Голіченко Олександр Леонідович, аспірант кафедри теоретичної та прикладної механіки Київського національ&shy;ного університету імені Тараса Шевченка: &laquo;Механізми тривимірного перемішування в&rsquo;язкої рідини в скінченому циліндрі&raquo; (01.02.05 - механіка рідини, газу та плазми). Спецрада К 26.001.21 у Київському національному універ&shy;ситеті імені Тараса Шевченка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

ГОЛІЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ЛЕОНІДОВИЧ

УДК 532.5

ДИСЕРТАЦІЯ

МЕХАНІЗМИ ТРИВИМІРНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ В’ЯЗКОЇ РІДИНИ В

СКІНЧЕННОМУ ЦИЛІНДРІ

01.02.05 – механіка рідини, газу та плазми

Фізико-математичні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і

текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Л.Голіченко

Науковий керівник Краснопольська Татьяна Сігізмундівна

доктор фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник

Київ-2019

ЗМІСТ

Список введених у дисертації позначень 16

Вступ 17

Розділ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ 28

Розділ 2 РУХ В’ЯЗКОЇ, ОДНОРІДНОЇ, НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ В

СКІНЧЕННОМУ КРУГОВОМУ ЦИЛІНДРІ ПРИ МАЛИХ

ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА 61

2.1 Постановка задачі . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 61

2.2 Метод розв’язку . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 66

2.3 Збіжність розвязку. Асимптотична поведінка коефіцієнтів

розв’язку . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 82

2.4 Точність розв’язку та виконання граничних умов . . . . . . . . . . 92

Висновки до розділу 2 94

Розділ 3 ПЕРЕМІШУВАННЯ В’ЯЗКОЇ, ОДНОРІДНОЇ,

НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ В СКІНЧЕННОМУ КРУГОВОМУ

ЦИЛІНДРІ ПРИ МАЛИХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА 96

3.1 Стаціонарне перемішування . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 96

3.2 Вплив процесу переключення швидкості на границі циліндра на

рух рідини вседерині циліндра . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 140

3.3 Механізм покращення перемішування рідини всередині циліндра

за рахунок періодичної зміни швидкості руху границь циліндра . 148

3.4 Вплив періоду переключення швидкості на границі циліндра на

перемішування рідини всередині циліндра. . . . . . . . . . . . . . 152

Висновки до розділу 3 158

15

Розділ 4 ПЕРІОДИЧНІ ТОЧКИ І ПЕРІОДИЧНІ ЛІНІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ

НА ТРИВИМІРНЕ ПЕРЕМІШУВАННЯ В’ЯЗКОЇ,

ОДНОРІДНОЇ, НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ, ПРИ МАЛИХ

ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА 160

4.1 Періодичні точки . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 160

4.2 Класифікація тривимірних періодичних точок . . . . . . . . . . . 161

4.3 Особливості тривимірного перемішування, періодичні лінії . . . 186

4.4 Перевірка одержаних теоретичних результатів розрахунками . . . 189

4.5 Дослідження руху цитоплазми всередині клітин харових

водоростей . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

203

Висновки до розділу 4 213

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 215

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 216

ДОДАТКИ 229

ЗАГАЛЬНІВИСНОВКИ

Дисертаційнуроботуприсвяченавивченюмеханізмівтривимірного

перемішуванняв’язкоїоднорідноїнестисливоїрідинипрималихчислах

Рейнольдсавскінченомукруговомуциліндріприперіодичномурусіграниць

циліндраВрезультатівиконаннядисертаційноїроботи

отриманіаналітичнірозв’язкикрайовоїзадачітривимірногостаціонарного

рухув’язкоїоднорідноїнестисливоїрідинивскінченномукруговому

циліндріпрималихчислахРейнольдсадляновихранішенерозглядуваних

граничнихумов

покращенозбіжністьаналітичнихрозв’язківкрайовоїзадачітривимірного

стаціонарногорухув’язкоїоднорідноїнестисливоїрідинивскінченному

круговомуциліндріпрималихчислахРейнольдсашляхомзнаходження

асимптотичноїповедінкикоефіцієнтіврядівчерезяківиражається

швидкістьвсерединіциліндра

проаналізовановпливрізнихпараметрівзокремависотициліндраіперіоду

переключенняшвидкостінаграниціциліндранаперемішуваннярідини

всерединіциліндра

побудованазагальнакласифікаціяперіодичнихточокілінійвтривимірних

періодичнихСтоксовихтечіяхВизначеніїхмноговидипобудованіфазові

портретитапроаналізовановпливнапроцесперемішуваннярідини

доведенощоперіодичнілініїзводятьпроцестривимірногоперемішування

доквазідвовимірного

задопомогоюмоделіСтоксовоїтечіївциліндріскінченногорозміру

дослідженорухцитоплазмивсерединіклітинхаровихводоростей