

## МЕТОД ПРЯМОГО ІНТЕГРУВАННЯ В ЗАВДАННЯХ МЕХАНІКИ ДЕФОРМОВАНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА

Крутії Ю. С., к. фіз.-мат. н проф., Сур'янінов М. Г. д.т.н проф.  
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Оцінка несучої здатності будь-якої конструкції або споруди потребує розв'язання питань міцності, стійкості і динаміки. На початку розвитку техніки більшість конструктивних елементів виготовлялися з постійними в плані поперечних перерізів геометричними параметрами. З математичної точки зору, в розрахунках це приводило до диференціальних рівнянь (або їх систем) з постійними коефіцієнтами. У багатьох випадках побудовані аналітичні розв'язки подібних рівнянь.

Однак подальший розвиток техніки, успіхи авіації, космонавтики, суднобудування, зростання обсягів будівництва, необхідність у зведенні висотних об'єктів, висунули на перший план питання зниження матеріалоемності конструкцій.

А одним з найбільш ефективних шляхів для досягнення цієї мети є проектування систем зі змінними параметрами. В ролі таких систем можуть виступати стрижень, пластина, оболонка та ін. Змінними тут можуть бути, як геометричні, так і механічні параметри: площа поперечного перерізу конструкції, товщина стінки, момент інерції, жорсткість, погонна маса та ін. У випадку, коли конструкція спирається на змінну пружну основу, в якості змінного параметра також може виступати коефіцієнт постелі.

Розрахунку механічних систем зі змінними параметрами присвячено значну кількість публікацій, що свідчить про велике практичне значення та актуальність даної проблеми для науки і техніки. При розрахунку таких систем доводиться мати справу з диференціальними рівняннями (або системами рівнянь) зі змінними коефіцієнтами. Успіхи математики в плані розв'язку таких рівнянь виглядають досить скромно – відомі лише деякі випадки побудови точних розв'язків. На даний час відсутній універсальний метод побудови точних розв'язків диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами. Тому для розрахунку систем зі змінними параметрами переважно використовуються наближені методи. Сучасний стан обчислювальної техніки дозволяє одержати результат практично з будь-якою заданою точністю. Однак це лише кількісний результат.

Отже, з одного боку зрозуміло, що якісну оцінку механічної системи можна одержати тільки на основі точного розв'язку. А з іншого боку, слід констатувати, що розрахунки систем зі змінними параметрами, які основані на точних розв'язках відповідних диференціальних рівнянь, в науковій літературі зустрічаються вкрай рідко.

Для розв'язання цієї проблеми запропоновано новий аналітичний метод — метод прямого інтегрування [1-4]. Він заснований на побудові точних

розв'язків відповідних диференціальних рівнянь із наступною розробкою способу чисельної реалізації знайдених загальних інтегралів.

Застосування методу дозволило розв'язати широкий клас задач статички, стійкості та динаміки механічних систем з довільними неперервними змінними параметрами. Отримані результати дозволяють підвищити точність розрахунків стрижневих систем, прямокутних пластин та циліндричних оболонок внаслідок застосування розроблених аналітичних розв'язків, що дає можливість проектувати механічні системи більш економічними при заданому рівні надійності.

Метод взагалі придатний для розрахунків систем зі змінними параметрами з інших галузей знань, які описуються диференційними рівняннями розглянутого виду.

#### Література

1. Крутий Ю. С. Решение дифференциального уравнения поперечных колебаний бруса с учетом сопротивления при произвольной гармонической нагрузке / Ю. С. Крутий // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2009. № 36. – С230-236.
2. Крутий Ю. С. Распределение амплитуд изгибающих моментов при вынужденных поперечных колебаниях балки Эйлера-Бернулли с учетом неупругого сопротивления / Ю. С. Крутий, Н. Г. Сурьянинов, А. Э. Чайковский // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – №1. – С165-171.
3. Крутий Ю. С. Роль метода прямого интегрирования в современной механике / Ю. С. Крутий // Сучасні проблеми механіки та математики. – Львів: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України. – 2013. – Т.1. – С 146-148.
4. Крутий Ю. С. Згин кругової циліндричної оболонки зі змінною товщиною / Ю. С. Крутий, М. Г. Сур'янінов // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 2. – С116-121.

#### BY DIRECT INTEGRATION INTO THE TASK OF THE SOLID BODY

A new analytical method of calculation of mechanical systems with random continuous variable parameters based on the construction of exact solutions of the corresponding differential equations with the subsequent development of the method of implementation found numerous common integrals.