

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Печука Василя Дмитровича на тему: «Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль»,
що подається на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 «Механічна інженерія»,
за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

1. Обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи та зв'язок із науковими програмами, планами й темами

Актуальність теми досліджень визначається широким розповсюдженням і проявом хрестоподібних поверхневих хвиль в рідині. Основою для розуміння поведінки хвиль в рідині є вивчення особливостей їх усталених режимів, які можна розділити на два класи: хаотичних і регулярних, що реалізуються з плином часу. Важливо відзначити, що перейти від одного класу режимів до іншого без застосування додаткових джерел енергії принципово неможливо. Поведінка і характеристики хвиль в рідині суттєво відрізняються для хаотичних і регулярних режимів.

Вивченню хаотичних і регулярних рухів у рідких середовищах присвячена велика кількість теоретичних та експериментальних робіт, причому накопичено багато цікавих і несподіваних результатів, котрі показують складну структуру перекачки енергії від коливань конструкційних елементів у коливання та хвилі в рідині.

І все ж зроблено порівняно мало для здобуття ясного уявлення про те, що приводить до появи хаосу і що відбувається в хаотичних режимах. Зараз, коли дослідженню хаосу в гідромеханіці присвячені численні роботи, стає зрозуміло, що він виникає в системах, поведінка яких адекватно описується в часі системою диференціальних рівнянь третього і більш високих порядків, а також в системах з запізнюванням будь-якого порядку, тобто виникнення хаосу обумовлене наявністю навіть дуже малих за величиною зв'язків. Пов'язаність

рухів рідини і конструкції – ось що може ставати причиною, котра приводить до переходу від регулярних до хаотичних режимів взаємодії.

Зважаючи на вищесказане, дослідження проведене в роботі Печука В.Д. є актуальним.

Дисертаційна робота виконана у відповідності до загального плану наукових досліджень кафедри будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА) і Науково-дослідного Інституту гідромеханіки НАН України. Зокрема, результати досліджень увійдуть у звіт по темі "Генерація та властивості хрестоподібних хвиль у басейнах скінченних розмірів" (державний реєстраційний номер: 0124U000988). Автор брав безпосередню участь у виконанні цієї науково-дослідної роботи.

2. Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність

Дослідження проводились на основі теоретичної гідромеханіки і чисельного моделювання хрестоподібних хвиль, що виникають в скінченному басейні одна з сторін якого коливається за гармонійним законом, з використанням власних чисельних алгоритмів автора.

Наукові результати отримані в дисертації є достовірними оскільки класичні методи, що використані в дисертації не викликають сумнівів, а нові методи використані для дослідження є достатньо обґрунтованими, з необхідними аналітичними доведеннями та порівнянням з вже існуючими методами.

В дисертації наведено всю необхідну для завершеності дослідження інформацію. В кінці кожного розділу є обґрунтування необхідності даного дослідження, а також в кінці дисертації наведені загальні висновки, що відповідають меті і задачам даної роботи.

3. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Автор провів аналіз літературних джерел за досліджуваною тематикою та зазначив відмінності результатів отриманих в дисертації від актуальних на даний момент досліджень.

Автором вперше проведено дослідження впливу факторів запізнювання на динаміку хрестоподібних хвиль. Встановлено суттєвість врахування факторів запізнювання при побудові математичних моделей, що описують коливання вільної поверхні рідини в басейні з хвилепродуктором. Для цього автор розробив новий чисельний алгоритм.

Також в роботі отримана нова модель що описує хрестоподібні хвилі.

Для дослідження розв'язків автор розробив покращений алгоритм підрахунку показників Ляпунова, який суттєво покращує точність ідентифікації динамічних режимів.

Таким чином, наукові результати, викладені в дисертації мають достатній рівень новизни.

4. Оцінка змісту та завершеності дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та списків літератури що наведено після кожного розділу. Робота обсягом 133 сторінки друкованого тексту, з яких 114 сторінок основного тексту, 19 сторінок списку літератури. Робота ілюстрована 6 таблицями та 27 рисунками. Список використаних джерел містить 159 найменування, з них 49 кирилицею та 110 латиницею.

