**Данішевський Владислав Валентинович. Асимптотичні розв’язки задач мікромеханіки композитних матеріалів : Дис... д-ра наук: 05.23.17 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Данішевський В.В. Асимптотичні розв’язки задач мікромеханіки композитних матеріалів. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – Будівельна механіка. – Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпропетровськ, 2008.  Розвинуто асимптотичні методи розрахунку композитних матеріалів з урахуванням мікромеханічні ефектів. Визначено ефективні коефіцієнти провідності, модулі пружності та в’язкопружні характеристики. Знайдено розподіли фізичних полів на мікрорівні. Запропоновано асимптотичну модель неідеального контакту між компонентами. Розв’язано задачу про пластичну течію біметалевих композитів крізь конічні волоки. Досліджено поширення хвиль в шаруватих та волокнистих композитах. Визначено дисперсійні співвідношення, обчислено коефіцієнти згасання, ідентифіковано частотні зони пропускання та замикання. Досліджено крайові ефекти, що виникають поблизу зовнішньої границі композитів при передачі навантаження від волокон до матриці. Одержані результати можуть використовуватись в інженерній практиці при проектуванні композитних матеріалів та конструкцій. | |
| |  | | --- | | 1. В дисертаційній роботі розвинуто асимптотичні методи розрахунку композитних матеріалів, які дозволяють враховувати мікромеханічні ефекти та одержувати результати, придатні за будь-яких значень об’ємних часток та фізичних характеристик компонентів (включаючи випадки сильних осциляцій полів на мікрорівні). Асимптотичний аналіз дає можливість дослідити якісну природу задачі, оцінити ступінь впливу тих чи інших параметрів, знайти наближені аналітичні розв’язки, впорядкувати чисельні результати і надати їм вірне трактування.  2. Застосування двомасштабного асимптотичного методу осереднення дозволяє розділити „глобальні” і „локальні” складові розв’язку та перейти від вихідної крайової задачі в багатозв’язній області до рекурентної послідовності крайових задач на комірці. Розв’язки задач на комірці одержано за допомогою методу збурення форми границі, сингулярних асимптотичних розкладів, апроксимацій Паде. Ефективні характеристики композиту обчислюються шляхом осереднення локальних полів по області комірки періодичності.  3. Одержано нові наближені розв’язки для ефективних коефіцієнтів провідності та модулів пружності волокнистих та зернистих композитів регулярної структури. Знайдено розподіли фізичних полів на мікрорівні, визначено зони максимальних концентрацій потоків та напружень, небезпечні з точки зору мікроскопічного руйнування композитів.  4. Розроблено нову асимптотичну модель міжкомпонентної границі. Досліджено мікромеханічних вплив тонких покриттів, розташованих між матрицею і включеннями, на ефективні характеристики композитів та на локальні напруження на границі розділу компонентів. Знайдено розв’язки для граничних випадків м’яких (низькопровідних) та жорстких (високопровідних) покриттів. За допомогою розробленої моделі описано ефект неідеального контакту.  5. Запропоновано нові уточнені оцінки для ефективних характеристик композитів нерегулярної структури, в яких періодичне розташування включень зазнало випадкового збурення. Нижні оцінки одержано на основі розв’язків для відповідних регулярних структур. Верхні оцінки знайдено за допомогою методу безпечних сфер. У випадку високої жорсткості (провідності) волокон запропоновані оцінки виявляться значно точнішими відомої варіаційної вилки Хашина–Штрікмана.  6. Розглянуто задачі про кластерну провідність волокнистих та зернистих композитів. За допомогою методу асимптотично еквівалентних функцій одержано наближені формули, які описують ефективну провідність композитів типу „провідник–діелектрик” за будь-яких значень об’ємних часток компонентів.  7. Для визначення в’язкопружних характеристик композитних матеріалів застосовано метод інтегральних перетворень Лапласа. Досліджено властивості шаруватих та волокнистих композитів, що містять в’язкопружні компоненти на полімерній основі. Обчислено ефективні функції повзучості, визначено співвідношення довготривалих і миттєвих деформацій. Розглянуто задачу про поширення хвиль у в’язкопружньому композитному матеріалі. Визначено залежності фазової швидкості та коефіцієнту згасання від частоти сигналу.  8. Знайдено новий асимптотичний розв’язок задачі про пластичну течію біметалевих композитів крізь конічні волоки. Для цього використано метод асимптотичних розкладів за степенями сферичної координати з наступним покращенням збіжності за допомогою апроксимацій Паде. Обчислено осередненні напруження волочіння, запропоновано формулу для інтенсивності пластичних деформацій на виході з волока. Одержані результати дають можливість прогнозувати, як взаємодія між компонентами ще на стадії виготовлення композитного матеріалу впливає на його майбутні характеристики. Знайдено напруження та швидкості деформацій в зоні течії. Аналіз напружень на границі розділу компонентів дозволив визначити, за яких значень вихідних параметрів реалізується радіальний режим течії, а також ідентифікувати можливі схеми його порушення (вичавлювання волокна, зрізання матриці).  9. Розвинуто асимптотичний метод осереднення вищого порядку, який дозволяє виявити дисперсійний характер поширення хвиль в неоднорідних матеріалах та знайти наближені аналітичні розв’язки, придатні для довгих хвиль. Розв’язки для коротких хвиль одержано на основі методу Флоке–Блоха. Досліджено поширення пружних хвиль в шаруватих та волокнистих композитах. Визначено дисперсійні співвідношення, обчислено коефіцієнти згасання, ідентифіковано частотні зони пропускання та замикання. Знайдено новий асимптотичний розв’язок для акустичної гілки спектру висококонтрастних волокнистих композитів (випадок високої жорсткості та великої об’ємної частки волокон). Одержані результати можуть використовуватись для розробки методів неруйнівного контролю неоднорідних матеріалів та конструкцій, а також для конструювання віброізолюючих покриттів, акустичних фільтрів, ультразвукових приймачів і передавачів, мікрохвильових приладів, що працюють на базі компонентів з композитних матеріалів.  10. Досліджено крайові ефекти, що виникають поблизу зовнішньої границі волокнистих композитів. Одержано новий аналітичний розв’язок задачі про передачу навантаження від волокон до матриці. Для цього використано метод інтегральних перетворень Фур’є. Враховано спільний вплив ефекту взаємодії сусідніх включень та ефекту неідеального контакту між компонентами. Наведено чисельні результати для дотичних напружень на границі „матриця–волокно” та для поздовжніх напружень у волокні. Аналіз одержаного розв’язку свідчить, що довжина зони крайового ефекту невелика і знаходиться в межах одного–двох характерних розмірів внутрішньої структури композиту. Але саме тут виникають найбільші локальні напруження, які можуть спричиняти розвиток дислокацій та тріщин на мікрорівні. Послаблення зв’язку між компонентами дозволяє знизити напруження на границі розділу та забезпечує більш рівномірний перерозподіл навантаження.  11. Одержані розв’язки ґрунтуються на загальноприйнятих теоретичних положеннях і добре погоджуються з експериментальними, чисельними та аналітичними даними інших авторів, а також з точними розв’язками модельних задач. Це дозволяє зробити висновок про достовірність результатів дисертаційної роботи.  12. Розвинуті в дисертації методи розрахунку відзначаються ефективністю і простотою. Вони можуть використовуватись в інженерній практиці для обчислення ефективних характеристик неоднорідних матеріалів та конструкцій, визначення мікроскопічних критеріїв міцності, розробки нових конструкційних матеріалів з наперед заданими властивостями. | |