

Визначення втомних змін експлуатаційних характеристик покриттів

Запропоновано спосіб визначення втомних змін експлуатаційних характеристик покриттів. Який полягає в тому, що вибрана ділянка розбивається на чарунки, проводиться їх мультифрактальний аналіз, вираховуються показники спектру фрактальної розмірності і дисперсії реєстрованого спектру

Вступ. Конструюючи композиційні матеріали на основі тугоплавких з'єднань з металевим зв'язуванням одним з основних критеріїв є вибір компонентів. Основні вимоги до вибору компонентів зводяться до наступного [1]:

1. Зносостійка фаза повинна мати хімічну стабільність, що оцінюється за допомогою рівноважної термодинаміки.
2. Відмінне змочування між тугоплавкою й металевою фазами при відсутності активної хімічної взаємодії з утворенням нових з'єднань.
3. Термомеханічна сумісність, що передбачає близькі коефіцієнти термічного розширення.

Основний текст. Вказані вище пункти можуть бути реалізовані при створенні керметів на основі індивідуальних тугоплавких з'єднань (карбідів і нітридів), для яких має місце кореляція між термодинамічними характеристиками й інтенсивністю взаємодії з металевим зв'язуванням. Однак, цей критерій не виправдовується при зіставленні інтенсивності взаємодії різних класів тугоплавких матеріалів (карбід, нітрид, борід) з одним і тим же металевим розплавом, наприклад, у системах TiC – Fe, TiN – Fe; TiN – Ni, TiC – Ni. Відомо, що ці тугоплавкі з'єднання (TiC, TiN) мають близькі термодинамічні характеристики, але зовсім різний характер взаємодії. Тому при використанні складних тугоплавких з'єднань (типу TiCN, TiCrC, TiB₂ – TiC, SiC – Al₂O₃) перший критерій не прийнятний.

Також, необхідно враховувати можливість активної взаємодії карбіду й нітриду титану з перехідними металами й сплавами у зв'язку з наявністю широкої зони гомогенності, що приводить до зміни їхнього з'єднання й характеру взаємодії. При використанні карбонітриду титану цей ефект відсутній через те, що TiCN має комплекtnу решітку.

Новація має відношення до галузі випробувань, а саме способів виявлення втомних змін експлуатаційних характеристик покриттів [2].

Щонайбільше наближеним технічним рішенням, взятим за прототип, є спосіб мультифрактального аналізу структур, який ґрунтується на генерації тим чи іншим засобом міри при розбитті структури поверхневого покриття на чарунки. Простір, який займає поверхнева композиція називають носієм міри. Мультифрактальний підхід представляє фрактальну міру, яка взаємопов'язана фрактальними множинами, які змінюються по степеневому закону з різними

показниками. Це означає, що множина є структурно-однорідною і має підмножини з різною фрактальною розмірністю. Щоб описати мультифрактальні структури використовується ряд показників до яких, в тому числі, відносяться як основні спектр фрактальної розмірності і дисперсія реєстрованого спектра.

Вадою знаного засобу є його невисока точність, так як оцінка характеристик поверхневої структури описується загальними показниками і відсутністю чисельних значень однорідності її стану.

Підґрунтям винаходу є проблема підвищення інформативності способу шляхом визначення втомних змін характеристик поверхневого шару покриттів, а також покращення достовірності визначення параметрів як міцнісних характеристик, які визначаються однорідністю матеріалу.

В даному випадку під час вибору зносостійкої фази складних з'єднань, що визначають не величини стандартних термодинамічних характеристик цих фаз, а термодинамічну стабільність стосовно металевих розплавів, що забезпечує сталість з'єднання, а, отже, і властивостей композиційного матеріалу.

