

## ВІДЗІВ

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Семенович Катерини Олексіївни "Нелінійні механізми перерозподілу енергії в системі резервуар – рідина на маятниковому підвісі"**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.01 – теоретична механіка

**Актуальність теми.** Задачі про нелінійні коливання рідини з вільною поверхнею в резервуарах, виникають при проектуванні об'єктів морської, авіаційної, ракетно-космічної, залізничної та іншої техніки, а також при створенні великих резервуарів, на які впливають вітрові, сейсмічні та інші навантаження. Відносний рух рідини в порожнині дестабілізуюче впливає на динаміку твердого тіла. Дослідженню нелінійних коливань системи резервуар – рідина на маятниковому підвісі при імпульсному і вібраційному навантаженні в залежності від довжин підвісу, а також вивченню нелінійного механізму перерозподілу енергії в сумісному русі системи і присвячена дисертаційна робота К.О. Семенович. Тому тема дисертаційної роботи є **актуальною**.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У вступі обґрунтовано актуальність напрямків досліджень, відмічено наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів роботи.

**В першому розділі** надано огляд літератури по нелінійній теорії кутових рухів твердих тіл з порожнинами, які частково заповнені ідеальною нестисливою рідиною, а також проведено аналіз методів дослідження цих задач.

**У другому розділі** описано побудову математичної моделі руху резервуару на маятниковому підвісі, частково заповненого рідиною. Охарактеризовано складності, що виникають внаслідок наявності кінематичної граничної умови на вільній поверхні. Виконано перехід від континуальної до дискретної моделі механічної системи та аналітично отримано розв'язуючу систему рівнянь мінімальної розмірності.

**В третьому розділі** подано аналіз чисельних результатів, отриманих при розв'язанні задач про рух системи циліндричний резервуар – рідина на маятниковому підвісі під дією зовнішнього імпульсного та періодичного моментного навантаження, а також у випадку початкового кінематичного збурення руху.

**Четвертий розділ** присвячено механічним ефектам, що виникають в сумісному русі системи резервуар – рідина на маятниковому підвісі. Проаналізовано залежність динаміки системи від довжини маятникового підвісу та механізми перерозподілу енергії в системі між різними формами руху. Проведено порівняння отриманих чисельних даних з лабораторним експериментом, яке показало добре узгодження результатів на якісному рівні.

**Вірогідність** усіх положень і висновків обумовлена строгістю механічних і математичних постановок задач, використанням варіаційного формулювання розв'язання задачі, проведенням контролю виконання законів

симетрії та збереження енергії, порівнянням отриманих результатів на якісному рівні з лабораторним експериментом та експериментами, виконаними іншими авторами. Усі результати викладені ясно і чітко.

**Повнота викладення основних результатів.** Основні результати дисертації достатньо повно викладені у 10 наукових працях, серед яких 7 статей у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, одна із них – у науковому журналі, який має міжнародний імпаکت-фактор. Зміст автореферату є ідентичним до основних положень дисертації.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Досліджено задачу про коливання резервуару з рідиною на маятниковому підвісі в сумісній постановці при початковому кінематичному збуренні і під дією імпульсного і вібраційного навантаження.
2. Досліджено зміну власних частот системи в залежності від довжини маятникового підвісу; вказано наявність внутрішніх резонансів в системі і досліджено прояв внутрішнього резонансу між першими антисиметричною та осесиметричною формами коливань рідини.
3. Встановлено особливості перерозподілу енергії між формами коливань рідини і ступінь прояву нелінійних механізмів в залежності від довжин підвісу і показано відмінність від випадку поступального руху резервуару.
4. Досліджено перерозподіл енергії між різними формами руху в системі резервуар – рідина з урахуванням узагальненої дисипації енергії коливань рідини. Проведено порівняння одержаних результатів з лабораторним експериментом.

Дисертація має **завершений характер**, якість її оформлення відповідає встановленим вимогам.

До роботи є декілька **зауважень**:

1. В монографії [55] (с.309, формула (6.24)) отримано наступні необхідні та достатні умови стійкості положення рівноваги фізичного маятника з ідеальною рідиною:  $k^2 > \rho g J_s$ . Як ці умови перевірялися при чисельних розрахунках?
2. Бажано у формулах (2.28)–(2.30) привести значення коефіцієнтів,  $\delta_{nmli}^\omega$ ,  $\gamma_{nmi}^\omega$ ,  $h_{nmkli}^\omega$ ,  $\tilde{\beta}_{jp}^u$ ,  $\tilde{\gamma}_{jkp}^u$ ,  $\tilde{\delta}_{jklp}^u$ ,  $p_{rn}$ ,  $q_r$  або описати їх. Також це відноситься до формул (3.2), (4.4)–(4.5) та коефіцієнтів  $E_{11}^{1*}$ ,  $E_{21}^{1*}$ ,  $E_{11}^{2*}$ ,  $\alpha_1^\nu$ ,  $E_{ps}^2$ ,  $E_{psij}^2$ ,  $E_{psij}^3$ ,  $E_{pi}^{1*}$ ,  $E_{pij}^{2*}$ ,  $E_{pijk}^{3*}$ .
3. Є деякі описки: на стор. 22, рядок 9 зверху відсутні ініціали; в формулі (2.1) у потенціалі швидкості рідини треба убрати індекс 0; в формулі (2.17) у  $\varepsilon_r$  заміняти індекс  $r$  на  $z$ .

Всі вказані зауваження та побажання ні в якому разі не знижують цінність дисертації К.О. Семенович, яка виконана на високому науковому рівні.

Зважаючи на актуальність теми, новизну отриманих результатів, а також на основі опублікованих автором робіт, можна стверджувати, що дисертаційна робота Семенович Катерини Олексіївни "Нелінійні механізми перерозподілу енергії в системі резервуар – рідина на маятниковому підвісі"

задовольняє всім вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор Семенович К.О. заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.01 – теоретична механіка.

Доктор фізико-математичних наук, професор,  
Донецький національний університет (м. Вінниця),  
провідний науковий співробітник  
науково-дослідної частини

Ю.М. Кононов



Підпис Кононов Ю.М. засвідчую  
Начальник відділу  
10.08.2010



Н.С. Горелова