

бактерій. Для оцінювання ризику розвитку біокорозійних руйнувань підземних металоконструкцій, з яких одними з найважливіших є нафтогазопроводи, необхідним є проведення комплексу досліджень, який включає аналіз гранулометричного складу ґрунту, кислотності, вологості, питомого опору ґрунту, наявності сульфат-йонів, титру анаеробних та аеробних мікроорганізмів, а також втрату маси металу, що вказує на інтенсивність корозійних руйнувань у підземному середовищі.

Conclusions. As a result of a comprehensive analysis of soil of the Southern and Western regions of Ukraine in the target areas of the pipeline route «Simferopol Hlibovka» pipelines to the GDS city. Saki, GM «Rozdilna-Izmail» GM «Pasichna-Dolyna» it was found that soil is on highly corrosive activity that leads to an intensification of corrosion processes of underground pipelines. The presence of sulfate ions in aqueous extracts of soil at the site of the road «for the withdrawal of GDS. Saki» marks on the 6 + PC 25 and PC test 4 16 + 57, 5 and sample test site 150m length GM «Pasichna-Dolyna» (from hole 2 to hole 4) causes the development of microbiological corrosion causes involving sulphate bacteria. To assess the risk of biocorrosion damage of the underground metal, most important of which are oil pipelines, it is necessary to conduct complex research, which includes analysis of the amount of the distribution of soil acidity, moisture, soil resistivity, the presence of sulfate ions, titer anaerobic and aerobic microorganisms, metal weight loss, indicating the intensity of corrosion damage in the underground environment.

Список використаної літератури

1. Середницький, Я. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопроводному транспорті (2-а частина) [Текст] / Я. Середницький, Ю. Банахевич, А. Драгілев. – Львів: ТзОв «Сплайн», 2004. – 276 с.
2. Андреюк, К.І. Мікробна корозія підземних споруд [Текст] / К.І. Андреюк, І.П. Козлова, Ж.П. Копцева та ін. – К.: Наукова думка, 2005. – 258 с.
3. ДСТУ 3291-95 Методи оцінки біокорозійної активності ґрунтів і виявлення наявності мікробної корозії на поверхні підземних металевих споруд [Текст]. – Київ.: Держстандарт України, 1996. – 28 с.
4. Крикунов, В.Г. Лабораторний практикум по ґрунтознавству [Текст] / В.Г. Крикунов, Ю.С. Кравченко, В.В. Криворучко та ін. – Біла Церква, 2003. – 83 с.
5. Жуков, В.И. Битумная изоляция подземных трубопроводов [Текст] / В.И. Жуков, Ф.Г. Храмахин. – М.: Госстройиздат, 1964. – 120 с.
6. Полутренко, М.С. Аналітична хімія. Конспект лекцій МВ 02070855 – 934 – 2002 [Текст] / М.С. Полутренко. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 117 с.

Отримано 12.08.2015

УДК 624.012.042

**Валерій Вировой¹, докт. техн. наук; Володимир Суханов¹,
докт. техн. наук; Оксана Коробко¹, канд. техн. наук;
Олег Башинський², канд. техн. наук**

¹*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

²*Львівський державний університет безпечної життєдіяльності
МНС України*

**СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧА ТА РУЙНІВНА РОЛЬ ТРИЩИН
У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ КОНСТРУКЦІЇ-СИСТЕМИ**

Резюме. Важливим чинником безпечного функціонування будівельних конструкцій як визначеної системної цілісності є прогнозування структуроутворюючої та руйнівної ролі тріщин в їх структурному перетворенні на всіх етапах життєвого циклу. Активність тріщин та внутрішніх поверхонь розподілу як елементів структури полягає в їх спроможності реагувати на внутрішні та зовнішні фактори, визначаючи структурну «перебудову» конструкції-системи, що можна кількісно оцінювати через коефіцієнти пошкодженості K_p . Тріщини, які здатні, змінюючи свої параметри, визначати різноманітні зміни структури як всієї конструкції-системи так й її окремих підсистем, віднесені до структуроутворюючих тріщин. Після досягнення граничних структурних змін у системі самозароджуються нові активні елементи – тріщини руйнування (магістральні тріщини), які здатні замикаючи ціль існування конструкції-системи на себе. Тому тріщини руйнування можуть бути представлені у вигляді відкритої динамічної системи, цільова установка якої полягає у власному розвитку, проходячи весь життєвий цикл існування системи: від зародження через активне функціонування до гибелі. Гибель тріщини неминуче призводить до втрати функціональних властивостей базової системи – конструкції. В умовах несприятливих зовнішніх впливів активні елементи сприяють збереженню цілісності та безпечному функціонуванню конструкції-системи.

