

ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ В. А. ОГОРОДНІКОВА ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ У БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі розглянуто застосування критерію пластичності Віталія Антоновича Огороднікова для оцінювання напружено-деформованого стану металевих конструкцій. Досліджено вплив шляхів деформування та історії навантаження на пластичність матеріалу. Показано доцільність використання критерію Огороднікова у розрахунках будівельних конструкцій.

Ключові слова: металеві конструкції, пластичність, напружено-деформований стан, критерій Огороднікова, шлях деформування, опір матеріалів.

Abstract

The paper considers the application of the plasticity criterion proposed by Vitaliy Antonovich Ogorodnikov for evaluating the stress-strain state of metal structures. The influence of deformation paths and loading history on the material plasticity is investigated. The expediency of using the Ogorodnikov criterion in the analysis of building metal structures is demonstrated.

Keywords: metal structures, plasticity, stress-strain state, Ogorodnikov criterion, deformation path, strength of materials.

Вступ

Металеві конструкції широко застосовуються у сучасному будівництві завдяки високій міцності, надійності та ефективності використання матеріалу. Вони є основою каркасів будівель, мостів, промислових споруд та інших інженерних об'єктів. При цьому забезпечення їхньої надійності значною мірою залежить від правильного визначення напружено-деформованого стану та умов досягнення граничного стану матеріалу.

У реальних умовах експлуатації елементи металевих конструкцій працюють під дією складних навантажень, що призводить до формування складного напруженого стану. Традиційні методи розрахунку не завжди враховують вплив історії навантаження та траєкторії деформування, що може знижувати точність прогнозування міцності.

У зв'язку з цим актуальним є використання сучасних підходів, зокрема критерію пластичності Віталія Антоновича Огороднікова, який дозволяє враховувати не лише величину деформацій, але й шлях їх накопичення.

Аналіз напружено-деформованого стану металевих конструкцій із застосуванням критерію Огороднікова

Металеві конструкції є невід'ємною частиною сучасного будівництва, оскільки забезпечують високу несучу здатність при відносно малій масі. Їх ефективне використання вимагає точного визначення напружено-деформованого стану матеріалу, особливо при складних умовах навантаження.

Одним із сучасних підходів до оцінки пластичності металів є використання критерію, запропонованого Віталієм Антоновичем Огородніковим. Основною особливістю цього критерію є врахування **шляху деформування**, тобто зміни параметрів напруженого стану в процесі навантаження.

У загальному вигляді критерій має вигляд:

$$\psi = \int_0^{e_p^*} \left(1 + 0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_u} \right) \frac{e_u^{0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_u}}}{[e_p(\eta)]^{1+0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{de_u}}} \leq 1$$

де ψ — параметр пошкодження, який характеризує ступінь використання ресурсу пластичності матеріалу.

Для аналізу було розглянуто приклад **конструкційної сталі (Ст3)**, яка широко застосовується у будівництві. Досліджено її поведінку при різних умовах навантаження:

- одноосовий розтяг;
- двовісний напружений стан;
- комбінований стан «розтяг–зсув».

Для кожного випадку побудовано **шляхи деформування**, які представлені у вигляді залежності

накопиченої інтенсивності деформацій від показника напруженого стану. Такі залежності дозволяють більш точно оцінити процес накопичення пошкоджень у матеріалі [1].

Аналіз показує, що для різних ділянок матеріалу характерні різні траєкторії деформування. Це означає, що процес деформації є неоднорідним і вимагає застосування різних критеріїв оцінки пластичності.

У рамках теорії Огороднікова застосовуються такі критерії:

- деформацийний;
- енергетичний;
- інваріантний;
- критерій з урахуванням третього інваріанта;
- інтегральний критерій пошкодження.

Встановлено, що при простому навантаженні доцільно використовувати критерій Смірнова-Аляєва, при складному напруженому стані — критерій Огороднікова, а при незначній зміні траєкторії — критерій Колмогорова [2].

Особливу роль відіграє **історія деформування**. Дослідження показують, що швидкість зміни показника напруженого стану суттєво впливає на пластичність матеріалу. При її зростанні можливе збільшення або зменшення граничних деформацій до 20–25 % [2].

На рис. 1 наведено приклад шляху деформування матеріалу при переході від одноосового розтягу до зсуву. Така зміна умов навантаження призводить до перерозподілу напружень і може викликати зниження пластичності та передчасне руйнування.

Таким чином, використання критерію Огороднікова дозволяє більш точно описати процес накопичення пошкоджень у металі та визначити момент досягнення граничного стану [3].

Висновки

1. Критерій Віталія Антоновича Огороднікова дозволяє врахувати складний напружено-деформований стан металів.
2. Шлях деформування суттєво впливає на пластичність матеріалу.
3. Історія навантаження може змінювати граничні характеристики матеріалу до 20–25 %.
4. Використання критерію підвищує точність розрахунків і надійність металевих конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грушко О. В., Гуцалюк О. В. «Моделювання процесу редукування циліндричних заготовок з визначенням основних параметрів деформованого стану», *Обработка материалов давлением*. № 1(42), с. 57-62, 2016.
2. Грушко О. В., Огородніков В. А., Гуцалюк О. В. Вибір критеріїв деформівності при оцінці ресурсу пластичності матеріалів // Збірник наукових праць НТУ «ХПІ». – Харків, 2014.
3. Огородніков В. А. Оцінка деформівності металів при обробці тиском. – Київ: Вища школа, 1983. – 176 с.

Шмогуненко Вікторія Сергіївна — студентка групи 1Б-246, факультет будівництва і цивільної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: smogunenkoviktoria@gmail.com

Науковий керівник: **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.