

Грищак В.З.

*професор кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, д.т.н.,
професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро,
Україна, e-mail: hryshchak.v.z@nmu.one*

ГІБРИДНИЙ АСИМПТОТИКО-ЧИСЕЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ЗМІННИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Доповідь присвячена наближеним аналітико-чисельним розв'язкам задач механіки конструкцій із змінними за координатами та часом параметрами, які зводяться до лінійних і нелінійних сингулярних диференціальних рівнянь та їх систем з параметрами при старшій похідній і нелінійній складовій, на базі асимптотичних методів збурення і фазних інтегралів. Застосування базисних функцій за вказаними методами до принципу ортогоналізації за Гальоркіним у гібридному підході із застосуванням комп'ютерної алгебри дозволяють отримати наближені аналітичні розв'язки, які тісно пов'язані із фізичною суттю досліджуваних задач, а також можливістю аналізу чисельних результатів за величиною параметра сингулярності асимптотичного представлення шуканих функцій. Надається аналітичний огляд і обговорюються результати застосування вказаного підходу до розв'язку ряду задач механіки, пов'язаних з математичними моделями стійкості і динаміки конструкцій цільового призначення.

Ключові слова: гібридний асимптотико-чисельний підхід, методи збурення і фазних інтегралів, принцип ортогоналізації за Гальоркіним, механіка конструкцій із змінними параметрами, нелінійна динаміка, стійкість, конструкції із змінними параметрами.

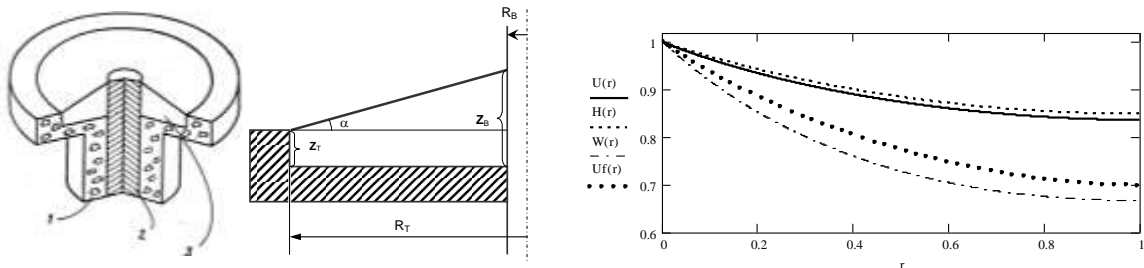
Вступ. Ідея поєднання асимптотичних методів з чисельними покладена в основу гібридного асимптотико-чисельного підходу до розв'язку задач несучої здатності конструкцій і споріднених напрямків механіки. Спираючись на сучасні досягнення аналітичних, зокрема асимптотичних, і чисельних методів аналізу на базі комп'ютерної алгебри та існуючих програмних комплексів відкривається можливість нелокального дослідження з формуванням представлення про особливості поведінки конструкцій різного цільового призначення з візуалізацією досліджуваних процесів.



На основі запропонованого гібридного асимптотичного підходу (1995-2024) обговорюються результати розв'язку ряду задач механіки конструкцій із змінними параметрами.

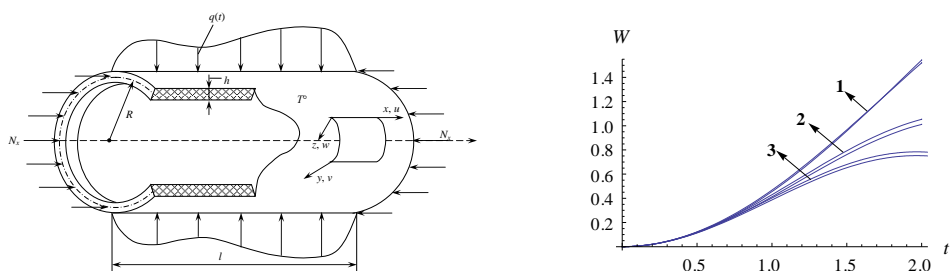
Побудова та дослідження математичних моделей тепловипромінюючих систем неоднорідної структури (2009).

Досліджуються характер тепловипромінювання радіаторів, які є найбільш важкими елементами системи терморегулювання, зокрема космічного апарату, і потребують створення раціональних конструкцій з точки зору відводу тепла випромінюванням з мінімізацією вагових характеристик. Розв'язується задача про тепловипромінювання кільцевих пластин радіатора трапецеїдального та прямокутного перетинів.