Ключові слова: конструкція-система, структуроутворюючі тріщини, тріщини-руйнівники, життєвий цикл, структурні зміни, активні елементи, коефіцієнти пошкодженості.

**Valery Vyrovoy, Vladimir Sukhanov,
Oksana Korobko, Oleg Bashinsky**

STRUCTURE-FORMING AND DESTRUCTIVE ROLE OF CRACKS IN LIFE CYCLE OF CONSTRUCTION-SYSTEM

Summary. Practically in all build constructions there are active elements in the form of cracks and inner surfaces of partition which predetermine structural changes of material of construction-systems. A driving force of spontaneous processes of structural transformations is the change of parameters of no equilibrium active elements upon their transition to an equilibrium state. Spontaneous change of parameters of active elements provoked the emergence of elements new to system – structural aggregates interacting through inner surfaces of partition and surfaces of cracks. Operational cracks, inner surfaces of partition and structural blocks are hereditarily connected with an initial set of active elements. It causes compulsory taking into account the material in structural changes of construction-system under continuous operational loadings that is possible to be estimated quantitatively by damage coefficients. Spontaneous internal reorganization of the material structure under action of disadvantageous factors on a construction-system; which does not result in the change of the system properties is caused by the change of the active elements parameter of system. It allowed to conclude, that the cracks, by changing their own parameters, can initiate structural changes of both individual subsystems and the whole system, can be treated as submitted as structure-forming cracks. It was determined, that when a limit of structure diversity is obtained the structure-forming cracks are capable to develop into cracks-destroyers (main cracks). Cracks of destruction simplify a structural diversity of basic system, and their activity assumes that the purpose of a new crack-system dominate over the purpose of existence of construction-system when. The crack-system purpose is achieved, it results in its ruination and the end of functional ability of the whole construction object. Under disadvantageous external influences the active elements, due to theirs own changes and interdependent interactions with other structural components, contribute to preserving wholeness and safe functioning of construction-system.

Key words: construction-system, structure-forming cracks, cracks-destroyers, life cycle, structural changes, active elements, damage coefficients.

Вступ. Відповідно до сучасних уявлень тріщина є основним фактором, визначаючим руйнування матеріалів та конструкцій з них. При цьому сам процес руйнування пов'язаний з необоротним ростом тріщини, яка розділяє конструкцію на окремі частини. Спеціалісти відмічають, що тріщина проходить певні етапи свого «життя» – від моменту її зародження та підростання до перетворення в магістральну з виходом фронту тріщини на поверхню зразка або конструкції. Специфічна роль тріщини полягає у здатності концентрувати виникаючі деформації та напруження біля свого устя, що значно полегшує процес її росту в середовищі матеріалу.

В роботах [1, 2] проаналізовано неминучість появи тріщин на різних рівнях структурних неоднорідностей матеріалів з поліструктурною будовою. Показано, що тріщини беруть активну участь у спонтанній організації структури матеріалу, визначаючи шляхи стабілізації властивостей конструкції, та забезпечуючи тим самим реалізацію її функціональних можливостей. Присутність тріщин у матеріалі конструкції зумовлює перманентний нерівноважний стан окремих підсистем та всієї системи в цілому, що сприяє структурному розвитку системи, збільшенню її структурного різноманіття та, як наслідок, переходу в більш рівноважний та стабільний стан. Це свідчить про структуроутворюючу роль тріщин у самоорганізації відкритих складних динамічних систем, до яких віднесені будівельні конструкції. Водночас, основною причиною руйнування конструкцій є необоротний розвиток тріщин, що потребує вивчення умов переходу від тріщин, які виконують структуроутворюючу роль, до тріщин, що спричиняють руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій.

