

ВИСНОВОК

наукового керівника на дисертаційну роботу

Святенка Ярослава Ігоровича

"Про стійкість обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною",

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 113 Прикладна математика

в галузі знань 11 Математика та статистика

Святенко Ярослав Ігорович у 2018 році закінчив Національний авіаційний університет за спеціальністю "Прикладна фізика та наноматеріали". 31 вересня 2019 по 10 листопада 2022 року навчався в аспірантурі Донецького національного університету імені Василя Стуса за спеціальністю 113 Прикладна математика (наук. керівник д.ф.-м.н., проф. Кононов Ю.М.). 31 грудня 2022 року зарахований до аспірантури Інституту прикладної математики і механіки НАН України на 4 рік навчання за спеціальністю 113 Прикладна математика (наук. керівник д.ф.-м.н., проф. Кононов Ю.М.), яку закінчив 31 серпня 2023 року. Освітньо-наукова програма в Інституті прикладної математики і механіки НАН України виконана аспірантом Святенко Я.І. в повному обсязі.

Дисертаційна робота починала виконуватися в аспірантурі Донецького національного університету імені Василя Стуса на кафедрі прикладної математики, а її тематика була включена в держбюджетну тему кафедри «Розробка методів дослідження міцності та стійкості тонкостінних оболонок та пружних твердих тіл з рідиною при дії різного виду динамічних навантажень», р/н 0119U100042, 2019–2021 рр.

Дисертаційна робота була завершена в аспірантурі Інституту прикладної математики і механіки НАН України і виконувалась в рамках відомчої науково-дослідної роботи відділу теорії керуючих систем «Розробка математичних моделей та методів аналізу, синтезу та керування дискретними і неперервними динамічними системами», р/н 0122U000118, термін виконання 2022–2026 рр. Крім того, результати дисертаційної роботи увійшли до НДР «Конструктивні і якісні методи дослідження нелінійних крайових задач та їх застосування до задач механіки» за конкурсом Науково-дослідних робіт молодих учених НАН України 2023-2024 рр., р/н 0123U103046. Також, наукові дослідження Святенка Ярослава за тематикою дисертаційної роботи отримали підтримку в рамках міжнародних грантів: грант EFDS-FL2-08 від Європейської федерації академій природничих та гуманітарних наук (ALLEA), 2 лінія фінансування Європейського фонду для переміщених вчених (EFDS) у період з 21.07.23 по 31.12.23 та за грантом Фонду Саймонса № 1160640 (США) «Сучасні проблеми чистої та прикладної математики» за програмою «Президентські вибіркові гранти для підтримки України» у період з 01.06.2023 по 31.05.2024.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, відмічено наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів роботи.

В першому розділі наведено огляд та короткий опис змісту робіт, що стосуються задач динаміки та стійкості обертання твердих тіл з рідиною, систем зв'язаних твердих тіл та проведено аналіз методів дослідження цих задач.

Другий розділ присвячено постановці задачі та виведенню основних диференціальних рівнянь збурених рівномірних обертань у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною та отримані характеристичного рівняння з урахування основного тону коливання рідини для низки частинних випадків.

У третьому розділі на підставі характеристичного рівняння, виведеного у другому розділі та на основі критерію Льєнара-Шіпара, записаного у інформальному вигляді, отримані та досліджені умови асимптотичної стійкості рівномірних обертань у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа. Ці умови представлені у вигляді системи трьох нерівностей відносно коефіцієнтів пружності сферичних шарнірів. Розглянуто можливість стабілізації нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа за допомогою другого гіроскопа, якій знаходиться над ним. Показано, що при досить великій кутовій швидкості обертання другого гіроскопа стабілізація завжди буде можлива за допомогою збільшення коефіцієнтів пружності шарнірів. Отримані умови стабілізації порівнюються з аналогічними умовами за відсутності дисипації. Розглянуто задачу про стійкість рівномірних обертань гіроскопа Лагранжа у середовищі з опором на підвісі. Проведено аналітичні дослідження впливу дисипації, постійних моментів, пружності шарнірів, масових та інерційних характеристик підвіски на умови стійкості. Отримані умови стійкості порівнюються з аналогічними при відсутності дисипації та постійних моментів.