За умови застосування введених припущень задача зводиться до необхідності інтегрування сингулярного диференціального рівняння другого порядку із змінними коефіцієнтами і нелінійною складовою четвертого ступеня при заданих граничних умовах. Надається зіставлення наближених аналітичних розв'язків за гібридним підходом, прямим чисельним інтегруванням основного рівняння задачі при фіксованому параметрі нелінійності та іншими методами аналізу. Показано, що гібридний асимптотико-чисельний підхід дає задовільний результат як для «малих», так і «великих» значень параметра сингулярності (при старшій похідній) розв'язувального рівняння, а також при нелінійній складовій.

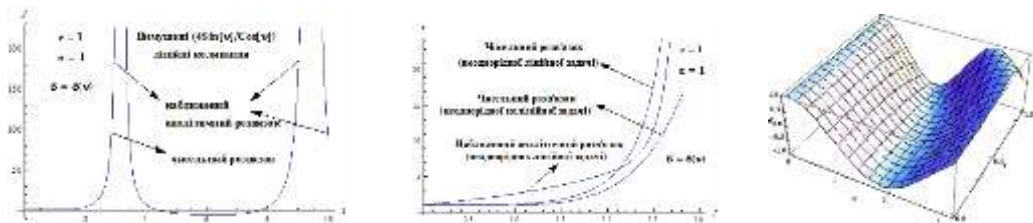
Деформування циліндричної оболонки із композиційного матеріалу із змінними за часом маси та зовнішнього тиску при комбінованому термосиловому динамічному навантаженні (2011).



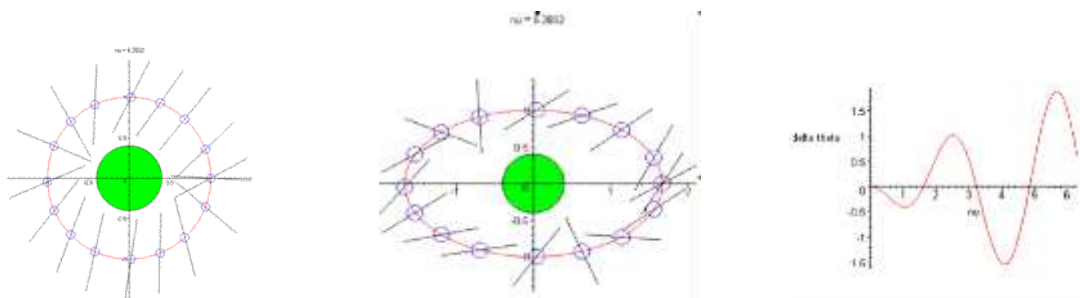
Отримано наближені аналітичні залежності для функції прогину оболонки в залежності від жорсткісних параметрів оболонки, статичного осьового зусилля і зовнішнього динамічного навантаження, залежного від часу та температури. Результати обчислень за запропонованим наближеним аналітичним підходом співставленні з прямим чисельним розв'язком задачі із застосуванням програмного комплексу «Mathematica» для заданих параметрів досліджуваної системи.

Нелінійна динаміка супутника в площині еліптичної орбіти із застосуванням гібридного асимптотичного підходу (2013).

Задача розв'язується у припущенні, що супутник знаходиться у центральному гравітаційному полі таким чином, що його центр мас рухається у площині еліптичної орбіти, і основне нелінійне диференціальне рівняння проблеми є неоднорідним рівнянням із змінними коефіцієнтами відносно функції подвійного кута між радіусом-вектором центру мас і віссю інерції.



Надається порівняння аналітичних за даним підходом і чисельних розв'язків відповідно до лінійних і нелінійних вимушених коливань моделі руху супутника в площині еліптичної орбіти та вплив параметру ексцентриситету орбіти.



Візуалізація нелінійного динамічного процесу в площині кругової і еліптичної орбіт, а також залежність різниці у кутах осі супутника за часом представляються згідно програми обчислень, реалізованої у кодах системи комп'ютерної алгебри «Matlab», яка формує анімацію руху супутника відповідно до заданого кута обертання.

Вплив характеристик функціонально-градієнтних матеріалів на нелінійну динаміку оболонкових конструкцій в умовах температурного середовища (2016).



несучої здатності багатошарових складених оболонкових систем (2020-2023), нелінійних проблемах зовнішньої балістики (2022-2024), а також у суміжних галузях механіки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gristchak V., Dmitrieva Ye. (1995) Hybrid WKB-Galerkin Method and its Application. *Technische Mechanik*, 15 (4), 281-294.
2. Грищак В. З., Дмитрієва О.М. (1999) Застосування гібридного ВКБ-Гальоркін методу до розв'язання деяких крайових задач механіки *Доп. НАН України*, (4), 63-67.
3. Грищак В. З. (2009) *Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування* Запорізький національний університет.
4. Грищак В.З., Д'яченко Н.М., Бабуров В.В.(2022) Вплив Гаусової кривини серединної поверхні складеної оболонки на локальне та загальне випинання при комбінованому навантаженні. *Космічна наука і технологія*, 28 (4), 31-38.

