

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОШКОДЖУВАНOSTI ВНАСЛІДОК ПОВЗУЧОСТІ

Морачковський О.К.

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

В роботі розглянуті питання моделювання пошкоджуваності внаслідок повзучості в металах і сплавах після тривалого впливу напружень при підвищених температурах. Основним напрямком моделювання пошкоджуваності є континуальна теорія пошкоджуваності матеріалів. Розвиток теорії складається з уточнення визначальних співвідношень щодо міри накопичення пошкоджень. Смісл кінетичного рівняння пошкоджуваності набагато ширше, воно тісно пов'язане з одним з фундаментальних законів фізики - законом збереження маси. Розглянемо підданий рівномірному розтягу однорідний зразок і виділимо в його середній частині певний матеріальний об'єм. Позначимо масу обсягу через  $m$ , а його величину до деформування - через  $V_0$ . Припустимо, що в результаті додатка до зразка навантаження  $F$  у виділеному матеріальному обсязі сформувалися мікропошкодження (пори, мікротріщини і т.п.) сумарним об'ємом  $V^*$ , за рахунок чого до даного моменту часу відбулося деформування зразка. Таким чином, кінетичне рівняння пошкоджуваності:  $d\rho/dt = -\operatorname{div} \mathbf{v}$  - це не що інше, як закон збереження маси, записаний в термінах параметра пошкоджуваності  $\rho = \rho_0(1 - \omega)$ . Природно, що немає можливості експериментально визначити швидкості руху часток матеріалу змушує вибирати ту чи іншу апроксимацію для дивергенції швидкості. Різні апроксимації дають різні рівняння пошкоджуваності. Розкладаючи  $\operatorname{div} \mathbf{v}$  в ряд за степенями:  $\operatorname{div} \mathbf{v} = c_0 + c_1 \omega + c_2 \omega^2 + \dots$  маємо  $d\omega/dt = c_1 \omega(1 - \omega)f(\omega)$ . Далі приймаємо, що  $f = A\sigma^k/(1 - \omega)^{k-1}$  та отримуємо рівняння пошкоджуваності матеріалу внаслідок повзучості. Пошкодження може ініціюватись на відносно ранній стадії повзучості, і розвиватись поступово протягом існування явища повзучості. Пошкодження внаслідок повзучості проявляються в утворенні і рості порожнечі або порожнин всередині мікроструктури матеріалу.

При низьких напруженнях, порожнини розвиваються переважно на межах зерен орієнтовані перпендикулярно до основного напрямку напружень. За час повзучості, порожнини збільшуються у кількості і розмірах.