

РЕЦЕНЗІЯ

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 з галузі знань

11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика

Теоретичні дослідження обертання у середовищі з опором системи пружно зв'язаних твердих тіл та твердих тіл з рідиною обумовлені постійним розвитком та вдосконаленням сучасної ракетно-космічної, авіаційної та інших галузей. Крім того, прискорений розвиток обчислювальних засобів протягом останніх десятиліть відкриває нові можливості з аналітичних досліджень складних механічних систем, а саме твердих тіл з рідиною. Саме в цьому і полягає актуальність дисертаційної роботи Святенка Ярослава Ігоровича, яка поєднує в собі теоретичні дослідження, які потребують обчислень високої складності.

Метою дисертаційної роботи є отримання умов асимптотичної стійкості рівномірних обертань у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа та системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною і дослідження на підставі отриманих умов стійкості двох задач. Перша задача пов'язана з питанням можливості стабілізації нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з рідиною за допомогою другого гіроскопа, який обертається, а друга задача пов'язана з питанням стійкості обертання на підвісі у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з рідиною.

Проведена експертиза та рецензування виконаної роботи показує, що в першому розділі автором розкрито теоретичні основи основних методів дослідження динаміки та стійкості обертання твердого тіла та системи зв'язаних твердих тіл з рідиною на основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду. На схвалення заслуговує наукова база джерел які автор залучив для побудови наукового підґрунтя дослідження, це 188 джерел, із яких 46 іншомовні. Як результат опрацювання такої кількості джерел автором проаналізовані методи та критерії за якими проводяться дослідження, та показано необхідність подальших аналітичних та чисельних досліджень.

У другому розділі роботи були виведені рівняння збуреного обертання у середовищі з опором двох пружно зв'язаних гіроскопах Лагранжа з довільними осесиметричними порожнинами з ідеальною рідиною та одержано трансцендентне характеристичне (підрозділи 2.1 і 2.2) рівняння. З урахуванням основного тону коливання ідеальної рідини отримано характеристичне рівняння у вигляді полінома шостого степеня (підрозділи 2.3). Слід зазначити, що автором була розглянуто низка окремих випадків цього характеристичного рівняння, які мають і самостійний науковий та практичний інтерес.

Отримання умов асимптотичної стійкості рівномірних обертань у середовищі з опором двох пружно зв'язаних гіроскопах Лагранжа та двох пружно зв'язаних гіроскопах Лагранжа з ідеальною рідиною зроблено автором на основі першого метода Ляпунова і критерію Льєнара-Шіпара, записаного в іннорній формі відповідно у підрозділах 3.1 і 4.1.

Перша задача була досліджена у підрозділах 3.2 і 4.2 на підставі раніше отриманих умов асимптотичної стійкості у підрозділах 3.1 і 4.1 та показано можливість стабілізації нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною за допомогою гіроскопа, який обертається. Аналітично доведено, що стабілізація завжди буде можлива при досить великій кутовій швидкості обертання другого гіроскопа та за рахунок збільшення значень коефіцієнтів пружності, а при наявності рідини перший тон коливання рідини повинен бути більше одиниці.

Друга задача була досліджена у підрозділах 3.3 і 4.3, де були розглянуто різні випадки відсутності одного або другого постійного моменту, виродження підвісу у струну. У випадку відсутності постійного моменту в інерціальній системі відліку показано, що при зростанні пружності в сферичному шарнірі та в шарнірі Гука завжди буде можлива асимптотична стійкість при будь-якій кутовій швидкості і при довільних параметрах механічної системи, а при наявності рідини перший тон коливання рідини повинен бути більше одиниці.

Апробація та обговорення отриманих наукових результатів роботи було проведено автором шляхом доповідей на семінарах і наукових конференціях та порівнянням отриманих результатів з відомими результатами в літературі.

Підсумовуючи вищесказане можна стверджувати, що автором 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 ідеальної нестисливою рідиною;

- вперше виведено злічену систему звичайних диференціальних рівнянь обурених 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 та 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.

Достовірність отриманих Святенком Я.І. результатів обумовлена строгістю механічних і математичних постановок задач і ґрунтується на відомих рівняннях П.В. Харламова руху системи гіростатів, на функції стану С.Л. Соболева, на теорії стійкості та на критерії Льєнара-Шіпара, записаного в інваріантному вигляді, а також на порівнянні із відомими результатами, отриманими іншими авторами.

Проведені в дисертаційній роботі наукові дослідження мають в цілому теоретичний характер, а отримані наукові результати можуть бути використані при розробці та конструюванні механічних об'єктів в ракетно-космічній техніці, а також в машинобудуванні.

Дисертаційної роботи написана українською мовою, грамотно, із використання сучасною наукової термінології. Робота виконана самостійно на високому науковому рівні та є завершеною науковою працею. 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 та пройшли апробацію на семінарах та 10 міжнародних конференціях.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Святенка Ярослава Ігоровича, хочу висловити кілька міркувань, що носять здебільшого рекомендаційний характер:

1. На мій погляд слід було б провести дослідження необхідних умов асимптотичної стійкості. Це можна було б зробити із перших нерівностей, які мають найменшу ступінь.

2. Бажано розглянути випадок однакових гіроскопів з однаковими порожнинами і рідиною. Це зменшить кількість механічних параметрів і, можливо, дозволить спростити аналітичні дослідження.

3. В підрозділі 3.1 не проведено дослідження шарніру Гука на умови стійкості, як це було зроблено у підрозділі 4.1.

4. В роботі зустрічаються описки та незначні помилки у використанні термінології. Так, у тексті дисертацію зустрічається термін «диференціальні рівняння, які не вирішені похідної», тоді як загальноприйнятим терміном є «не розв'язні відносно похідної» та інші.

Викладені побажання мають дискусійний характер, не знижують якості дисертаційної роботи, яка виконана на належному науковому рівні, є актуальною, завершеною і самостійною працею.

Висновок рецензента

Дисертаційна робота Ярослава Ігоровича Святенка «Про стійкість обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика, є самостійною, завершеною науковою роботою, відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про

затвердження Вимог щодо оформлення дисертації», а також задовольняє вимоги «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 від 12.01.2022 р. № 44 в поточній редакції, та може бути рекомендована до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Доктор фіз.-мат. наук, доцент,
заст. директора з наукової роботи
Інституту прикладної математики і
механіки НАН України



О.В. Несмелова

Підпис О.В. Несмелової завідоую.
Генеральний секретар ІПМ НАН України



Сергій Сатурнов

08.02.2024