

В результаті рішення уравнения (5) с учетом двухстадийности процесса усталостного разрушения (2), (4), получим разрешающие уравнения модели роста усталостной трещины

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\ell}{dn} &= \left(1 + \frac{1}{q}\right) D \left(\frac{4\sigma_Y}{\pi}\right)^{q-2} \left(\frac{(1+2\alpha)}{3} \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\pi\sigma_m}{2\sigma_B}\right)^2 + \frac{1}{24} \left(\frac{\pi\sigma_m}{2\sigma_B}\right)^2 \right]^{-\eta} \right)^2 \sigma_a \ell \quad (n > n_*) \\ n_* &= \frac{1}{(1+q)D} \left(\frac{\pi}{4\sigma_Y}\right)^q \end{aligned} \right. , \quad (6)$$

где σ_Y – предел текучести материала; D и q – коэффициенты, характеризующие сопротивление материала усталостному разрушению; η – коэффициент, определяющий форму диаграммы предельных амплитуд напряжений и характеризующий чувствительность материала к асимметрии цикла нагружения.

Результаты расчета для сплава 7075-T6 по системе (6) показаны на рис.1 (а – при

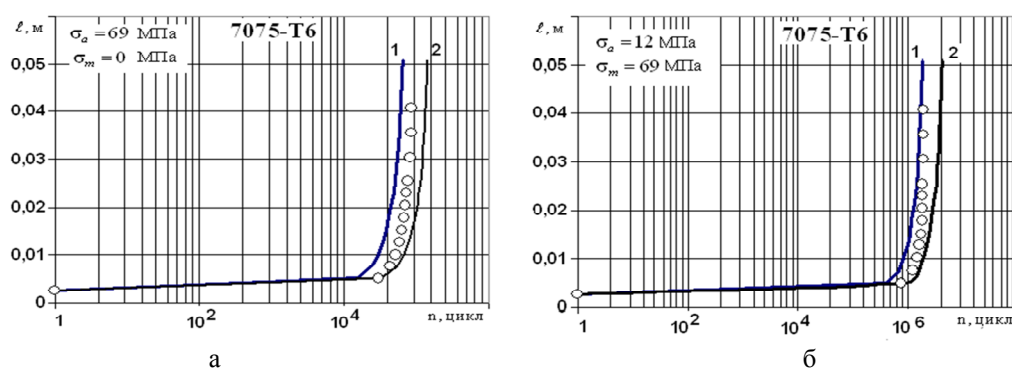


Рис.1

симметричном цикле $\sigma_a = 69$, $\sigma_m = 0$ МПа; б – при асимметричном цикле нагружения $\sigma_a = 12$, $\sigma_m = 69$ МПа). Кривая 1 – одноосное напряженное состояние ($\alpha = 1$), кривая 2 – с учетом второго напряжения в окрестности вершины трещины ($\alpha = 0,5$), \circ – экспериментальные данные.

УДК 539.34+620.1

Грабовський А.П., Бабієнко І.І.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ РЕСУРСУ ОБ'ЄКТІВ ПРИ СТАТИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Надійне прогнозування ресурсу конструкційних вузлів об'єктів на стадії проектування, оцінка виробленого і прогноз залишкового ресурсу на стадії експлуатації неможливі без розробки адекватних математичних моделей домінуючих процесів розвитку пошкоджуваності для індивідуальних умов експлуатації конкретних об'єктів. На стадіях накопичення розсіяних пошкоджень конструкційному матеріалі такі моделі розробляються в рамках механіки пошкодженого середовища, яка об'єднує еволюційні рівняння процесів деформування матеріалу і процесів накопичення пошкоджень і утримуючий інтегральні параметри стану, що відображають процеси перетворення структури матеріалу, що веде до деградації його фізико-механічних властивостей і передчасного руйнування.