Структуроутворююча та руйнівна роль тріщин у життєвому циклі конструкції-системи. Представлення будівельної конструкції як системи ґрунтується на тому що:

- властивості конструкції визначаються властивостями її складових та сумісністю їх роботи;
- матеріал конструкції є складноорганізованим (поліструктурним);
- параметри структури матеріалу автоматично стають параметрами структури конструкції;
- зміна структурних характеристик при дії зовнішніх впливів викликає зміну властивостей матеріалу та, як наслідок, властивостей конструкції, що може бути причиною зміни її функціонального призначення.

Виходячи з цього, можна допустити, що конструкція як система: являє собою певну цілісність з визначеною ціллю функціонування; – складається з окремих елементів (підсистем), пов'язаних між собою; – властивості конструкції не зводяться до властивостей її складових [3, 6, 7].

В силу того, що конструкція повинна виконувати свої функції через набір певних властивостей, які залежать від характеру зовнішніх впливів, то її можна представити як відкриту систему [3, 4]. Сама конструкція є достатньо складноорганізованим об'єктом, що дозволяє розглядати її як складну систему [3, 5]. Зовнішні впливи, до яких відносяться нормовані силові навантаження та впливи, пов'язані з природно-кліматичною дією експлуатаційного середовища, можуть призвести до структурних змін матеріалу конструкції. Тому конструкції слід розглядати як динамічну систему [3, 4]. Не зведенням властивостей конструкції до властивостей її складових визначається не тільки й та не стільки значним набором структурних елементів, різних за властивостями та призначенням, але й рівнем взаємодії між структурними елементами та їх групами.

Життєвий цикл конструкції-системи включає в себе час від моменту її виготовлення та періоду функціонування до виведення з режиму експлуатації. Вихід з нормованого режиму експлуатації пов'язаний, як правило, з такою еволюцією структури матеріалу, при якій активні структурні елементи досягають критичних розмірів. До активних елементів структури віднесені тріщини та внутрішні поверхні розподілу, присутні на всіх рівнях неоднорідностей матеріалів з поліструктурною будовою [1].

Термін «тріщина» містить, на наш погляд, смисловий дуалізм, який є відображенням його діалектичної суперечності. Через це слід поділяти смислове навантаження даного терміну залежно від тієї ролі, яку тріщина виконує в матеріалі. На нашу думку, в загальному випадку під терміном «тріщина» потрібно розуміти структуроутворюючу та руйнівну роль у структурному перетворенні матеріалу конструкцій.

Структуроутворюючі тріщини (СТ) – це тріщини, які самозародилися на різних рівнях структурних неоднорідностей у період формування матеріалу та які здатні, змінюючи свої параметри, стабілізувати метаморфози структури на своєму рівні неоднорідностей, включати в роботу метастабільні елементи, перетворюватися у внутрішні поверхні розподілу та, тим самим, релаксувати деформації й напруження, сприймати та перерозподіляти на своїх берегах об'ємні деформації й т.п. Наявність у матеріалі СТ робить структуру такого матеріалу дисипативною, а їх присутність на різних структурних рівнях дозволяє зробити висновок про фрактальність матеріалу конструкції. Таким чином, структуроутворююча роль тріщин як об'єктивно існуючих елементів структури полягає в їх впливі на локальні структурні зміни матеріалу, що спрямовані на збереження його властивостей при дії на конструкцію всього комплексу нормованих та ненормованих експлуатаційних навантажень.

За визначенням «руйнування» – це поділ матеріалу на дві або більше частин берегами тріщин при дії на матеріал зовнішніх навантажень. Таким чином, відповідно до існуючих положень, руйнування являє собою кінцевий результат розвитку тріщин у матеріалі. Це дозволяє віднести тріщини, які здатні поділити своїми берегами матеріал зразків, конструкцій, будівель, споруд та інших об'єктів на окремі частини, до тріщин-руйнівників (ТР). Такі тріщини, як правило, не виникають у матеріалі відразу (за винятком катастрофічних ситуацій), а проходять певні етапи розвитку [8, 9]. Передбачається, що тріщини-руйнівники з'являються в структурі матеріалу як результат вичерпання функцій структуроутворюючих тріщин. Крім того, не виключені ситуації, при яких збільшується кількість СТ в одиниці об'єму структурного блоку з їх спонтанним укрупненням до розміру ТР (об'ємне руйнування).

