

КОМП'ЮТЕРНЕ АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ БАЛОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Андрєєв Ю.М., Лавінський Д.В.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Одномірні елементи, які традиційно називають стержнями, валами або балками є конструкційними елементами багатьох машин, приладів, апаратів тощо. Тут можна відзначити, наприклад, несучі конструкції (рами) літальних апаратів, у тому числі й безпілотних. При проектуванні об'єктів нової техніки або вдосконаленні вже існуючих, постає потреба у розрахункових дослідженнях, спрямованих на вивчення деформування – статичного і динамічного. Сучасний підхід вимагає використання чисельних методів при аналізі деформування, найбільш поширеним з яких є метод скінченних елементів (МСЕ), що реалізований у багатьох програмних комплексах (ПК).

У випадку розрахунків за допомогою МСЕ балочних конструкційних елементів раціонально використовувати спеціальні одномірні (балочні) скінченні елементи, які не потребують геометричних побудов, пов'язаних із формою поперечного перерізу балки – необхідна інформація враховується у вигляді відповідних параметрів: площа, моменти інерції перерізу тощо. Окремі питання виникають при розрахунках за допомогою МСЕ вимушених коливань, перехідних процесів, резонансних режимів. Тут, з нашої точки зору, раціональним є поєднання МСЕ із ПК, орієнтованими на моделювання та розрахунки динаміки матеріальних об'єктів. Спеціалізований ПК КіДиМ, що спирається на спеціальну вбудовану систему комп'ютерної алгебри (ССКА), має автоматичний процес формування диференціальних рівнянь руху та подальше пряме інтегрування, або аналіз вільних ті вимушених коливань.

У статті [1] показано застосування ССКА КіДиМ до моделювання динаміки решітчастих конструкцій із використанням балок Бернуллі-Ейлера і точкових мас в вузлах, де рівняння руху автоматично формуються у загальних координатах, якими обрано декартові координати вузлів і їх кути Крилова.

В даній роботі пропонується інший підхід, який базується на застосуванні псевдокоординат. Визначальні рівняння у псевдокоординатах мають більш компактний вигляд, що потребує значно меншу кількість математичних операцій. Це надає суттєві переваги у випадку балочних конструкцій із великою кількістю елементів. Дороблено спеціальний аналітичний опис таких моделей і модуль формування динамічних рівнянь, що дозволяє автоматично отримати диференціальні рівняння в псевдокоординатах і, відповідно – їх форму Коші для чисельного інтегрування. Дається приклад розрахунку динаміки несучої решітки БПЛА з [1], де демонструються переваги пропонованого підходу.

Література:

1. Андрєєв Ю. М., Ковальов Д. Д. Аналітичний опис та алгоритм розрахунків механіки конструкцій з балками Бернуллі–Ейлера у ССКА КіДиМ / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: ММТТ, 2024, 1 (6): 3-11.