У четвертому розділі узагальнюються основні результати третього розділу на випадок двох гіроскопів Лагранжа, які містять довільну осесиметричну порожнину з ідеальною нестисливою рідиною. З урахуванням основного тону коливання ідеальної рідини отримані у вигляді системи п'яти нерівностей умови асимптотичної стійкості рівномірних обертань. Ці умови виписані відносно кінетичних моментів першого або другого гіроскопів, відносно кутових швидкостей гіроскопів, а також відносно коефіцієнтів пружності сферичних шарнірів. Розглянуті умови стійкості при різних випадках відсутності постійних моментів в інерційній та неінерційній системах відліку, при випадках виродження сферичних шарнірів у шарнір Гука. Розглянуто можливість стабілізації нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною за допомогою другого гіроскопа, який обертається. Отримані достатні умови на коефіцієнти пружності шарнірів і перший тон коливання рідини у довільній осесиметричній порожнині при яких завжди буде можлива стабілізація при великих значеннях кутової швидкості другого гіроскопа. До достатніх умов, які були отримані у третьому розділі, додається умова на перший тон коливання рідини, він має бути більше одиниці. На прикладі еліпсоїдальної порожнини показано, що вона повинна бути стиснута вздовж осі обертання. Отримані умови стабілізації порівнюються з аналогічними умовами за відсутності дисипації. Показано, що при відсутності дисипації еліпсоїдальна

порожнина може бути не тільки стиснута але й витягнута. У цьому є принципова різниця в цих двох випадках. Розглянуто задачу про стійкість рівномірних обертань на підвісі гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною в середовищі з опором. Проведено аналітичні дослідження впливу рідини, пружності шарнірів, масових та інерційних характеристик підвісу на умови стійкості. Отримані умови порівнюються з умовами стійкості за відсутності дисипації.

У дисертаційній роботі отримані наступні нові результати:

- вперше розглянута задача про стійкість обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних невільних гіроскопів Лагранжа з довільними осесиметричними порожнинами, повністю заповненими ідеальною нестисливою рідиною;
- виведено лічильну систему звичайних диференціальних рівнянь збурених рівномірних обертань у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з рідиною та отримано трансцендентне характеристичне рівняння;
- з урахування основного тону коливання ідеальної рідини отримано у вигляді системи п'яти нерівностей умови асимптотичної стійкості рівномірних обертань у середовищі з опором гіроскопів Лагранжа з рідиною;
- умови стійкості аналітично (якісно) досліджені на двох задачах: задача про можливість стабілізації нестійкого рівномірного гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з рідиною за допомогою другого гіроскопа, який обертається і задача про стійкість рівномірних обертань на підвісі гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з рідиною;
- отримані достатні умови на коефіцієнти пружності шарнірів і перший тон коливання рідини для яких завжди буде можлива стабілізація при великих значеннях кутової швидкості другого гіроскопа. Перший тон коливання рідини повинен бути більше одиниці;
- на прикладі еліпсоїдальної порожнини показано, що вона повинна бути стиснута вздовж осі обертання;
- оцінено вплив дисипації, рідини, постійних моментів, коефіцієнтів пружності шарнірів та масових і інерційних характеристик підвісу на умови стійкості рівномірних обертань системи гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з рідиною;
- проведено порівняння отриманих умов стабілізації з умовами стабілізації за відсутності дисипації і постійних моментів.

Текст дисертаційної роботи викладено грамотною, технічною мовою логічно та послідовно. Структура дисертації, мова та стиль викладення відповідають вимогам, щодо оформлення дисертацій доктора філософії. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. В цілому дисертація є закінченою науковою працею, що відповідає вимогам спеціальності 113 Прикладна математика.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 6 статтях, дві з яких входять до науково-метричної бази Scopus, а 4 статті опубліковані у

фахових журналах категорії Б. Основні результати роботи пройшли апробацію на 10 міжнародних конференціях. Відповідно до п.8 Постанови КМУ № 44 від 12 січня 2022 року, враховано кількість 8 публікацій у яких висвітлені результати дисертаційної роботи.

При роботі над дисертацією Святенко Я.І. проявив високий професійний рівень, працьовитість та творче ставлення до науково-дослідної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота аспіранта Святенка Ярослава Ігоровича за темою «Про стійкість обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною» повністю відповідає вимогам до оформлення дисертацій, які затверджені наказом МОН України від 12.01.2017 № 40 зі змінам і доповненнями, внесеними наказом МОН України від 31.05.2019 № 759 та вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, який затверджено постановою КМУ від 12.01.2022 № 44. Дисертація може бути представлена до захисту, а її автор Ярослав Ігорович Святенко, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика за галуззю знань 11 Математика та статистика.

Доктор фіз.- мат. наук, проф.,
зав. відділу теорії керуючих систем
Інституту прикладної математики і
механіки НАН України



Юрій КОНОНОВ

Підпис Кононова Ю.М. засвідчую.
Учений секретар ІПММ НАН України
«13» листопада 2023 р.



Сергій САПУНОВ