У функціонуючій системі може виникнути ситуація, при якій структуроутворюючі тріщини вироджуються в тріщини-руйнівники, що є провісником зниження параметрів властивостей та початку періоду гібелі системи. Принципова схема перетворення «структуроутворюючих тріщин» у «тріщини-руйнівники» представлена на рис. 1.

В якості базової моделі прийнята модель конструкції у певного набору тріщин. У процесі дії на систему експлуатаційних навантажень відбувається зміна структури за рахунок активної участі структуроутворюючих тріщин в її перетворенні. В системі утворюються окремі блоки на кожному рівні неоднорідностей. При цьому не виключені випадки автономної роботи кожного структурного блоку на відповідних рівнях неоднорідностей. Процеси структурних змін усередині блоків можуть практично не змінювати міжблочну взаємодію, що сприяє отриманню заданого рівня параметрів. У свою чергу, такі структурні зміни всередині блоків вносять свій вклад у загальну структурну різноманітність системи (етап I...II функціонування, рис. 1). Завдяки цьому система виконує закладені в неї функції при структурі, що постійно змінюється. При

досягненні певного критичного різноманіття в системі самозароджуються нові достатньо активні елементи структури – тріщини руйнування.

В залежності від виду зовнішніх впливів та початкової структури причинами зародження нових елементів можуть бути критичні накоплення експлуатаційних тріщин в одиниці об'єму матеріалу (етап III-А, рис. 1) та утворення тріщин руйнування при невеликій структурній різноманітності системи (етап III-В, рис. 1). В обох випадках тріщини руйнування утворюються в основному шляхом злиття експлуатаційних «структуроутворюючих тріщин». Аналіз поверхонь руйнування цементного каменя показав, що тріщини руйнування (магістральні тріщини) проходять в основному міжблочними (міжкластерними) поверхнями розподілу.

