

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента на дисертаційну роботу Павлової Катерини Сергіївни
“Моделювання фізичних процесів в системах керування авіаційної та ракетно-
космічної техніки”,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13-Механічна
інженерія, спеціальності 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

В даній дисертаційній роботі розглядається, головним чином, нестационарна течія в однорідній та бульбашковій рідинах під час формування та поширення ударного імпульсу, а також взаємодія цих течій із пружно-деформованою конструкцією. Підставою для цього слугує аналіз фізичних процесів в системах керування на прикладах роботи шасі, закрылок та гідроприводу.

Основними ідеями роботи можна вважати такі, що доводять недосконалість моделювання вищезгаданих систем керування та необхідність врахування нелінійних фізичних механізмів (конвекція, тертя о стінки, нестационарне тертя), яке є істотним.

Актуальність тематики досліджень.

Такі фізичні процеси як взаємодія нестационарної течії рідини (ударного імпульсу) із конструкцією мають в цілому нелінійний характер. Це показано в даній роботі. Як відомо, нелінійність має ту особливість, що після кількох масштабів часу процесу розв'язок математичної задачі може сильно відрізнятись від того, який отримано за незначних відхилень у початкових розподілах величин. А це дуже важливо при вивченні таких явищ як деформація поверхні, втомні навантаження. Отже від того, як вірно ми задаємо вхідні дані у сучасні системи комп'ютерного 3-Д моделювання та розрахунку, буде суттєво залежати подальший результат обчислень. Тож подальший розвиток моделей нестационарної течії в однорідній та бульбашковій рідині та врахування взаємодії цих течій із конструкцією є дійсно актуальною темою і потребує ґрунтовного вивчення.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації підтверджуються отриманими авторкою результатами критичного аналізу існуючих джерел щодо нестационарної течії однорідної та бульбашкової рідини та взаємодії цих течій із конструкцією, а також розглянутими в дисертації моделями систем керування авіаційної та ракетно-космічної техніки. Дослідження авторки ґрунтуються на загальновідомих методах, а також їх оригінальному поєднанні. Це забезпечило належний рівень обґрунтованості і достовірності роботи. Результатами даної роботи стали запропоновані нові моделі нестационарної течії (ударного імпульсу) в однорідній та бульбашковій рідинах, взаємодії цих течій із пружно-деформованими конструкціями та вдосконаленими моделями

динаміки шасі літака, закрилків малого літака та моделлю руху штоку гідроциліндру.

Достовірність основних положень роботи підтверджується:

- здійсненням всебічного дослідження із фаховим послідовним застосуванням загальновизнаних наукових методів;

- позитивною оцінкою наукових праць у рецензованих фахових виданнях;

- апробацією результатів на міжнародних конференціях;

На підставі вищезазначеного, можна зробити позитивний висновок щодо обґрунтованості і достовірності основних положень представлених в роботі досліджень, а також їх відповідності заявленим меті та завданням.

Науковою новизною одержаних результатів варто вважати:

1. Відкриття в моделях гідравлічного удару значущості одночасного врахування нелінійних ефектів конвекції та тертя, ще дозволило отримати локалізовану у часі і просторі нестационарну течію у вигляді ударного імпульсу.
2. Встановлення залежності "тиск - швидкість поширення ударного імпульсу"; ці залежності є наслідком автономності відповідних систем диференціальних рівнянь, що описують процес гідравлічного удару.
3. Удосконалення моделі взаємодії нестационарної течії рідини із конструкцією і розроблення нову модель взаємодії нестационарної течії бульбашкової рідини із конструкцією.
4. Подальший розвиток диференціальної моделі випускання-прибирання шасі літака та удосконалення моделі, що описує керування закрилками малого літака.

Практичне значення дослідження можна умовно розділити на дві частини. Перша -- це удосконалення математичних моделей систем керування шляхом більш точного їх фізико-математичного опису. Друга частина роботи має практичне значення у якості використання отриманих результатів для 3-D моделювання та розрахунку процесу гідравлічного удару та загалом процесів керування за наявності в системі гідравлічної складової. Безумовно, отримані авторкою результати стануть основою для нового поштовху в області літакобудування, а також чисельному експерименті, де будуть враховані теоретичні здобутки роботи.

Оцінка наукових публікацій.

За результатами дослідження Павлової Катерини Сергіївни опубліковано 11 наукових робіт, в яких повною мірою відображені основні результати роботи. Серед них 4 статті в фахових виданнях України категорії «Б» за спеціальністю 134.

Кількість та якість наукових публікацій Павлової Катерини Сергіївни відповідає вимогам п.8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та

скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення.

Дисертація складається із анотацій, вступу, чотирьох розділів з висновками, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг становить 155 сторінки, в тому числі основний текст –123 сторінки, рисунки –22, використані джерела – 127 найменувань, додатки – акт і довідка про впровадження.

