niskiej liczby Reynoldsa przepływ wykazuje na tyle dużą złożoność, że ślady wstrzykiwanych blisko siebie znaczników rozbiegają się. Rysunek 1b przedstawia natomiast segment stanowiska eksperymentalnego wykonany w technologii druku stereolitograficznego (SLA), t.j. druku 3D wykorzystaniem materiałów fotoutwardzalnych.



(a)



(b)

Rysunek 1: (a) Ślady utworzone przez wstrzykiwanie do niestacjonarnego przepływu znacznika w określonych pozycjach. Przepływ laminarny, liczba Reynoldsa wynosi 80. (b) Sekcja stanowiska eksperymentalnego wykonana w technologii druku 3D.