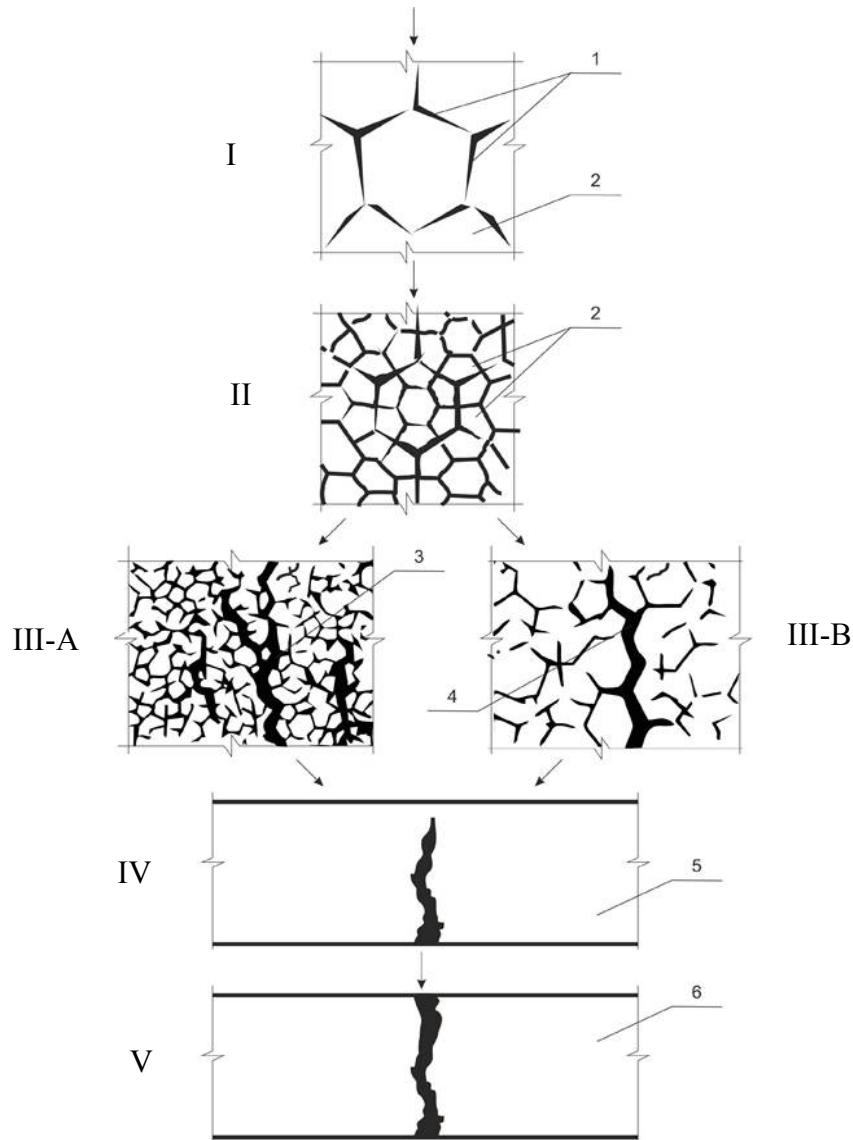


Рисунок 1. Принципова схема зниження безпеки функціонування системи:
 I...IV – етапи функціонування конструкції як системи: I – структурний розвиток системи;
 II – гранично допустимий структурний розвиток;
 III-A – критичне накопичення активних елементів в об’ємі матеріалу конструкції;
 III-B – злиття активних елементів у тріщину; IV – тріщина, що розвивається як самостійна система
 (система в системі); V – фінал розвитку тріщини;
 1 – активні елементи структури; 2 – структурні блоки; 3 – тріщини руйнування, утворені шляхом
 об’ємного накопичення активних елементів; 4 – тріщини руйнування, утворені за рахунок злиття
 експлуатаційних тріщин та міжблочних поверхонь розподілу; 5 – фрагмент конструкції з тріщиною
 руйнування, що розвивається (функціонування нової системи у вихідній структурі);
 6 – фрагмент зруйнованої конструкції (гибель нової та старої систем).

Figure 1. Principal diagram of decrease in safety the functioning system:
 I ... IV – stages of functioning of construction as systems: I – structural development of system; II - maximum
 allowable structural development; III-A – critical accumulation of active elements in volume of material of
 construction; III-B – merger of active elements in a crack; IV – developing crack as independent system (a
 system in the system); V – final of development of the crack; 1 – active elements of the structure; 2 – structural
 blocks; 3 – cracks of destruction formed by the volume accumulation of active elements;
 4 – cracks of destruction formed by the merger of operational cracks and interconnect interfaces; 5 – the
 fragment of construction with the developing destroying crack (functioning of new system in initial structure);
 6 – the fragment of a ruined construction (destroy new and old systems)

Можна припустити, що аналогічним чином тріщини руйнування розвиваються й у бетоні. Як правило, подібний тип розвитку магістральних тріщин характерний для тріщин втомленості при малоцикловому навантаженні [9, 10].

Для поліструктурних матеріалів зародження та початковий розвиток тріщин відбувається в технологічний період отримання матеріалу та його переробки в готовий виріб. Подальший опір руйнуванню значною мірою буде залежати від інфляції структуроутворюючої ролі початкових тріщин та їх переходу в ранг тріщин руйнування, що визначає потенціал внутрішньої безпеки функціонування конструкції. Для цього необхідно кількісно оцінити зміну загальної кількості тріщин у матеріалі.

В роботах [11, 12] пошкодженість цементного каменя та бетону технологічними й експлуатаційними дефектами пропонується оцінювати за допомогою коефіцієнтів пошкодженості K_p . Для визначення K_p загальну протяжність дефектів $\sum L$ співвідносять з площею поверхні, на якій вони з'явилися, a^2 , $K_p = \sum L / a^2$ (см/см²).