Перший розділ присвячений літературі пов'язаній з проведеним в даній роботі дослідженням. А також надано історичну довідку, обґрунтовано актуальність даної роботи і наведено основні результати дисертації в порівнянні з іншими ключовими роботами з даної тематики.

У **другому розділі** наведені класичні методи теорії динамічних систем та оригінальні розробки автора, що використовуються в проведеному дослідженні

(новий алгоритм підрахунку старшого показника Ляпунова і явні гібридні методи п'ятого порядку збіжності для динамічних систем з запізнюванням).

Третій розділ присвячено хрестоподібним хвилям, що виникають в прямокутному басейні одна з стін якого коливається за гармонійним законом. В даному розділі описаний лабораторний експеримент, надані експериментальні умови виникнення хрестоподібних хвиль в прямокутному басейні. А також детально описано вивід нової системи, що описує хрестоподібні хвилі, та аналітичні умови існування хрестоподібних хвиль.

У **четвертому розділі** викладено результати чисельного розв'язання нової системи, що описує хрестоподібні хвилі. Проведено порівняння чисельних алгоритмів підрахунку старшого показника Ляпунова (класичного і нового). На основі явного гібридного методу п'ятого порядку збіжності для динамічних систем з запізнюванням проведено дослідження впливу факторів запізнювання на динаміку нової системи, що описує хрестоподібні хвилі.

Дисертаційна робота є завершеною та добре структурованою. Має високий науковий рівень, та практичну цінність, гарну мову та стиль викладання, змістовна та добре оформлена. Дисертація повністю відповідає вимогам МОН.

5. Наукове та практичне значення виконаного дослідження

Результати дисертації можуть бути використані в суднобудівництві при проектуванні кораблів на повітряній подушці, де також виникають хрестоподібні хвилі. Також проблема коливань пружних пластин, що контактують з рідиною при силовому навантаженні, є ключовою для розуміння динаміки конструкцій в акустиці судна.

Результати дисертації впроваджено в Інституті гідромеханіки НАН України (довідка про впровадження № 54-142-1/6 від 10.10.2024).

6. Повнота відображень основних положень дисертації у наукових публікаціях

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових статей, у тому числі: 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 1– у наукових фахових виданнях України категорії «А», і одна в міжнародному фаховому виданні яке індексується у реферативній базі Web of Science і Scopus.

Основні положення та результати досліджень були апробовані на 4 міжнародних наукових конференціях.

Дані праці повністю відображають основні положення дисертації, представлені автором до захисту.

7. Дотримання вимог академічної доброчесності

Дисертаційна робота Печука В.Д. є результатом самостійних досліджень здобувача та не містить елементів плагіату. Про це свідчить низький рівень запозичень, що підтверджено результатами звіту подібності щодо перевірки на плагіат.

Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Порушення академічної доброчесності відсутні.

8. Дискусійні положення

Під час ознайомлення з текстом дисертації виникли наступні дискусійні положення та зауваження щодо тексту роботи:

- Вихідні рівняння, що описують коливання вільної поверхні рідини в басейні з хвилепродуктом, є рівняннями в частинних похідних які можна моделювати на комп'ютері безпосередньо використовуючи сіткові методи.
- В тексті дисертації не вказано чи присутні на рисунках «перехідні процеси» чи це вже фазові портрети усталених режимів.

Проте дане зауваження та дискусійне положення не зменшує наукову і практичну цінність представленої до захисту дисертаційної роботи.

9. Загальний висновок

Представлена до захисту дисертаційна робота на тему «Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль» є актуальною, завершеною роботою, та має наукову новизну. Проведене дослідження має теоретичне та практичне значення, і відповідає сучасним тенденціям в механічній галузі знань. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) і «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022р., а її автор Печук Василь Дмитрович заслуговує присудження наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри будівельної механіки
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Григорій ІВАНЧЕНКО