

СУБСТРУКТУРНЕ ЗМІЦНЕННЯ ГІБРИДНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ БОРАЛЮМІНІЮ

Вінницький національний технічний університет. Кафедра загальної фізики

Анотація

Встановлено можливості забезпечення високоміцного стану композиційних матеріалів на основі алюмінію та його сплавів, армованих волокнами бору, шляхом формування в матриці субструктури та її стабілізації домішковими атомами, комплексами таких атомів і дисперсними фазами. Запропоновано оптимальні режими їх термоциклювання в напруженому стані, що зумовлюють формування в матриці композитів субструктури.

Ключові слова: субструктурне зміцнення, волокнисті композиційні матеріал, внутрішнє тертя, дислокації, термоциклювання.

Abstract The possibilities are revealed to ensure the high-strength state of composite materials based on aluminium and its alloys armoured with boron fibres by forming substructure in a matrix and its stabilizing with impurity atoms, complexes of such atoms, and disperse phases. Optimal modes of thermocycling in a stressed state are proposed that provide the formation of substructure

Key words: sub - structural reinforcement, composite materials, internal friction, dislocations, thermocycling.

Вступ

Серед композитів особливе місце посідають упорядковано-армовані матеріали з матричною структурою. Найперспективнішими комбінованими методами зміцнення матеріалів є армування високоміцними волокнами субструктурнозміцненої матриці та комбіноване використання ефектів зміцнення шляхом виділення дисперсних фаз в армованій матриці із сформованою в ній термічно стабільною субструктурою. На користь і доцільність формування субструктури в алюмінієвій матриці волокнистих композиційних матеріалів (ВКМ) з однонаправленими волокнами свідчить різка анізотропія їх міцнісних властивостей. Такий композиційний матеріал максимально міцний уздовж волокон. У поперечному напрямі міцність матеріалу за доброго зв'язку між волокном і матрицею визначають міцністю матриці ВКМ. Механічна спектроскопія дозволяє отримати дані про зміну дислокаційної структури та інших дефектів, що зумовлюють виникнення дефектних структур і зміцнення матеріалів.

Результати дослідження

У роботі досліджено вплив термоциклічних обробок на структурні зміни гібридного композиційного матеріалу на основі боралюмінію, який додатково армований тонкими сталевими сітками трикотаажної структури. Завдяки такій структурі вдається підвищити рівень тріщиностійкості й міцність під час циклічних навантажень. Саме цьому значною мірою сприяє спеціальне конструювання макроструктури матеріалу, під час якого шляхом регулювання послідовності чергування армуючих шарів, об'ємному вмісту волокон, товщини матричних прошарків створюється структура, у якій під навантаженням реалізуються як мікропластичні деформації, так і конструкційне внутрішнє тертя (ВТ). В експериментах використовували механічну спектроскопію, яка ґрунтується на здатності твердих тіл розсіювати енергію механічних коливань унаслідок внутрішнього тертя. Внутрішнє тертя передбачає дослідження температурних і амплітудних залежностей внутрішнього тертя (ВТ), які дозволяють розраховувати найбільш характерні параметри структурних перетворень, а відтак і висловити найімовірніші припущення про фізичну природу, механізми й кінетику процесів, що лежать в основі цих перетворень. Використовували зразки прямокутного перерізу, вирізані електроіскровим методом із листа композиційного матеріалу вздовж волокон. Дослідження температурної залежності внутрішнього тертя (ТЗВТ) проводили на оберненому крутильному маятнику за частоти коливань 1 Гц.

Висновки

Сформована субструктура в матриці ВКМ підвищує їх жароміцнісні властивості, які підтверджуються зменшенням високотемпературного фону внутрішнього тертя й підвищенням мікротвердості. У матриці гібридних композиційних матеріалів формування субструктури відбувається за нижчих температур термоциклювання (300 °С - 20 °С). Субструктурні ефекти краще проявляються на кривих охолодження.

Криві нагрівання – охолодження утворюють гістерезис, площа якого під час перших термоциклів зменшується в тричі, а потім її величина зростає, досягаючи насичення після 11-12 термоциклів, що вказує на зміцнення матеріалу. В алюмінієвій матриці потрійного композиту в окремих випадках субструктура формується вже в процесі їх виготовлення.

Запропоновані оптимальні режими термоциклювання, що обумовлюють формування в компонентах субструктури за механізмами полігонізації та коміркової фрагментації, а відтак істотно підвищують їх жароміцні властивості.

У зв'язку з різними коефіцієнтами термічного розширення матеріалів волокна і матриці в зразках композитів виникають значні термічні напруги, які при підвищених температурах викликають пластичну течію матриці, що обумовлює релаксацію напружень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лисий М. В. Вплив термоциклічної обробки на субструктурне зміцнення композиційних матеріалів з алюмінієвою матрицею./Лисий М.В., Білюк А.І., Слободяник А.Д.//Проблеми трибології,1.2017 -С.63-67.
2. Лисий М. В. Субструктурне зміцнення волокнистих композиційних матеріалів /М. В. Лисий,П. М. Зузяк, Ю. О.Чернуха, В. М. Сайчук // Металлофізика и новейшие технологии, 2003 – №3. – С.279 – 285.
3. Лисий М.В. Формування зміцнюючої субструктури в композиційних матеріалах на основі алюмінію / М.В. Лисий, О.В. Мозговий, А.І. Білюк // Вісник ВПІ-ВНТУ. – 2012. – № 3. – С. 148 - 153.

Лисий Михайло Вікторович. – доцент кафедри фізики, кандидат фізико-математичних наук, ВНТУ,
E - mail: m.lysyi64@gmail.com.