

ВИКОРИСТАННЯ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗСПІЮВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація

Використання обернених задач дозволяє розрахунок розсіювання механічної енергії за необхідними експлуатаційними характеристиками матеріалу і визначення його початкових фізико-механічних параметрів.

Ключові слова: обернені задачі, розсіювання механічної енергії.

Виходячи із класифікації обернених задач, ретроспективні і граничні задачі є лінійними, а коефіцієнтні і геометричні задачі – нелінійні. Тому для нелінійних задач при їх рішенні проводять порівняння результату і багатократне рішення прямої задачі. При цьому необхідно враховувати можливість множини рішень та стійкість до малих змін вхідної інформації.

Для вирішення оберненої задачі, після побудови рішення прямої задачі у загальному виді, формулюють операторне рівняння для знаходження невідомої функції або системи функцій з врахуванням додаткових умов.

Для операторів зі змінними коефіцієнтами існує ряд способів, які дозволяють точно або наближено формулювати операторне рівняння і будувати рішення оберненої задачі. Найчастіше використовують метод операторних рівнянь Вольтерра, метод регуляризації Тихонова, метод лінеаризації, метод обернення різницевої схеми, метод оптимізації.

Метою роботи є обґрунтування чисельно-аналітичних методів, які можуть бути використанні для рішення обернених задач розсіювання механічної енергії.

На основі наближених експериментальних даних рішення обернених задач ідентифікацій, конструювання та прогнозування вимагає створення систем повних базисів з щільним спектром похідних цілих додатних, від'ємних та дробових порядків [1].

Виготовлення деталей відбувається за спеціальними технологічними схемами, які забезпечують вихідні експлуатаційні параметри готового виробу. Можливість отримати вхідні показники фізико-механічних характеристик матеріалів, з яких виготовляють деталі, їх структуру, при заданих вихідних показниках є однією з важливих конструкторських завдань. У такій постановці задача відноситься до обернених задач.

Важливою особливістю обернених задач, які виникають при обробці експериментальних даних, є та, що отримана інформація є наближеною. У зв'язку з цим питання, пов'язані з існуванням і єдиністю рішення цих задач, а також неперервною залежністю розв'язку від вхідних даних обернених задач, вимагають додаткового аналізу. Цей аналіз проводиться в рамках заданої математичної моделі – операторного рівняння $Az = u$, де клас елементів $z \in Z$ повинен містити характеристику \bar{z} реального об'єкту або процесу, а клас U , якому належить права частина u , визначається типом експериментальної інформації. При цьому допускається, що в класі існує елемент $\bar{u} = A\bar{z}$, який намагаються визначити в ході експерименту

Базиси тейлорівського типу можна застосувати до визначення локальної стійкості механічних конструкцій. Запропоновані теоретичні основи побудови повних систем базисних елементів тейлорівського типу з щільним спектром похідних цілих додатних, від'ємних та дробових порядків дозволяють досліджувати якісну поведінку розв'язків диференціальних та інтегральних рівнянь (прямих та обернених задач), обробляти експериментальні дані, ідентифікувати системи, уточнювати математичні моделі об'єктів та процесів, оптимізувати конструкторські проекти з заданими характеристиками, здійснювати прогноз природних явищ.

Методи теорії катастроф дозволяють визначати чутливість критичного, або руйнівного, навантаження, як до динамічного впливу, так і до недосконалості конструкцій (або моделі з дефектами). Алгоритми, які при цьому використовують, дають можливість проводити

діагностику впливу дефектів, недосконалості конструкції (старіння матеріалу тощо) на руйнування.

Для прикладу розглянемо сталь мартенситного класу, з якої шляхом механічної і термічної обробки отримують пустотілі вали для авіаційної техніки. Обидві поверхні валу зміцнюються поверхневим пластичним деформуванням – алмазним вигладжуванням. У поперечному перерізі стінки таких валів можна розглядати як системи з трьома і більше шарами. Розв'яжемо обернену задачу отримання вхідних показників фізико-механічних характеристик матеріалу, з якого виготовляють вали, при заданих експлуатаційних показниках.

Для отримання розрахунку декременту коливань шаруватого стержня при рішенні прямої задачі необхідно задати модулі пружності і декременти матеріалу шарів, конструктивні розміри і форми коливань. При рішенні оберненої задачі задаємо вихідні параметри механічних характеристик, які необхідні при експлуатації. Форми коливань приймаються такі, як для однорідних стержнів. Умови закріплення однакові. Використання теоретичної моделі дозволяє визначити оптимальні характеристики вхідних параметрів матеріалу стержня і, відповідно, вибрати режими механіко-термічних обробок.

Проведемо за допомогою математичної моделі розрахунки декременту вільних затухаючих коливань шаруватої системи при заданому модулі пружності матеріалу. Результати розрахунку проводяться для різних модулів пружності зміцнених шарів. Встановлено, що збільшення модуля пружності поверхневого шару зменшує логарифмічний декремент затухаючих коливань консольного стержня. При цьому час повного загасання і частота коливань збільшуються.

Змінюючи режими поверхневого пластичного деформування, можна отримувати різну величину зміцнення, яка забезпечить необхідне значення логарифмічного декременту і вид графіка затухаючих коливань.

Отже, для стержня з однорідного матеріалу але різними механічними характеристиками у поперечному розмірі, запропоновано розрахунок розсіювання механічної енергії. Рішення такої прямої задачі дало змогу розв'язати обернену задачу – за заданими необхідними експлуатаційними характеристиками визначити технологічні режими і початкові фізико-механічні параметри матеріалу, з якого виготовляється готова деталь.

Використання обернених задач дозволяє, задаючи необхідні параметри розсіювання механічної енергії матеріалом, визначити його вхідні фізико-механічні властивості, вносячи, при необхідності, зміни в режими технологічного циклу виготовлення деталі, оптимізуючи параметри заданих характеристик.

Рішення обернених задач необхідно проводити в рамках математичної моделі досліджуваного об'єкту. При цьому визначають або коефіцієнти диференціальних рівнянь, або області, де діють оператори, або задані початкові умови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mozgovoy A.V. Methods of constructing basis in solving inverse problems / A.V. Mozgovoy, V.S. Abramchuk, I.V. Abramchuk // Functional Materials. – 2014. – 21. – No.4. – P. 410 – 415.

Мозговий Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики, доцент, кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, mavimfto@gmail.com

USE OF INVERSE PROBLEMS IN THE STUDY OF MECHANICAL ENERGY DISSIPATION

Abstract

The use of inverse problems allows the calculation of the scattering of mechanical energy by the required performance characteristics of the material and the determination of its initial physical and mechanical parameters.

Keywords: inverse problems, scattering of mechanical energy.

Mozghoyi Oleksandr Vasyliovych, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics, Associate Professor, Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Astronomy, Vinnytsia Mykhailo Kotsyubynskiy State Pedagogical University, Vinnytsia, mavimfto@gmail.com