

ФРЕТИНГ І ФРЕТИНГ-ВТОМА КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ДЕТАЛЕЙ

Лакосіна А.О., студентка,

Журавель Д.П., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Проблема фретинг-втоми виникає в мало-рухомих з'єднаннях трибоспряжень. Інтенсивність зношування зростає при роботі деталей в агресивних середовищах. В даному випадку ушкодження сполучених поверхонь відбувається внаслідок зношування в умовах фретинг-корозії. На поверхнях контактуючих деталей захисні оксидні плівки руйнуються, оголюється чистий метал. Відбувається відділення частинок металу (як при фретингу), які потім окислюються. Тому продуктами зношування при фретинг-корозії, як правило, є оксиди. Оксиди спричиняють абразивну дію, яка залежить від твердості оксидів і розмірів їх часток в продуктах зношування.

Основні матеріали дослідження. Найрізноманітніші машини, механізми в своєму складі мають нерухомі сполучення. Такі сполучення є в конструкціях залізничного складу, автомобілів, авіаційної техніки, вузлах і деталях різних верстатів, будівельних машин та інших областей техніки. Незважаючи на те, що відносно переміщення деталей нерухомих сполучень в процесі експлуатації не передбачається, воно може виникати під впливом вібрацій, періодичного вигину або скручування сполучених деталей.

Результатом цього є руйнування контактуючих поверхонь. Мала величина амплітуди переміщення створює унікальні, у порівнянні з іншими видами зношування, умови тертя і називається фретинг-корозією. Як наслідок змінюється шорсткість поверхні, утворюються поверхневі мікротріщини.

Фретинг-корозія - корозійне руйнування на межі поділу двох тіл, що контактують один з одним. Найчастіше ковзання має коливальний характер, а об'єкти відчувають додаткове досить велике навантаження.

Найважливішими параметрами, що визначають інтенсивність процесу фретинг-корозії є [1-3]:

- амплітуда відносних переміщень, A_p ;
- величина тиску в зоні контакту, P ;
- частота коливань при відносних переміщеннях, n ;
- число циклів навантаження N ;
- природа матеріалів;
- навколишнє середовище.

На рис.1 показано приклади характерних ознак утворення втомних тріщин і пошкоджень.

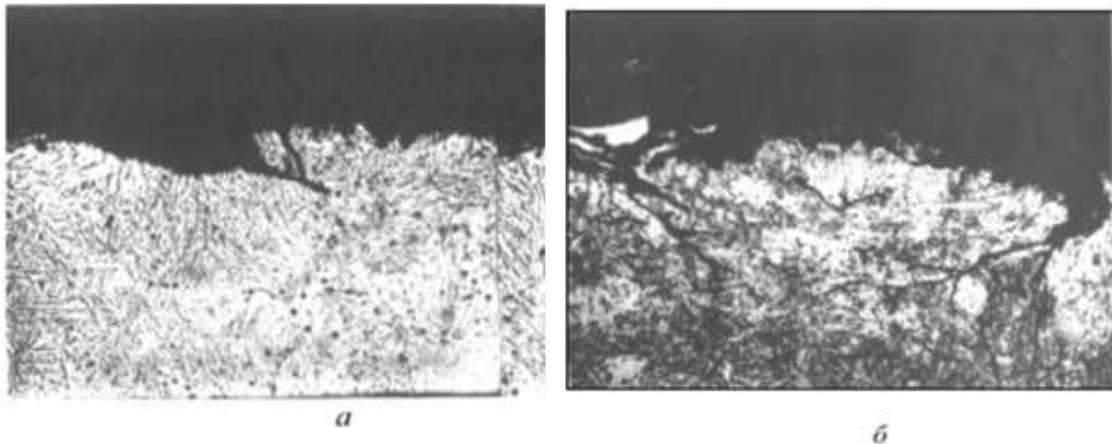


Рис. 1. Приклади утворення втомних тріщин і пошкоджень

З ростом амплітуди напруг довговічність деталі при випробуваннях на фретинг- втому може збільшуватися, а крива втоми при цьому приймає С-подібний вигляд, тобто залежність числа циклів навантаження і ступінь зниження межі витривалості не виражається монотонною функцією. Для процесу фретингу типове чергування максимумів і мінімумів пошкодження матеріалу [4-6]. Фретинг-корозія спостерігається при контакті металів і при контакті металів з неметалами. Найбільш важкі наслідки цього процесу - фретинг-втома, тобто втомні руйнування деталей, пошкоджених фретинг-корозією. Межа витривалості, з'єднання при цьому може знижуватися в 1,5 ... 5 разів. Під впливом навколишнього корозійного середовища на поверхні металу утворюється оксидна плівка (продукти корозії). При терті ця плівка механічно руйнується. Надалі матеріали стираються швидше, а фретинг-корозія протікає інтенсивніше.