На підставі комплексного дослідження фізико - хімічних процесів на межі поділу «зносостійка складова - металеве зв'язування» сформульовані наступні принципи створення композиційних матеріалів на основі тугоплавких з'єднань титану й кремнію:

1. Зносостійка складова повинна мати високу термодинамічну стабільність стосовно металевого зв'язування, що визначається збереженням фазового з'єднання (утворенням обмежених твердих розчинів), а, отже, і її властивостей у композиційному матеріалі.
2. Металеве зв'язування повинно бути багатокомпонентним, складатися з міжфазно - активних металів, що утворюють між собою тверді розчини в широкій межі концентрацій, і що приводить до зниження їхньої хімічної активності (при високому адгезійному зв'язку з тугоплавою складовою), тим самим забезпечуючи зниження інтенсивності взаємодії із зносостійкою складовою композиційного матеріалу.

Новим у пропонованих критеріях є вибір металевого зв'язування. Сенс зводиться до того, що металеве зв'язування повинно бути багатокомпонентним і складатися з міжфазно - активних металів, що сформулюють між собою тверді розчини в широкій області концентрацій, що знижує їхню хімічну активність (при високому адгезійному зв'язку з тугоплавою складовою), і, тим самим, зменшує інтенсивність взаємодії із зносостійкою складовою, перешкоджаючи утворенню нових хімічних сполук.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що в процесі оцінки зміни технологічних характеристик поверхневого шару, визначають коефіцієнт однорідності властивостей покриття по зміні значень якого роблять висновки, щодо втомних змін експлуатаційних властивостей покриття (наприклад зносостійкість, пластичність, витривалість та ін.).

Під час визначення коефіцієнта однорідності використовують метод мультифрактального аналізу заданої ділянки поверхневого шару. При цьому реєструють спектр відображеного від поверхні світлового проміння, який є носієм інформації структурних змін в покритті пов'язаних з експлуатаційними навантаженнями, що приводять до його пошкодження.

Реалізація способу включає наступні етапи:

- на еталонному зразку який має найкращі показники по відповідним параметрам, що забезпечуються оптимальними технологічними режимами, визначають еталонне значення дисперсії D_{ET} спектра фрактальної розмірності;
- на вибраній ділянці покриття після циклічного експлуатаційного навантаження, визначають комплекс значень дисперсій D_1, D_2, \dots, D_m ;
- для визначення експлуатаційних характеристик вводять коефіцієнт K однорідності властивостей покриття, який визначається як відношення дисперсії D_{ET} зразку до D_1 обраної ділянки:

$$K_1 = D_{ET}/D_1$$

Далі будують графік залежності зміни коефіцієнта K від кількості циклів m . Користуючись кривою залежності, роблять висновок про зміну експлуатаційних характеристик покриття і ступенів експлуатаційного пошкодження, в залежності від значення коефіцієнта K . Так , якщо значення коефіцієнта $K < 1$, то ділянка покриття має більшу неоднорідність властивостей, а значить менший показник опору втомленості. Чим ближче K до 0, тим більша різниця у властивостях між еталонним зразком і вибраною ділянкою. При $K \geq 1$ покриття має високу ступінь однорідності і експлуатаційні властивості близькі до оптимальних.

Висновок. Таким чином, використання даного способу дозволить виявити не тільки зміни, пов'язані з втомлюваністю поверхневих шарів матеріалів, а й чисельно їх характеризувати запропонованим критерієм однорідності.

Список літератури

1. Вибір складу підшару для термобар'єрних покриттів тепло навантажених деталей авіаційної наземної техніки. М.Ф. Дмитриченко, Л.Б. Приймак, А.Г. Довгаль, О.М. Білякович, А.М. Савчук, Ю.О. Туриця // Проблеми трибології. Том 85. - № 3. – 2017. – с. 69-69.
2. О.А. Тамаргазін, О.В. Кулініч, А.Г. Довгаль, В.В. Варюхно Спосіб визначення втомних змін експлуатаційних характеристик покриттів. ПАТЕНТ на корисну модель № 100758,2015