Фізична суть K_p полягає у визначенні протяжності (довжини) активних елементів на визначеній площі поверхні зразка. Запропонований метод дозволяє оцінити зміну інтегральної пошкодженості після структурних змінень, що відбулися в матеріалі при дії на нього зовнішніх навантажень. Однак коефіцієнт пошкодженості не дозволяє визначити зміну параметрів активних елементів залежно від їх виду. Для цього можна ввести два коефіцієнти, один з яких дозволяє оцінити пошкодженість через загальну протяжність тріщин ($K_p^T = L_T / S$), а інший – через протяжність внутрішніх поверхонь розподілу ($K_p^{PP} = L_{PP} / S$). Зміну пошкодженості можна визначити зі співвідношення $\Delta K_p = K_p / K_{p0}$, де ΔK_p – зміна пошкодженості; K_{p0} – коефіцієнт технологічної пошкодженості; K_p – коефіцієнт пошкодженості після впливу на систему експлуатаційних навантажень.

Трудність реалізації даного методу полягає в досить складній методиці виявлення, фіксації та визначення протяжності активних елементів на поверхні зразка. Крім того, проявлені тріщини можуть належати різним рівням структурних неоднорідностей, а методика потребує співвідносити їх з рівнем зразка (конструкції). Це не дозволяє об'єктивно оцінити роль активних елементів у формуванні властивостей матеріалів як складних систем (поліструктурних матеріалів).

Аналіз поверхонь руйнування зразків після визначення міцності на розтяг при вигині показав, що руйнівна тріщина має досить складну траєкторію розвитку. Випробування зразків з проявленими технологічними та експлуатаційними тріщинами дозволило встановити, що тріщина руйнування проходить, як правило, вже існуючими тріщинами та внутрішніми поверхнями розподілу. Це підтвердило вплив структури на характер руйнування складноорганізованих матеріалів і дало змогу запропонувати методику визначення K_p , за якою визначається фактична протяжність тріщини руйнування L_T : $K_p = L_T / L_0$, де L_0 – висота зразка. Значення K_p після випробування зразків можна визначити із залежності $K_p = S_T / S_0$, де S_T – площа поверхні руйнування зразка; S_0 – номінальна площа поверхні перерізу зразка.

Запропонований метод визначення K_p базується на енергетичному підході, за яким передбачається, що магістральна тріщина намагається при своєму рості мінімізувати поверхневу енергію, що звільняється, за рахунок мінімізації площі поверхні берегів тріщини. До значних недоліків даної методики визначення K_p можна віднести встановлені факти визначення однакової довжини тріщин руйнування (рівної площі поверхні руйнування) при істотно різних рельєфах берегів тріщин (площадок руйнування). Посередню оцінку пошкодженості можна отримати із співвідношення $K_p = S_B / S_0$, де S_B – площа одиничного структурного блоку; S_0 – площа однієї з граней зразка.

Розглянуті методи кількісного оцінювання пошкодженості далекі від досконалості та, на жаль, не завжди дозволяють оцінити «корисність» або «небезпеку» окремих елементів структури. У той же час за допомогою K_p можна визначити вплив рецептурно-технологічних факторів на зміну пошкодженості цементного каменя та бетону.

Більш насиченими інформацією є результати зі зміни K_p при експлуатації матеріалу в умовах багаторазового зволоження й висушування та заморожування й відтаювання, а також дії на матеріал динамічних силових навантажень (рис. 2). Експериментальні дослідження дозволили рекомендувати методи направленої зміни технологічної пошкодженості з метою прогнозованих змін. K_p для забезпечення потрібної стійкості матеріалу з урахуванням умов його експлуатації. Наведені дані з кількісного оцінювання пошкодженості матеріалів технологічними дефектами в залежно від умов зовнішнього впливу та зміни експлуатаційної пошкодженості підтверджують активність існування елементів структури у вигляді тріщин та внутрішніх поверхонь розподілу на окремих рівнях структурних неоднорідностей (цементний камінь, розчин, бетон).