У вступі дисертанткою викладено актуальність теми дослідження, його зв'язок із науковими програмами. Мета роботи відповідає сформульованій темі і визначена в завданнях. Чітко визначено предмет і об'єкт дослідження. Вказано на наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено критичний огляд існуючого матеріалу за тематикою дослідження. Розглянуті наявні у відкритому доступі джерела стосовно використання у якості підсистем керування гідравлічні, електрогідравлічні та електромеханічні приводи. Зосереджено увагу на одній моделі, де математична лінеаризація (спрощення) зв'язку між положенням штоку приводу і кутом повороту закрилка є неприпустимою.

Продовжують огляд роботи з гідравлічного удару, а саме моделювання нестационарної течії у однорідній та бульбашковій рідинах. Тут слід відзначити, що наукові дослідження авторки дисертації ґрунтуються також і на попередніх здобутках наукового керівника. Завершують огляд роботи з моделювання взаємодії нестационарної течії із конструкцією. У огляді присутні лише роботи, де рідина розглядається однорідною, бо для бульбашкової рідини таких моделей ще не існувало до досліджень даної дисертаційної роботи.

У другому розділі отримали подальший розвиток моделі, що відносяться до нелінійної динаміки в системі первинного контролю літака. Зокрема, слід особливо відзначити такі два моменти. Перший - нелінійність моделей, що описують відповідні фізичні процеси і другий - наявність зв'язку цих процесів із нестационарною течією рідини.

У третьому розділі роботи наявні два основних підрозділи: гідравлічний удар в однорідній рідині (перший підрозділ) і бульбашковій рідині (другий підрозділ). Просліджується чітко структурованість дослідження, яка полягає в аналізі окремих фізичних чинників і сукупного впливу на загальну картину нестационарної течії. І, що слід особливо відзначити, аналітичний характер моделювання.

У четвертому розділі розглянуто цікава наукова задача -- як взаємодіють нестационарна течія рідини із конструкцією. Дійсно, стінки конструкції є пружно-деформованими і проходження ударного імпульсу впливає на поведінку цих стінок, так само як і стінок на течію рідини. Також наявне чітке структурування напрямків досліджень. Слід відзначити, що представлена в роботі вперше модель

взаємодії нестационарної течії бульбашкової рідини із конструкцією дуже потрібна, оскільки надає певну інформацію, яку можна в подальшому використовувати для 3-D моделювання та чисельного розрахунку.

В цілому ж робота має послідовність і логічність викладення інформації, збалансованість наповнення всіх розділів. Загальні висновки відповідають поставленим науковим завданням і є змістовними. Робота є завершеною самостійною науковою працею, належно оформленою. Поставлена мета дослідження була досягнута.

До основних здобутків роботи слід відзначити таке:

- розроблені нелінійні моделі формування та початкового поширення ударного імпульсу в однорідній і бульбашковій рідинах;
- розроблені аналітичні моделі взаємодії нестационарної течії рідини із конструкцією;
- удосконалено моделі випускання та прибирання шасі літака, первинного контролю закритків малого літака.

Зауваження та побажання

1. В роботі чітко не вказано, що розроблені моделі не враховують втомні навантаження, які виникають після проходження ударного імпульсу.
2. Доцільно було б розглянути задачу про непрямий гідроудар.
3. В роботі скрізь наведено одновимірну графічну інформацію. Але сучасні графічні пакети дають змогу будувати дво- і трьох вимірні рисунки. Вважаю, що це є також одним із недоліків роботи.

Проте, зазначені зауваження не змінюють загального позитивного враження від представленої дисертації, вони мають переважно рекомендаційний характер.

Наукова обґрунтованість отриманого здобувачкою результатів не викликає сумніву. Робота має як наукову новизну, так і практичне значення і в цілому заслуговує позитивної оцінки.

Загальний висновок

Наведені вище дані свідчать про високий рівень виконання здобувачкою поставленого наукового завдання та належне володіння методологією наукових досліджень.

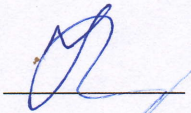
Наукова значущість отриманих теоретичних і практичних результатів повною мірою характеризує дану дисертаційну роботу як таку, що вирішує проблему моделювання важливих фізичних процесів в системах керування авіаційної та

ракетно-космічної техніки і може бути рекомендована при моделюванні та розрахунку більш загальних процесів.

Вважаю, що дисертація «Моделювання фізичних процесів в системах керування авіаційної та ракетно космічної техніки», представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія, спеціальності 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка, є завершеною науковою працею, яка відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...» , затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та напрямку досліджень освітньо-наукової програми ДУ КАІ з вищезазначеної спеціальності, а її авторка, Павлова Катерина Сергіївна, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Професор кафедри конструкції літальних апаратів
Державного Університету
«Київський авіаційний інститут»
МОН України,
доктор технічних наук,
професор

12.05.2025

 Михайло КАРУСКЕВИЧ

Лідис Карускевича
Вчений секретар



Ліна Жабок