

УДК 539.3

С. Гладь, С. Федак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СТАРТУ ТРІЩИНИ БІЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОТВОРІВ СИЛОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Функціональні отвори силових конструктивних елементів широко використовуються в різних галузях машинобудування та транспортних конструкціях. До них належать літаки цивільної авіації призначені для виконання різноманітних завдань в процесі експлуатації. Експлуатаційні навантаження призводять до процесів втоми, пошкодження структури матеріалу та накопичення дефектів як на мікро-, так і на макро рівнях. Особливо важливими є отвори довговічність яких визначається зовнішніми навантаженнями, залишковими напруженнями і мікроструктурою матеріалу. Від моменту зародження короткої тріщини до моменту виходу її на поверхню процеси руйнування відбуваються на мікрорівні. Для прогнозування залишкового ресурсу з'єднання та конструкції в цілому важливим завданням є визначення початкового втомного пошкодження в формі короткої тріщини, яка ініціюється від кругового отвору, як концентратора напружень, в основному матеріалі листа силового конструктивного елемента, та первинного поширення тріщини.

В багатьох дослідженнях старт тріщини за сталої асиметрії оцінюється кількістю циклів до виходу тріщини на поверхню. За критерій первинного приросту тріщини приймається параметр зони передруйнування d^* [1]. Тож задача буде зводитись до визначення періоду зародження втомної тріщини біля кругового концентратора за допомогою відомої діаграми росту макротріщини $da/dN - \Delta\epsilon$ або $da/dN - \Delta K_{eff}$.

Для зразка з концентратором у вигляді отвору, спочатку визначається розмах номінальних напружень в його перерізі $\Delta\sigma_N$, що залежить від заданого розмаху навантаження ΔP , товщини t та ширини зразка W . За відомим теоретичним коефіцієнтом концентрації напружень K_t визначається розмах напружень біля поверхні концентратора $\Delta\sigma_y(0) = K_t \Delta\sigma_N$. Після цього, за відомим значенням d^* та розподілом напружень $\Delta\sigma_y(x, 0)$, визначається розмах локальних напружень $\Delta\sigma_y$ для $x = d^*$. Далі розраховується розмах $\Delta K_{eff} = 0,886 \Delta\sigma_y \sqrt{d}$. За діаграмою $da/dN - \Delta K_{eff}$ визначається відповідна швидкість da/dN для знайденого ΔK_{eff} . Тоді, використовуючи співвідношення $N^* = d^* / \left[\frac{da}{dN} \right]$, розраховується кількість циклів до зародження початкової втомної макротріщини N^* .

Для визначення параметру d^* доцільно використати відому залежність $d^* = 1,25 \beta^2 \left[\frac{\Delta K_{th\ eff}}{\Delta\sigma_R} \right]^2$, де $\beta = 1$ для алюмінієвих сплавів та 0,7 для сталей; $\Delta K_{th\ eff}$ – ефективний поріг втоми зразка з макротріщиною, $\Delta\sigma_R$ – границя витривалості гладкого зразка [1]. У випадку попередньої пластичної деформації матеріалу біля функціонального отвору, наприклад, після дорнування, зміниться зона передруйнування, що призведе до зміни кількості циклів до зародження первинної втомної мікротріщини.

Перелік посилань

1. Механіка руйнування і міцність матеріалів Т. 9: Довідн. посібник. / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Вид-во “Сполом”, 2007. – 2007. – 1068 с.