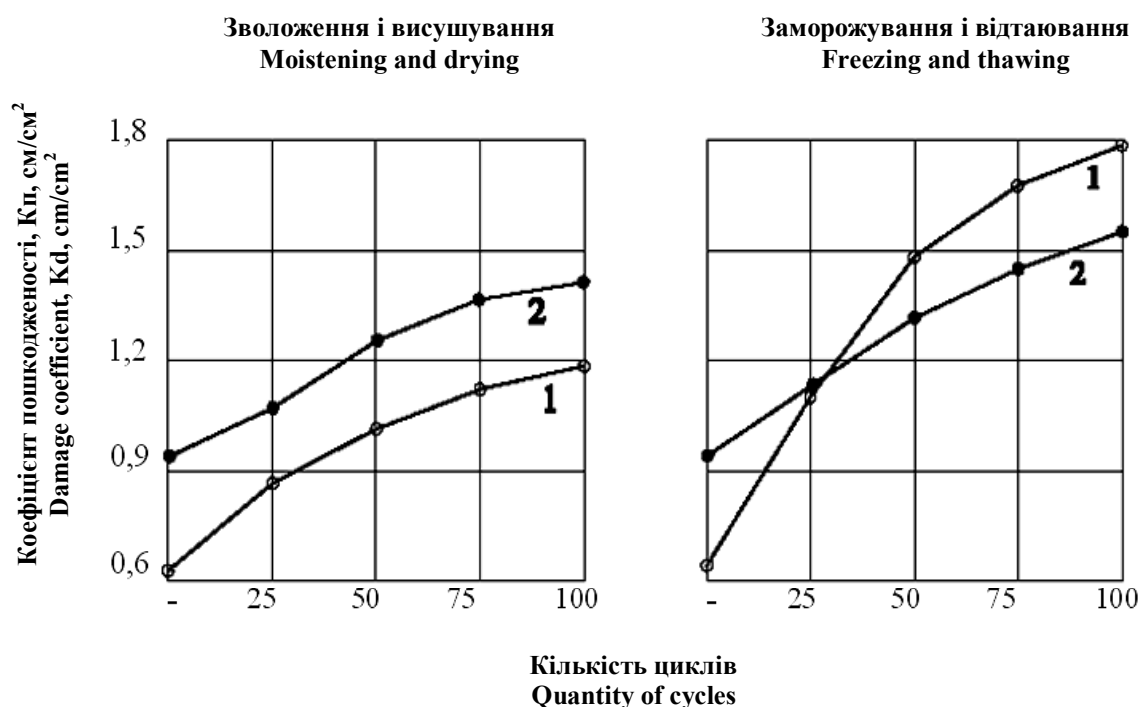


Рисунок 2. Зміна пошкодженості в умовах малоциклових експлуатаційних впливів:
1 – цементний камінь (В/Ц=0,28); 2 – цементний камінь з наповнювачем (В/Ц=0,28; Н=20%;
 $S_n=100 \text{ м}^2/\text{кг}$)

Figure 2. Change of damage under the low-cyclic operational influences:
1 – cement stone (W/C=0,28); 2 – cement stone with fillers (W/C=0,28; H=20%; $S_s=100 \text{ m}^2/\text{kg}$)

Запропоновані методи кількісного оцінювання структурних параметрів фіксують «портрет» структури, але не дозволяють розкрити причину виникнення та розвитку тріщин руйнування. На нашу думку, при досягненні критичного рівня структурної різноманітності (етапи III-A і III-B, рис. 1) у системі виникає ситуація, при якій один з елементів структури бере на себе функцію системи, в якій елемент виник. Він замикає ціль формування та існування системи на себе. Такий елемент структури, у

першу чергу, сприймає весь комплекс експлуатаційних навантажень, що сприяє його власному росту та при розмірі, порівняному з розмірами окремих підсистем (структурних неоднорідностей), вже не «відчуває» їх структурних особливостей. Це різко знижує структурну різноманітність системи. Процеси, які неминуче протікають в окремих підсистемах, структурних блоках та т. п. для домінуючого елемента структури не є значущими. Такий елемент структури в нашому випадку тріщина руйнування, сам є системою. Таким чином, тріщину руйнування можна розглядати як відкриту складну динамічну систему.

Відкритість передбачає, що тріщина елементами своєї структури здатна сприймати, передавати й перерозподіляти деформації та напруження навколишнього середовища. Для такої тріщини навколишнім середовищем є вихідна система.

Складність, в даному випадку, пов'язана не тільки зі складною структурою самої тріщини, але й з досить складною її поведінкою. Тріщини руйнування, будучи самі нестабільною системою та реагуючи на зовнішні впливи, здатні зупинятися, викривляти обриси фронту, вбирати в себе інші тріщини, реагувати на локальні та інтегральні поля залишкових деформацій.

