

УДК 539.432

Гладський М.М., канд. техн. наук, доцент,
Барандич К.С., канд. техн. наук, доцент,
Фролов В.К., канд. техн. наук, доцент,
Юренко С.Ю., студент,

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

v.k.frolov@gmail.com

ВТОМНА МІЦНІСТЬ КОНСТРУКТИВНОЇ СТАЛІ ЗА УМОВИ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ

Однією з найпоширеніших причин виникнення втомного руйнування в конструктивних компонентах є концентратори напружень. Пази, отвори, галтелі, різьбові та зварні з'єднання – все це концентратори. Навіть під час номінальної пружної поведінки можуть виникати пластичні відхилення в межах концентратора напружень [1-2].

Для визначення ефекту концентрації напружень на циклічну міцність в даній роботі використовувались зразки зі сталі 20. Використовувалась одна базова геометрія для двох різних типів зразків з товщиною стінки 1,1 мм, внутрішнім діаметром 22 мм і довжиною робочої частини 40 мм. Один тип зразків являв собою трубчасті суцільні тонкостінні зразки, інший – такі самі зразки з додатковим круглим наскрізним отвором діаметром 3,4 мм посередині робочої частини.

Для кореляції експериментальних даних втомної довговічності при одновісному циклічному навантаженні і знакозмінному крученні було використано два різних підходи. А саме, критерій Мізеса було у комбінації з S-N методом в наступній формі:

$$\bar{\sigma}_a = \sqrt{3}(K_{fT} \cdot S_{aT}) \quad (1)$$

де S_{aA} і S_{aT} – амплітуда номінальних значень нормальних і дотичних напружень.

Також в роботі для кореляції даних було використано інший підхід, зокрема, параметр критичної площини Фатемі-Сосі у формі зсуву

$$\frac{\Delta \gamma_{\max}}{2} \left(1 + k \frac{\sigma_{n,\max}}{\sigma_y} \right) = \left[(1 + \nu_e) \frac{\sigma'_f}{E} (2N_f)^b + (1 + \nu_p) \epsilon'_f (2N_f)^c \right] \cdot \left[1 + k \left(\frac{\sigma'_f}{2\sigma_y} (2N_f)^b \right) \right], \quad (2)$$

де $\nu_e = 0.3$ та $\nu_p = 0.5$, пружний і пластичний коефіцієнт Пуассона, відповідно.

Отримано задовільні результати кореляції експериментальних даних для зразків з концентратором напружень з використанням критерію максимальних головних напружень. Проте, спостерігається суттєве відхилення аналітичних розрахунків для зразків без концентратора в умовах одновісного навантаження та знакозмінного кручення. В ході проведення досліджень було виявлено зсувний механізм руйнування зразків зі сталі 20, що також підтверджується аналітичними розрахунками з використанням МКЕ. Було встановлено, що найкращий збіг результатів аналізу дає метод із використанням параметру Фатемі-Сосі як для суцільних зразків, так і для зразків з концентратором.

Список посилань

1. Tipton SM, Nelson DV. Advances in multiaxial fatigue life prediction for components with stress concentrations // International Journal of Fatigue. – 1997. – №19. – С. 503-515.
2. Ohkawa C, Ohkawa I. Notch effect on torsional fatigue of austenitic stainless steel: Comparison with low carbon steel // Engineering Fracture Mechanics. – 2011. – №78. – С. 1577-1589.