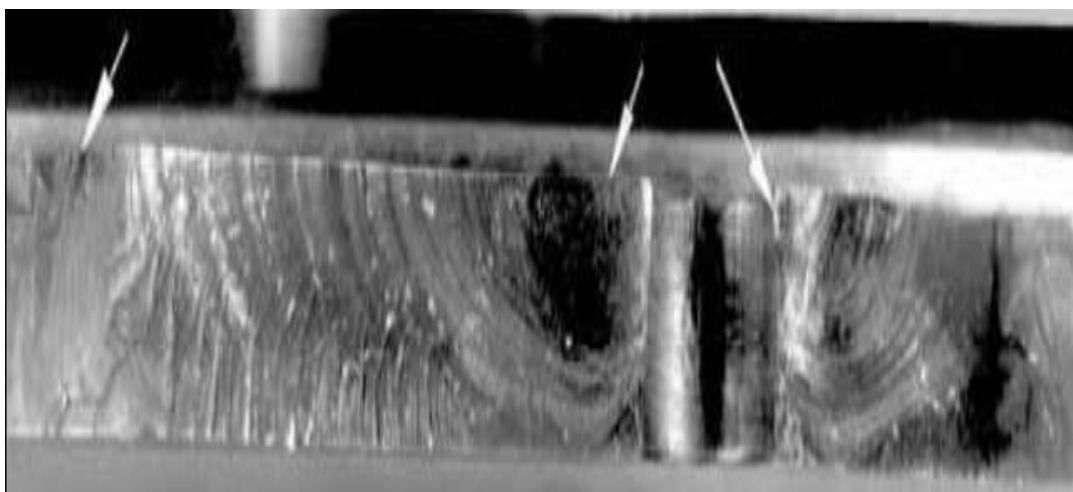


Рис. 2. Вогнища зародження втомних тріщин в зоні контакту болтових з'єднань [3]

В таблиці 1 наведено результати випробування сплаву АК4-1 на фретинг-корозію і на втому зразків, пошкоджених фретинг-корозією [3]. Режими випробувань на фре-тинг-корозію при $A_p = 5$ мкм, $P = \text{var}$

Таблиця 1

Результати випробування сплаву АК4-1 на фретинг-корозію і на втому зразків, пошкоджених фретинг-корозією

| Режими випробувань на фретинг-корозію при $A_p = 5$ мкм, $P = \text{var}$ | | Режими випробувань на втому пошкоджених фретинг-корозією зразків | |
|---|--------------------------------------|--|--|
| Нормальний тиск P , МПа | Амплітуда напружень σ_v , МПа | Амплітуда напружень σ_v , МПа | Число циклів до руйнування $N_p \cdot 10^{-6}$, ц |
| 5 | 0,135 | 130 | 40 |
| 5 | 1,53 | 130 | 12,4 |
| 5 | 5,85 | 130 | 100 не зруйнувався |
| 50 | 0,27 | 105 | 100 не зруйнувався |
| 50 | 2,7 | 105 | 1,12 |

Висновки. Для підвищення довговічності нерухомих з'єднань можуть використовуватися різні конструктивно-технологічні методи і методи, що пригнічують фізико-хімічні процеси, що протікають при фретинг-корозії. Таким чином, щоб захистити вироби від фретинг-корозії, необхідно:

1. Правильний підбір матеріалів. Доцільно для запобігання виникнення фретинг-корозії поєднувати м'які метали з твердими. Доведено, що при ковзанні сталевий поверхні по сталевій, руйнування набагато більше, ніж при ковзанні сталь по сталі покритої свинцем. Для контакту зі сталеву поверхнею рекомендовано використовувати сталь, яка покрита оловом, індієм, кадмієм, свинцем, сріблом.

2. Застосування змащувальних середовищ для запобігання фретинг-корозії. Поверхню попередньо піддають фосфатуванню. Обробляють мастилом низької в'язкості, яка проникає глибоко в пори і завдяки цьому досить довго залишається на виробі. Недоліком цього методу можна вважати те, що це все-таки тимчасовий захист, змащувальний матеріал рано чи пізно видаляється в результаті ковзання.

3. Проектування контактуючих поверхонь з усуненням ковзання ефективно, але досягти цього досить важко.

4. Застосування спеціальних покриттів для запобігання контакту поверхні розділу з повітрям.

5. Застосування матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя і прокладок. Такі матеріали використовують тільки при малих навантаженнях в зв'язку з їх невеликою міцністю. Гума, наприклад, амортизує коливання і запобігає ковзанню.

6. Застосування кобальтових сплавів дає позитивний ефект тільки в присутності води.

Список використаних джерел

1. Сухенко Ю. Г., Паламарчук І. П., Жеплінська М. М., Муштрук М.М., Журавель Д.П. Надійність обладнання харчової галузі. Навчальний посібник. К. ЦП «КомпрІнт», 2019. 370 с.

2. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. М.: "Высшая школа", 1991. 320 с.

3. Петухов А. Н. Сопротивление усталости деталей ГТД. М.: Машиностроение, 1993. 240 с.

4. Журавель Д. П. Триботехніка. Курс лекцій з навчальної дисципліни. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 280 с.

5. Журавель Д. П. Триботехніка. Посібник до лабораторно-практичних робіт. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 136 с.

6. Журавель Д. П. Триботехніка. Методичні вказівки до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 116 с.