

опору крихкому руйнуванню, що проявляється у згладженості поверхні руйнування (для зразків поперечного напрямку вирізання).

1. C.I. Ossai, B. Boswell, I. J. Davies Pipeline failures in corrosive environments – A conceptual analysis of trends and effects // *Engineering Failure Analysis*. – 2015. - Vol., 53, P. 36-58.
2. H. Nykyforchyn, E. Lunarska, O. Tsyurul'nyk, et al. Environmentally assisted “in-bulk” steel degradation of long term service gas trunkline // *Eng. Fail. Anal.* – 2010. – Vol. 17. – P. 624–632 (2010).
3. H. M. Nykyforchyn, E. Lunarska, P. Zonta Degradation of Properties of Long Term Exploited Main Oil and Gas Pipelines Steels and Role of Environment in This Process // *Integrity of Pipelines Transporting Hydrocarbons, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security Volume 1, 2011, P. 59-74.*
4. I.M. Dmytrakh, R.L. Leshchak, A.M. Syrotyuk Effect of hydrogen concentration on strain behaviour of pipeline steel // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2015. – Vol. – 40. - P. 4011-4018.
5. Новые методы оценки деградации механических свойств металла конструкций в процессе наработки: Моногр. / А.А. Лебедев, Н.Г. Чаусов; НАН Украины. Ин-т пробл. прочности им. Г.С.Писаренко. — К., 2004. — 133 с.

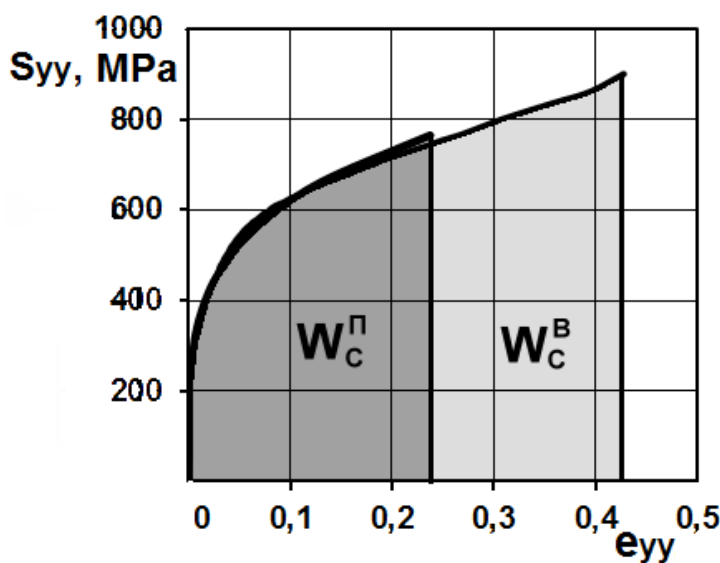
## ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛУ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ В ПРОЦЕСІ НАВАНТАЖЕННЯ

Я. Л. Іваницький, Ю. В. Мольков, П. С. Кунь

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

Енергетичні запаси матеріалу визначають цілісність та надійність конструкційних елементів за експлуатаційних умов. Повний енергетичний запас одиниці об'єму вихідного матеріалу рівний критичному значенню енергії деформування – енергії руйнування, що встановлюється експериментально. Однак навіть незначний акт навантаження (статичного, циклічного, динамічного і т.п.) призводить до певного енергетичного послаблення матеріалу, особливо в об'ємах найбільшої концентрації напружень. Тобто будь-яка історія навантаження зменшує енергетичні запаси матеріалу. Тому дуже важливо вміти на практиці контролювати ці зміни для подальшого визначення технічного стану та експлуатаційних кондицій елементів конструкцій.

Значна частина конструкцій у промисловості працює за циклічних навантажень, внаслідок чого біля конструктивних концентраторів напружень зароджуються і поширюються втомні тріщини. У багатьох випадках допускається експлуатація конструкції з тріщинами, якщо їх розміри не перевищують допустимих величин. Однак важливо встановити наскільки наявність втомних тріщин у матеріалі зменшує загальну несучу здатність конструкції.



На відміну від конструктивних концентраторів напружень перед вершиною втомної тріщини завжди існує певний об'єм матеріалу, послабленого внаслідок циклічного навантаження (циклічна пластична зона).

Рис. 1. Діаграми локального деформування сталі 65Г перед вершиною надрізу та втомної тріщини.

Оцінювати енергетичні втрати матеріалу у цій зоні пропонується за значенням питомої енергії

деформування  $W$ , яку встановлюють за величинами напружень і деформацій у локальному об'ємі матеріалу перед вершиною тріщини, визначених експериментально методом цифрової кореляції зображень. Цей метод дає можливість вимірювати компоненти переміщень з роздільною здатністю в межах одного мікрона. За істинною діаграмою деформування матеріалу встановлюють величину відповідних напружень. За цими даними будують діаграми локального деформування матеріалу, з яких обчислюють критичну питому енергію деформування  $W_c$ .

Зокрема, було встановлено енергію руйнування сталі 65Г у вихідному стані і для матеріалу циклічної пластичної зони перед вершиною втомної тріщини. За відношенням цих енергій і пропонується визначати ступінь енергетичних втрат матеріалу за час попереднього циклічного навантаження:

$$R_w = 1 - \frac{W_c^п}{W_c^в} \quad (1)$$

де  $W_c^в$  – енергія руйнування вихідного матеріалу за заданих умов (температура, середовище),  $W_c^п$  – енергія руйнування матеріалу циклічної зони передруйнування.

## РОЗРАХУНКОВА СХЕМА ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ФІБРОБЕТОНІВ

А.Є. Ліснічук, Н.А. Івантишин, Р.Я. Юхим

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

**Abstract.** The model of deformation and fracture of composite based on cement matrix (fiber-reinforced concrete) under tension condition, which takes into account the micro-cracks and pores in the material structure and the presence of the reinforcing fibers is proposed. Calculation formulas for assessing the strength of fiber-reinforced concrete under tension on the basis of the model has been established.

Конструкційним матеріалом, що здатний вирішувати комплекс найскладніших задач у будівельній галузі є дисперсно армований бетон (фібробетон). Це композит на основі цементної матриці армований волокнами різної природи (сталеві, скляні, базальтові, вуглецеві, полімерні та деякі інші).

На сьогодні в основному широко використовуються три види армуючих волокнистих матеріалів: волокна у вигляді коротких відрізків тонкого сталюго дроту, скляні волокна і волокна на основі поліпропілену. Широке використання армованого бетону зумовлене вищими показниками міцності, тріщиностійкості, ударної в'язкості, меншим мікророзтріскуванням під час тужавіння порівняно з класичним бетоном.

Розглядаючи бетон як конгломерат цементного каменю, піску та щебеню, розрізняють три рівні його структури:

- Мікроструктура – структура цементного каменю;
- Мезоструктура – структура цементно-піщаного розчину;
- Макроструктура – структура щебеню і розчину.

Кожна з цих структур вносить свій вклад у міцність бетону однак значною мірою вона визначається міцністю цементного каменю.

**Метою роботи** є розробити математичну модель композитів на основі цементної матриці, що дасть можливість прогнозувати міцність таких матеріалів, тобто створювати матеріали із наперед заданими міцнісними властивостями.

У структурі цементного каменю розрізняють дві групи дефектів які впливають на його міцнісні характеристики: округлі типу порожнин (пори) і гострокінцеві типу тріщин. Гострокінцеві є визначальними в умовах розтягу матеріалу, оскільки викликають високу концентрацію напружень в околі вершин, внаслідок чого відбувається руйнування. Округлі