

ПОБУДОВА РІВНЯННЯ ВТОМНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ ЗВАРЕНИХ ШВІВ СТАЛІ 09Г2С

Федоров В.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для прогнозування втомного руйнування матеріалів при нестационарному навантаженні довгий час застосовують просте правило Пальмгрена-Майнера, для якого достатньо мати криві втомної міцності. Однак для реальних матеріалів спостерігаються значні відхилення від цього правила. Була надія, що значно складніша математична модель Качанова буде більш адекватною експериментальним даним. Однак практичне її застосування тривалий час приводило до тих же результатів, що і правило Пальмгрена-Майнера. В літературі навіть затвердилася думка, що таке співпадіння є невідворотністю. Однак, в статті [1] доведено, що тотожність цих математичних моделей є наслідком застосування рівняння пошкоджуваності у факторизованому вигляді

Там же, та в статті [2] викладена теорія та методи побудови нефакторизованих рівнянь пошкоджуваності, які використовують нормований потенціал.

В доповіді ця теорія застосовуються для опису втомної міцності зварених швів сталі 09Г2С. Дані випробувань цього матеріалу опубліковані в статті [3]. Параметри нормованого потенціалу визначаються за технологією статті [1] згідно з результатами випробувань при ступінчастих навантаженнях [3]. Тоді рівняння пошкоджуваності має вигляд

$$\frac{dD}{dN} = \left\{ A 10^{-b\sigma(N)} c_2 (1 + c_{21}\sigma(N)) (1 - D)^{c_2(1+c_{21}\sigma(N))} \right\}^{-1}, \quad (3)$$

де D – змінна пошкодження, N – кількість симетричних циклів з амплітудою напруження σ , $A=10^8$, $b=1,1 \cdot 10^{-2} \text{ (МПа)}^{-1}$. $c_{21}=-5,66 \cdot 10^{-3} \text{ (МПа)}^{-1}$, а параметр c_2 не впливає на момент руйнування матеріалу. Він може бути знайденим з даних вимірювання еволюції пошкодженості.

За результатами статті [3] середньоквадратичне відхилення за правилом Пальмгрена-Майнера склало 0.56, а за представленим методом – значно менше: 0,21, що доводить його ефективність.

Література:

1. Fedorov V. Theory and methods of constructing equations for the evolutionary damageability of materials // International Journal of Damage Mechanics. 2023, Vol. 32 (10). P. 1144–1163.
2. Fedorova S., Fedorov V. Decomposition of the problem of constructing the equation of evolutionary damageability // Procedia Structural Integrity. 2024, Vol. 59. P. 279-284.
3. Книш В.В., Соловей С.А., Кузьменко А.З. Накопичення втомних ушкоджень у таврових зварних з'єднаннях сталі 09Г2С у вихідному та зміцненому високочастотним механічним проковуванням станах // Автоматичне зварювання. 2008, №10. С. 12-18.