**Савченко Олена Віталіївна. Пасивне демпфірування коливань композитних конструкцій: дис... канд. техн. наук: 05.02.09 / Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т". - К., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Савченко О.В. Пасивне демпфірування коливань композитних конструкцій. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.09 – Динаміка та міцність машин. – Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, Київ, 2004.  Розроблено комплексну методику розрахунку вільних і вимушених коливань композитних конструкцій із елементами демпфіруючих в'язкопружних матеріалів, яка базується на скінченно-елементному моделюванні у просторі перетворень Фур'є. Запропоновано математичні моделі коливань композитних конструкцій для аналізу пасивного демпфірування і методи аналізу вільних і вимушених коливань при дії навантаження з довільним спектральним складом.  Показано, що використання в'язкопружних демпфіруючих матеріалів є перспективним і ефективним шляхом створення задач проектування оптимальних з точки зору максимального розсіяння енергії композитних конструкцій. | |
| |  | | --- | | У дисертації одержано такі основні наукові та практичні результати:  1. Запропоновано універсальну методику аналізу коливань елементів композитних конструкцій із демпфіруванням в'язкопружними матеріалами, яка полягає у реалізації методу скінченних елементів у просторі інтегральних перетворень Фур'є. Інтегро-диференціальні рівняння коливань у часовому просторі при цьому переходять у комплексні алгебраїчні рівняння відносно зображень узагальнених переміщень. Для описання неідеально-пружних властивостей в'язкопружних матеріалів використовуються фізичні залежності, записані у просторі перетворень Фур'є. Компоненти матриці комплексних модулів є функціями частоти коливань.  Скінченно-елементне моделювання у просторі перетворень Фур'є є єдиним коректним способом застосування комплексних частотно-залежних модулів, і це принципово відрізняє цей метод від методів, що використовують комплексні модулі у часовому просторі.  У зв'язку з частотною залежністю розсіяння енергії проблема власних значень виявляється нелінійною. Для визначення власних векторів і чисел матриці динамічної жорсткості пропонується ітераційний метод, який на кожному кроці ітерацій використовує власні вектори і числа, знайдені для лінійної задачі.  2. Побудовано математичні моделі композитних конструкцій із пасивним демпфіруванням і тонкостінних конструкцій із композиційних в'язкопружних матеріалів, які дозволили провести аналіз вільних і вимушених коливань конструкцій і сформулювати задачі оптимізації за критеріями максимального демпфірування і мінімуму амплітуд коливань. Одержано матриці динамічної жорсткості для характерних скінченних елементів: плоского чотирикутного з шістьма вузлами, тришарового стержня із середнім шаром, що працює на зсув із розтягом-стиском, п’ятишарового стержня з демпфіруючими шарами, які працюють на зсув, тришарового стержня для моделювання елементів ферми, елемента пластини з композиційного матеріалу.  3. Розроблено методику розрахунку нестаціонарних коливань конструкцій із в'язкопружним демпфіруванням, зокрема коливань від імпульсних навантажень, яка базується на рівняннях коливань скінченно-елементних моделей конструкцій, записаних у просторі інтегральних перетворень Фур'є, і методі швидкого перетворення Фур'є для переходу із простору зображень до часового простору.  Методика дозволяє провести аналіз коливань для навантажень із довільним спектральним складом, урахувати залежності характеристики матеріалів від частоти коливань, використати скінченно-елементне моделювання конструкцій.  4. Запропоновано новий метод розрахунку нестаціонарних коливань конструкцій із в'язкопружним частотно-залежним розсіянням енергії, працюючих при кінематичних збудженнях. Перевагами методу є можливість урахування деформаційних та інерційних сил, що важливо для статично-невизначуваних конструкцій, в яких переміщення опор приводять до появи внутрішніх сил. Метод може ефективно використовуватись для визначення реакцій споруд на кінематичне збудження різної природи.  5. Одержано результати аналізу розсіяння енергії і власних частот характерних конструкцій із пасивним демпфіруванням, зокрема конструкцій із демпфіруючими прошарками, три- і п’ятишарових стержнів, пластин і оболонок із композиційних, армованих волокнами матеріалів на полімерній основі. Одержані результати дозволяють прослідкувати залежності частот і показників демпфірування від конструктивних параметрів конструкцій, демонструють запропоновану методику аналізу, а також вказують напрямок подальшого узагальнення на більш складні конструкції.  6. Розглянуто приклади розрахунку стержневих конструкцій на дію силових і кінематичних навантажень, які підтверджують можливість використання запропонованих методів розрахунку у загальному випадку композитних конструкцій із пасивним демпфіруванням.  Проведено порівняння результатів розрахунку декрементів і частот коливань із результатами експерименту і розрахунків інших авторів, яке свідчить про дієвість запропонованих моделей і методів.  7. Запропоновано методику оптимального проектування композитних конструкцій із максимальним демпфіруванням, яка базується на методах теорії нелінійного програмування. При визначенні параметрів, що забезпечують максимум демпфірування на заданій формі коливань, цільовою функцією приймається декремент коливань. Розглянуто задачі оптимізації багатошарових стержнів із демпфіруючими шарами, пластин і оболонок із композиційних матеріалів.  Для мінімізації амплітуд коливань у заданому діапазоні частот пропонується метод, який використовує амплітудно-частотні характеристики конструкції. Метод дозволяє одержати параметри проекту, які мінімізують амплітуди коливань у вибраному діапазоні частот. | |