

КРИТЕРІЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній тезі проводиться оцінка та порівняння різних критеріїв деформації, що застосовуються в механіці матеріалів. Нами розглядається як критерії на основі напружень, так і критерії, засновані на деформаціях матеріалу. Аналізуються основні переваги та обмеження кожного критерію, а також його застосування для прогнозування механічної поведінки матеріалу в різних умовах навантаження.

Ключові слова: механічні властивості, напруження, деформація, математичні моделі, оцінка, порівняння, механіка матеріалів.

Руйнування матеріалу заготовки в процесі її обробки чи руйнування деталі в процесі її експлуатації настає тоді, коли значення ресурсу пластичності досягає певного критичного значення. Якщо величину ресурсу пластичності нормувати на одиницю, то момент руйнування за різних умов навантаження можна описати деякою функцією, яку називають діаграмою пластичності. Існування такої залежності в координатах $e_p = f(\eta)$ описано в працях [1]. Деформаціям руйнування передують спочатку пружні деформації, потім пластичні деформації. Графічне відображення зміни деформацій в пластичній області в координатах $e_p = f(\eta)$ називають шляхом деформування [2]. Умови деформування можуть забезпечити як лінійне відображення шляху деформування, так і у вигляді деякої функції. Обмеження для шляху деформування накладається критеріями деформовності.

На даний момент існує велика кількість критеріїв, які були використані для розв'язання задач в конкретних процесах деформування. Відповідно, сфера застосування таких критеріїв досить незначна (наприклад, критерії Кокрофта, Гофманнера та інших). Використання експериментально побудованих діаграм пластичності для врахування залежності пластичності від схеми напруженого стану було показано в роботі. Оцінювання ресурсу пластичності заготовки в процесах деформування, історією деформування яких можна знехтувати, здійснюються за формулою Г. А. Смірнова-Аляєва [3].

$$\psi = \frac{\bar{e}_i}{e_p(\eta)} \leq 1 \quad (1.1)$$

У випадку простого навантаження врахування впливу історії деформування на основі лінійної теорії накопичення пошкоджень було забезпечено критерієм В. Л. Колмогорова [3].

$$\psi = \int_0^{e_p^*} \frac{\overline{de}_i}{e_p(\eta)} \leq 1 \quad (1.2)$$

Врахування нелінійного накопичення пошкоджень здійснено у роботах [4], [5] шляхом використання критерію

$$\psi = \int_0^{\overline{e}_i^*} \left(1 + a \cdot \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_i} \right) \frac{\overline{e}_i^{a \cdot \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_i}}}{[\overline{e}_p(\eta)]^{1 + a \cdot \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_i}}} \leq 1 \quad (1.3)$$

Більшу точність при нелінійному накопиченні пошкоджень має критерій В. А. Огороднікова [2] у вигляді

$$\psi = \int_0^{\overline{e}_i^*} \left(1 + a \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{d\eta}{de_i} + \frac{d\chi}{de_i} \right) \right) \frac{[\overline{e}_i(\eta, \chi)]^{a \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{d\eta}{de_i} + \frac{d\chi}{de_i} \right)}}{[\overline{e}_p(\eta, \chi)]^{1 + a \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{d\eta}{de_i} + \frac{d\chi}{de_i} \right)}} \leq 1 \quad (1.4)$$

який також враховує схему напруженого стану, похідну від функції шляху деформування та вплив третього інваріанта на пластичність у вигляді показника напруженого стану χ .

Розглянуті деформаційні критерії можуть бути використані для розрахунку використаного ресурсу пластичності в довільній ділянці заготовки, однак обґрунтування їхнього раціонального використання для процесу редукування до цього часу не проводилось. Також відсутня інформація про вплив вхідних параметрів процесу редукування на величину використаного ресурсу пластичності та технологічну спадковість.

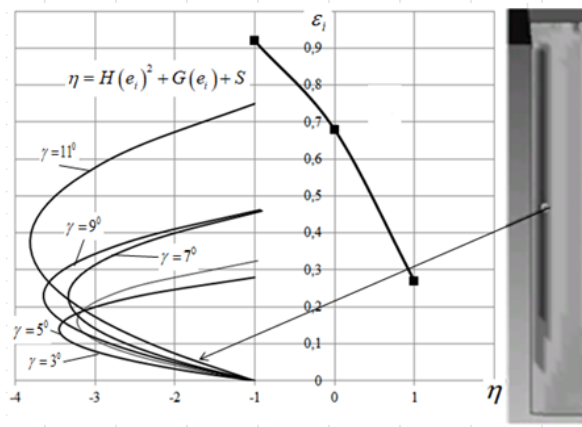


Рисунок 1.1 - Шляхи деформування, що характерні для осередка деформацій заготовки при фіксованому натягові заготовок із сплаву W-Ni-Fe при різних значеннях кута нахилу матриці.

