

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

У дисертаційній роботі об'єктом дослідження є системи двох пружно зв'язаних динамічно-симетричних твердих тіл та динамічно-симетричних твердих тіл з ідеальною рідиною, які обертаються у середовищі з опором, а предметом дослідження – стійкість обертання цих механічних систем. Системи пружно зв'язаних твердих тіл та твердих тіл з рідиною знаходять найбільш широке застосування у сучасній ракетно-космічній, авіаційній, танкерній, залізничній та інших галузях техніки, тому тема дисертаційної роботи Святенка Ярослава Ігоровича є актуальною

У роботі сформульовано п'ять основних завдань дослідження:

1. Виведення рівнянь збуреного обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа та системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною.

2. Отримання умов стійкості рівномірних обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа та системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною.

3. Вплив дисипації, рідини, постійних моментів, коефіцієнтів пружності шарнірів, масових та інерціальних параметрів механічної системи на умови асимптотичної стійкості.

4. Стабілізація нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа та гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною за допомогою гіроскопа, що обертається.

5. Умови стійкості рівномірного обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа і гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною на підвісі.

Перше завдання дослідження було виконано у другому розділі роботи, де було наведено постановку задачі про рух у середовищі з опором невільної

системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з нестисливою рідиною. На підставі рівнянь руху систем зв'язаних гіростатів П.В. Харламова і функції стану С.Л.Соболева для ідеальної рідини виведені рівняння руху у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з довільними осесиметричними порожнинами та одержано характеристичного рівняння збурених рівномірних обертань двох гіроскопів з рідиною. З урахуванням основного тону коливання ідеальної рідини отримано в вигляді полінома шостого ступеня характеристичне рівняння. Розглянуто різні випадки цього характеристичного рівняння, а саме: випадок відсутності рідини в першому твердому тілі, у другому або у двох твердих тіл, випадок відсутності постійних моментів у інерційній або неінерційній системах відліку, випадок універсального пружного шарніру та випадок відсутності дисипації постійних моментів.

Друге завдання дослідження було виконано у підрозділах 3.1 і 4.1, в яких на підставі характеристичного рівняння, виведеного у другому розділі і на основі критерія Льєнара-Шіпара, записаного у інваріантному вигляді, отримані та аналітично досліджені умови 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. Ці умови представлені відповідно у вигляді системи трьох і п'яти нерівностей.

Оцінка впливу дисипації, рідини, постійних моментів, коефіцієнтів пружності шарнірів, масових та інерціальних параметрів механічної системи на умови асимптотичної стійкості проводилася у 3 і 4 розділах. Тому третє завдання дослідження виконано.

Четверте завдання виконано, оскільки у підрозділах 3.2 і 4.2 показана можливість стабілізації нестійкого рівномірного обертання в середовищі з опором гіроскопа Лагранжа і гіроскопа Лагранжа з рідиною за допомогою другого гіроскопа, якій обертається, та знаходиться над ними. Виписано достатні умови на коефіцієнти пружності шарнірів і перший тон коливання

рідини, при яких старші коефіцієнти нерівностей додатні. Звідки випливає, що стабілізація завжди буде можлива при досить великій кутовій швидкості обертання другого гіроскопа та за рахунок збільшення значень коефіцієнтів пружності.

У п'ятому завданні були отримані та аналітично дослідженні умови асимптотичної стійкості рівномірного обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа і гіроскопа Лагранжа з ідеальною рідиною на підвісі (підрозділи 3.3 і 4.3).

Проведена експертиза дисертаційної роботи показала, що п'ять основних завдань дослідження повністю виконані.

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 ідеальною нестисливою рідиною;
- вперше виведено лічильну 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 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.

Вірогідність отриманих результатів ґрунтується на основних теоремах теоретичної механіки, на рівняннях Ейлера руху ідеальної нестисливої рідини, на відомих рівняннях руху системи гіростатів П.В. Харламова, на функції стану С.Л.Соболева, на теорії стійкості та на порівняннях отриманих результатів з відомими результатами у літературі.

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.

Дисертація написана українською мовою, містить всі необхідні теоретичні викладки і є логічно структурованою. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною. Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень. 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 та пройшли апробацію на семінарах та на 10 міжнародних конференціях.

В рецензента виникли деякі зауваження до дисертаційної роботи:

1. З тексту дисертації незрозуміло чому в розділі 4, на відміну від розділів 2 і 3, були застосовані кути Крилова.

2. У великих формулах (2.14), (2.16), (2.17), (2.21), (2.23), (2.25) відбулося усунення коми, що ускладнює їх читання.

3. Є сторінки, де немає пробілів між цифрами та словами, наприклад, (ст.48, 94, 107).

Ці зауваження не впливають на зміст дисертації та не зніжують її наукової цінності.

Висновок. Загалом дисертаційна робота «Про стійкість обертання у середовищі з опором системи двох пружно зв'язаних гіроскопів Лагранжа з ідеальною рідиною» Святенка Ярослава Ігоровича є самостійною, завершеною науковою роботою, що відповідає вимогам оформлення згідно наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Вимог щодо оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. № 40, 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, а її автор Святенко Я.І. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Канд. фіз.-мат. наук,
науковий співробітник відділу прикладної механіки
Інституту прикладної математики і
механіки НАН України

Н.В. Жоголева

Підпис: *Н.В. Жоголева*
Земельний секретар
31.01.2023
Інститут прикладної математики і механіки
НАН України
КОД 05420675
50
Сергій Савицький