

^{1,2}М. Б. Штерн
¹А. О. Михайлов
¹О. В. Михайлов
²Є. В. Штефан

ЕВОЛЮЦІЯ ДЕФЕКТІВ МІКРОНЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ГРАНИЧНІ КРИТЕРІЇ ЇХ ПЛАСТИЧНОГО РУЙНУВАННЯ

¹Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

²Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація. *Формулюється узагальнена континуальна модель руйнування матеріалу під час його пластичної течії. Вона базується на попередніх роботах членів авторського колективу і містить як пористість так і тріщиноподібні дефекти. Особливу увагу приділено поведінці матеріалу в умовах, близьких до втрати стійкості. Встановлюється зв'язок феноменологічних критеріїв В. А. Огороднікова, І. О. Сівака, В. М. Міхалевича та І. С. Алієва із узагальненим критерієм Дракера. Це дає можливість формулювати критерій в'язкого руйнування, що є чутливим до початкової пористості, наявності і розвитку щілиноподібних дефектів.*

Ключові слова: *руйнування, пластичність, дефекти, пористість*

Методи пластичного деформування є невід'ємним елементом багатьох технологічних операцій, що використовуються в сучасному матеріалознавстві. Застосування технологічного деформування або методів обробки матеріалів тиском зазвичай пов'язується з вирішенням таких завдань як досягнення заданої форми виробу, його ущільнення, запобігання руйнуванню заготовки на стадії пластичного деформування та структуроутворення [1,...,3]. Саме можливість управління структурою зумовила дуже помітний інтерес до вибору технологій деформування з боку фахівців у галузі матеріалознавства.

Зокрема, задля розв'язання даної проблеми авторами було запропоновано модель пластичної течії, потенціал якої було прийнято у формі

$$F = \frac{(p - p_0)^2}{\psi} + \frac{\tau^2}{\varphi} - \sigma_0^2 = 0 \quad (1)$$

Наведене співвідношення поряд із першим (p) і другим (τ) інваріантами тензору напружень містить параметри φ, ψ та σ_0 , що залежать як від пористості, так і від густини щілиноподібних дефектів [4]. Окрім цього дана модель містить також параметри зміцнення твердої фази, що дозволяє розглядати її як чотири параметричну модель поведінки пошкодженого матеріалу. Саме відносно описаної моделі формулюється умова стійкості пластичного деформування, яка відповідає умові Дракера. Цю умову автори використовують у вигляді, який містить кінетику густини та еволюцію щілиноподібних дефектів.

Саме такий вигляд дозволив встановити зв'язок умови Дракера та критеріями В. А. Огороднікова, І. О. Сівака, В. М. Міхалевича та І. С. Алієва. Побудована у такий спосіб діаграма пластичності може бути подана у вигляді

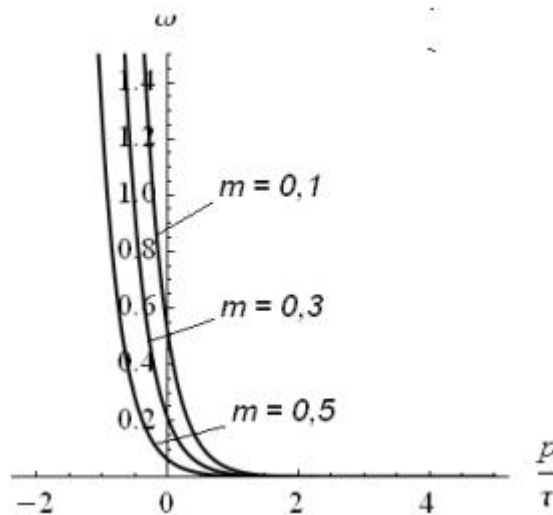


Рис.1 Діаграми пластичності, які впливають із моделі (1) ([4])

На наведеному малюнку параметр ω - відповідає накопиченій еквівалентній деформації матеріалу в цілому на момент втрати стійкості на макроскопічному рівні. Параметр m - входить до використаних у рівнянні (1) параметрах φ, ψ та σ_0 . Його фізичне тлумачення полягає у тому, що він характеризує вміст щілиноподібних дефектів.

Таким чином, отриманий результат може розглядатися як спроба дати фізичне обґрунтування феноменологічним критеріям пластичного руйнування, узгоджуючи його із ідеями Вінницької наукової школи та однією із фундаментальних умов руйнування за умов пластичного деформування – умовою Дракера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. - Киев: Вища шк. - 1983. - 175 с.
2. Огородников В. А., Сивак І. О., Бабак М. В.. Опір матеріалів з елементами теорії пластичності. Частина 1 - Вінниця : ВДТУ, 2001. - 100 с.
3. Сивак Р. І., Огородников В. А., Сивак І. О. Визначення компонент тензора напружень при немонотонній пластичній деформації. // Вісник машинобудування та транспорту. - 2015. - № 1. - С. 111-119
4. Штерн М. Б., Михайлов О. В. Модифицированные модели деформирования порошковых материалов на основе пластичных и труднодеформируемых порошков //Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Серія»Машинобудування». - 62. - 2011. - с. 13 -19

Відомості про авторів

Штерн Михайло Борисович, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, м. Київ, е-адреса: mbsh07@ukr.net

Михайлов Олег Володимирович, доктор технічних наук, провідний науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, м. Київ, е-mail: olmi.2021@gmail.com;

Михайлов Анатолій Олегович, Ph. D., молодший науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ, е-mail: topic884@gmail.com

Штефан Євген Васильович, доктор технічних наук, професор Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського, м. Київ, е-mail: eshtefan@ukr.net

EVOLUTION OF DEFECTS IN MICRONHOMOGENEOUS MATERIALS AND LIMIT CRITERIA OF THEIR PLASTIC FAILURE

Abstract. *A generalized continuum model of material failure during plastic flow is formulated. It is based on previous work by the authors and includes both porosity and crack-like defects. Special attention is paid to the behavior of the material in conditions close to loss of stability. The relationship between the phenomenological criteria of V. A. Ogorodnikov, I. O. Sivak, V. M. Mikhalevich, and I. S. Aliyev with the generalized Drucker criterion is established. This makes it possible to formulate a ductile fracture criterion that is sensitive to the initial porosity, the presence and development of crack-like defects.*

Keywords: *failure, plasticity, defects, porosity*