

Поведінка волокнистих композиційних матеріалів на основі алюмінію під впливом циклічних динамічних навантажень

¹Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Методом механічної спектроскопії було досліджено стан дефектної структури волокнистого композиційного матеріалу алюміній-бор (АМг6-В, АД1-В). Аналіз наявності ступеня утворення субструктури досліджувався шляхом вимірювання температурної і амплітудної залежності внутрішнього тертя.

Ключові слова: композиційні матеріали, внутрішнє тертя, дислокації, термоцикування, волокна бору.

Abstract

The method of mechanical spectroscopy is to diagnose the condition of the defected structure of fibrous composite materials of aluminum-boron (AMg6-B, AD1-B). Analysis of the presence and degree of perfection of the existing substructure was carried out measuring the temperature and amplitude dependence of internal friction.

Key words: composite materials, internal friction, dislocations, thermocycling, boron fibers.

Вступ

Розширення області використання волокнистих композиційних матеріалів (ВКМ) висуває високі вимоги до методів контролю і дослідження їх властивостей, так як можливість підвищити їх статичну міцність в поперечному, відносно армуючих волокон, напрямі і циклічну міцність вздовж волокон лімітується головним чином властивостями матриці. В роботі як метод впливу на структурні зміни в матеріали використано циклічні динамічні навантаження і як інформативний – динамічний метод неруйнівного контролю, метод внутрішнього тертя [1].

Результати досліджень

Циклічні динамічні навантаження полягають у циклічних деформаціях матеріалу із збільшенням кожного разу амплітуди деформації до певного її максимального значення (один цикл).

Амплітудні залежності внутрішнього тертя (АЗВТ) і дефект модуля (квадрат частоти) ВКМ АМг6-В, АД1-В в процесі циклічних динамічних навантажень вимірювались на релаксаторі типу оберненого крутильного маятника. Зразки вирізали електроіскровим методом із листа ВКМ, виготовленого дифузійним спіканням під тиском шарів фольги алюмінію і одно направлених волокон бору. Об'ємний вміст волокон 45%, $f=0,5-2$ Гц, $\gamma=1...170 \cdot 10^{-5}$.

Армування алюмінію борними волокнами значно змінює його поведінку в процесі циклічної зміни динамічних навантажень. При невеликих амплітудах деформації ($\gamma=2 \cdot 10^{-4}$) величина фону внутрішнього тертя ВКМ АД1-В починає зростати після двох циклів, а для АМг6-В вона збільшилась приблизно в 1,5 рази після першого циклу і, трохи зменшившись, далі не змінювалась.

Зміна тангенса кута нахилу ($\text{tg } \alpha$) амплітуднозалежної кривої внутрішнього тертя для системи АМг6-В має вигляд. На початку циклювання величина $\text{tg } \alpha$ найбільша. Потім, в процесі циклічної заміни динамічних навантажень $\text{tg } \alpha$ поступово зменшується. Після 5 циклів величина його падає майже на 50%. При цьому модуль зсуву зростає на 20-30% при малих амплітудах деформації і підвищується на 40% після амплітуд $\gamma=12 \cdot 10^{-4}$.

Зменшення тангенса кута нахилу АЗВТ, а також збільшення модуля зсуву критичних амплітуд деформації свідчить про зміцнення матеріалу за рахунок перерозподілу дислокацій в процесі динамічного циклювання. У армованих системах матричний матеріал знаходиться в полі значних

залишкових напруг внаслідок наявності армуючих волокон . Тому на початку циклювання дислокації вакансії набувають деякої рухливості і при цьому значення кута нахилу АЗВТ зростає. Наступне циклювання призводить до генерації нових дислокацій і їх закріплення, що викликає зміцнення досліджуваного матеріалу.

Циклічні динамічні навантаження по різному впливають на величину демпфуючих властивостей досліджуваних матеріалів. Введення борних волокон в сплав викликало підвищення демпфуючих властивостей ВКМ приблизно в 5 разів . Збільшення кількості циклів показало що при $\gamma=6 \cdot 10^{-4}$ циклювання не впливає на демпфуючі властивості композиційного матеріалу. При менших значеннях амплітуди деформації третій цикл викликає зменшення, а при більших – зростання величини демпфуючих властивостей АМг6-В. Наступний цикл, навпаки, призвів до збільшення при амплітудах деформацій менших $6 \cdot 10^{-4}$, а при більших $6 \cdot 10^{-4}$ – до зменшення і наступної стабілізації величини затухання коливань.

Для системи АД1-В при різних значеннях амплітуд деформації і в залежності від кількості циклів динамічних навантажень демпфуючі властивості змінювались мало. Це пояснюється великим вмістом домішок у сплаві алюмінію АМг6 порівняно з АД1. Вони служать «стопорами» для дислокацій і при різних значеннях амплітуд деформацій в полі залишкових напруг по різному впливають на механізми релаксації механічних коливань у досліджуваних матеріалах. Зміна величини модуля зсуву корелює із приведеними даними.

Висновки

Отримані результати досліджень підтверджують перспективність проведення циклічних динамічних навантажень ВКМ з метою зміцнення матеріалу, а також стабілізації і прогнозування поведінки їх демпфуючих властивостей при різних амплітудах деформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М.С. Блантер и Ю.В. Пигузов. Метод внутреннего трения в металловедческих исследованиях. Справочник. // Под редакцией М.С. Блантера и Ю.В. Пигузова – М.: Металлургия .-1991.-248с.

Лисий Михайло Вікторович – канд. фізико-матиматичних наук, доцент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: m.lysyi@bigmir.net

Lysyi Mykhailo – Cand. Sc. (Physic-Mathematics), Assistant Profesor of Departament of Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsa, e-mail: m.lysyi@bigmir.net