

УДК 670.191.33

**І. Окіпний, П. Марущак, І. Коноваленко, П. Пришляк, М. Вовк**  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## АНАЛІЗ КІНЕТИКИ ДЕФОРМУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ МЕТОДОМ ІНДЕНТУВАННЯ

Мікротвердість відображає здатність матеріалу до пластичного деформування і є структурночутливою величиною. Мікротвердість чутлива до експлуатаційного пошкодження, наводнення, корозійного розтріскування конструкційних сплавів, тому широко використовується як метод неруйнівного контролю технології (якості) виготовлення деталей та елементів конструкцій, а також в процесі експлуатації для діагностування їх пошкоженості. З допомогою мікроіндентування можна визначати просторовий розподіл пошкодження. В даній роботі, авторами використано індентування на кількох масштабних рівнях для оцінювання стану теплостійких сталей 25X1M1Ф та 15X2MФА після високотемпературного статичного деформування. Проведення таких досліджень дозволило виявити кореляційний зв'язок твердості (мікротвердості) з характеристиками міцності та тріщиностійкості теплостійкої сталі. Аналіз одержаних результатів проведено з використанням феноменологічних гіпотез, сформульованих на підставі відомих закономірностей взаємозв'язку даних твердості та мікротвердості з структурними параметрами матеріалу (розміром зерен, питомою кількістю карбідів та ін.). Показано, що чутливість методів індентування залежить від залучення до процесу структурних рівнів деформування. На початковому етапі це внутрішньозернове ковзання, на другому зміщення зерен та їх конгломератів та їх самоузгоджений розвиток в сталі. Підґрунтям таких процесів є неізотропність внутрішньозернової структури. Виявлено, що підвищення механічних властивостей матеріалу без структурної деградації є можливим за умови гомогенізації процесу зародження смуг локалізованого деформування, що з одного боку дозволяє досягнути більшої макродеформації, а з іншого не спричиняє граничного вичерпування пластичності матеріалу на макрорівні, табл. 1.

Таблиця 1 – Структурні рівні деформування матеріалу та методи індентування

| Структурний рівень | Механізми деформування  | Схема вимірювання   |
|--------------------|---|---|
| Макро-і мезорівень | Вимірювання твердості дозволяє виявити принципові особливості механізму деформування матеріалу на мезорівні. Виявлено основні закономірності зміни твердості та деформаційного зміцнення матеріалу та виявлено визначальну роль деформаційних процесів за схемою «зсув+поворот» |  |
| Мікрорівень        | Мікротвердість дозволяє врахувати вплив структури на деформаційні процеси в матеріалі. Вимірювання мікротвердості дозволяє встановити фізичний зв'язок деформаційних характеристик та густини дислокацій в малокутових межах.   |  |