В роботі розглядається оцінка пошкоджуваності конструкційних матеріалів при експлуатаційних навантаженнях за додатковими змінами лінійних і кутових деформацій, які викликані структурними змінами в матеріалі за рахунок кінетики накопичення розсіяних пошкоджень.

В роботі отримані функції часу експлуатації об'єктів за додатковими осьовими і кутовими деформаціями викликаними розпушенням матеріалу за рахунок кінетики накопичення розсіяних пошкоджень, які виражаються відношеннями:

$$f(t_\sigma) = n_\sigma \sqrt[\alpha]{\frac{1-(1-D_{\sigma_i})^2}{1-(1-D_{\sigma_R})^2}}; \quad f(t_i) = n_\tau \sqrt[\beta]{\frac{1-(1-D_{\tau_i})^2}{1-(1-D_{\tau_R})^2}}; \quad (1)$$

де $f(t_\sigma) = \left(\frac{t_i}{t_R}\right)^{n_\sigma}$; $f(t_\tau) = \left(\frac{t_i}{t_R}\right)^{n_\tau}$; $n_\sigma; n_\tau$ - коефіцієнти показникової функції, які визначаються кінетикою накопичення пошкоджень в матеріалі і залежить від його пластичних властивостей;

$D_{\sigma_i} = 1 - \sqrt[1-\varphi_\sigma]{\left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_R}\right)^\alpha}$; $D_{\tau_i} = 1 - \sqrt[1-\varphi_\tau]{\left(\frac{\gamma_i}{\gamma_R}\right)^\beta}$; - кінетика накопичення пошкоджень відповідно при

осьовому навантаженні D_{σ_i} та при зсуві (крученні) D_{τ_i} ; $\varphi_\sigma = \frac{E_0 - \tilde{E}_R}{E_0}$; $\varphi_\tau = \frac{G_0 - \tilde{G}_R}{G_0}$ - коефіцієнти,

які характеризують глибину зміни модулів пружності при осьовому навантаженні та зсуві (крученні) $E_0; G_0; \tilde{E}_R; \tilde{G}_R$ - початкові та кінцеві модулі пружності матеріалів при руйнуванні; $\alpha; \beta$ - параметри, які характеризують пластичні властивості матеріалів відповідно, при осьовому навантаженні та при зсуві (крученні); $\varepsilon_i; \gamma_i$ - поточні відносні величини осьових і кутових деформацій, та їх величини в момент руйнування – $\varepsilon_R; \gamma_R; D_{\sigma_R}; D_{\tau_R}$ - граничні величини пошкоджуваності в матеріалі при осьовому навантаженні та зсуві (крученні) в момент руйнування; $t_i; t_R$ - відповідно поточний час експлуатації об'єкту та час запланований до руйнування

В роботі приведені порівняння експериментальних і теоретичних результатів кінетики накопичення пошкоджень за залишковими лінійними і кутовими деформаціями та представлені результати прогнозувань ресурсу роботи об'єктів з відповідних матеріалів, які враховують кінетику накопичення пошкоджень при напруженні.

УДК 539.3

Трубачев С.І. к.т.н, доц., Колодежний В.А. ст. викл.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

КОЛИВАННЯ ТРИШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ УТОЧНЕНОЇ ТЕОРІЇ

Тришарові конструкції широко впроваджуються в промисловості, тому дослідження міцності та надійності таких конструкцій є актуальною задачею. При розрахунку тришарових моделей дуже часто використовують моделі деформування на основі гіпотез Кірхгофа-Лява, Тимошенка або ламаної лінії. В даній роботі подальше уточнення деформацій поперечного зсуву та стиску заповнювача було враховано за допомогою більшого числа членів розкладу дотичних та нормальних переміщень. Дотичні переміщення розподіляються за кубічною параболою, а прогин – за квадратичною. Внаслідок складної геометричної форми тришарових пластинчато-оболонкових систем, умов закріплення та навантаження аналітичні методи розрахунку не завжди є ефективними, тому доцільно застосовувати чисельні методи розрахунку. В представленій роботі використовується метод,