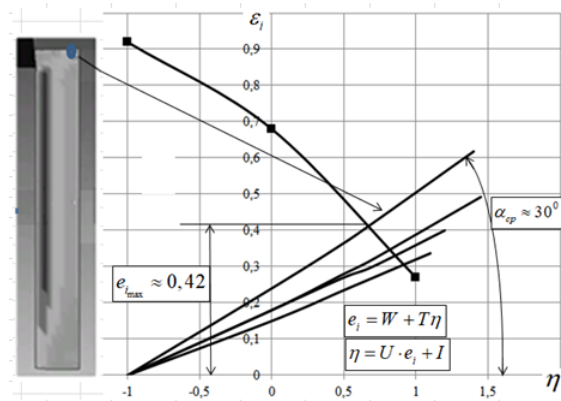


Рисунок 1.2 - Шляхи деформування, що характерні для небезпечної точки заготовки при фіксованому натягові заготовок із сплаву W-Ni-Fe при різних значеннях кута нахилу матриці.

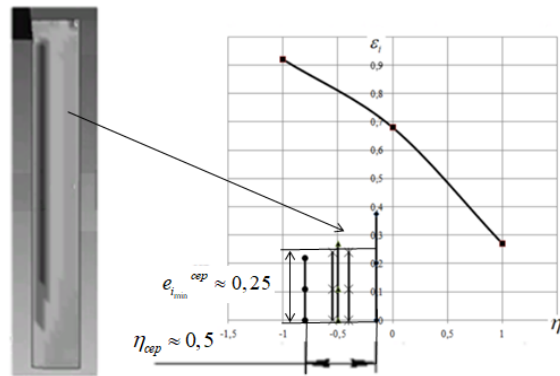


Рисунок 1.3 - Шляхи деформування, що характерні для вісі заготовки при фіксованому натягові заготовок із сплаву W-Ni-Fe при різних значеннях кута нахилу матриці.

Висновок

Критерії деформації є важливим інструментом для визначення і оцінки рівня деформації матеріалів або структур. Вони дозволяють нам виявити межу між еластичною та пластичною деформацією, а також оцінити стійкість матеріалу до деформаційних навантажень. Існує безліч критеріїв деформації, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Вибір певного критерію залежить від конкретної задачі, властивостей матеріалу та обраного методу аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І. В. Андреев, О. В. Грушко, О. В. Гуцалюк, В. В. Мельниченко та С. Ф. Студенець, «Механічні характеристики сплавів системи W-Ni-Fe», Міжнародний науково-технічний журнал «Фізико-хімічна механіка матеріалів». № 1(54), с. 57-62, 2018 .
2. О. В. Грушко та О. В. Гуцалюк, «Моделювання процесу редукування циліндричних заготовок з визначенням основних параметрів деформованого стану», *Обработка материалов давлением*. № 1(42), с. 57-62, 2016.
3. Volodymyr Kukhar, Viktor Artiukh, Andrey Butyrin, Andrii Prysiaznyi, «Stress-Strain State and Plasticity Reserve Depletion on the Lateral Surface of Workpiece at Various Contact Conditions during Upsetting», *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 692, P. 201–211, Springer, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70987-1_22..

Гуцалюк Олександр Володимирович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleksandrompm@ukr.net.

Білоус Дмитро Анатолійович – студент 2 курсу групи БМ-21б; факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilousd1524@gmail.com

Gutsaluk Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of resistance of materials, theoretical mechanics and engineering graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleksandrompm@ukr.net.

Bilous Dmytro A. – second-year student of BM-21b group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilousd1524@gmail.com

Abstracts. *This thesis evaluates and compares various deformation criteria used in the mechanics of materials. We consider both stress-based criteria and criteria based on material deformations. The main advantages and limitations of each criterion are analyzed, as well as its application for predicting the mechanical behavior of the material under various loading conditions.*

Keywords: *mechanical properties, stress, deformation, mathematical models, evaluation, comparison, mechanics of materials.*