Динамічність тріщини як системи передбачає, що кожен наступний її стан визначається попереднім. Новий стан при цьому може відрізнятися від попереднього за багатьма параметрами та показниками. Це передбачає необоротність розвитку динамічної системи в процесі досягнення цільової установки. Цільова установка нової системи, що утворилася, для якої вихідна система є підсистемою, полягає в забезпеченні свого власного розвитку.

Тріщина як система проходить повний шлях свого «життя» – народження, активне функціонування та гибель. Гибель тріщини як системи настає тоді, коли зникають головні її атрибути – устя та фронт. Відмінність тріщин-руйнівників від структуроутворюючих тріщин полягає, на нашу думку, в тому, що гибель перших пов'язана зі зникненням фронту при його виході на поверхню зразка, виробу, конструкції й т. п. Гибель структуроутворюючих тріщин здійснюється при виході їх фронту на береги інших тріщин та поверхонь розподілу. В даному випадку відбувається не стільки гибель структуроутворюючих тріщин, скільки їх спонтанна трансформація в якісно інший елемент структури – внутрішню поверхню розподілу.

В період активного життя (етап IV, рис. 1) для забезпечення пріоритету власного розвитку тріщина руйнування як система використовує потенційні можливості базової системи та її структурні особливості. До характерних особливостей «тріщини-системи» можна віднести: - розмір (об'єм), який включає в себе кілька підсистем базової системи та перетворює її в самостійну вельми нестабільну систему; - здатність «втягувати» в себе на шляху власного росту інші активні елементи структури; - здатність направленої концентрації енергії в зони свого розвитку, що практично виключає вплив структурного різноманіття базової системи на умови росту нової системи.

При досягненні певного етапу росту нова система здатна, використовуючи власні ресурси, необоротно розвиватися, починаючи існувати в своєму темпоритмі, прагнучи завершити свій розвиток (етап V, рис. 1). Це приводить до гибелі відразу двох систем – нової системи шляхом досягнення цілі свого існування та базової системи внаслідок втрати її основних функцій через загибель нової системи. На цьому завершується життя вихідної системи (зразка, конструкції, виробу) за рахунок завершення росту тріщини руйнування.

Висновки. Тріщини руйнування зароджуються в матеріалі конструкції при досягненні певного рівня структурного різноманіття. Зародження та розвиток таких тріщин пов'язані, як правило, з міжблочною взаємодією кожного рівня структурних

неоднорідностей. Якісні та кількісні характеристики самої структури та їх зміна у процесі функціонування системи можна оцінювати за допомогою коефіцієнтів пошкодженості (Кп). Метод визначення Кп використовується залежно від цілі досліджень та методичного й апаратного обладнання. Тріщину руйнування слід розглядати як відкриту складну динамічну систему. Метою існування такої системи є її власний розвиток. Поява тріщин руйнування (магістральних тріщин) спрощує структурне оформлення базової системи. Активність нової системи передбачає, що цілі нової системи переважають над ціллю функціонування вихідної системи. Досягнення мети розвитку тріщини як системи призводить до її гибелі та до завершення активного життя конструкції як системи.

Conclusions. Cracks of destruction arise in material of constructions when a certain level of structural diversity is achieved. Their initiation and development are caused as a rule, by inter-aggregate interaction of each level of structural heterogeneities. Qualitative and quantitative characteristics of the structure and theirs change while the system operation can be estimated by the damage coefficients (Kd). The method for determining Kd is chosen depending on the purpose of researches, methodical and hardware equipment. The crack of destruction should be considered as open complex dynamic system. The purpose of existence of such system is its own development. Appearance of destruction cracks (main cracks) simplifies the structural formalization of basic system. Activity of new system assumes that the purposes of new system dominate over the purpose of initial system functioning. Achieving of the purpose of the crack development as system results in its ruination and end of active life of the construction as a system.

Список використаної літератури

1. Выровой, В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции. Структура, самоорганизация, свойства [Текст] / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. – Одесса: «ТЭС», 2010. – 169 с.
2. Выровой, В.Н. Бетон в условиях ударных воздействий [Текст] / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, С.Б. Фиц. – Одесса: «Внешрекламсервис», 2004. – 270 с.
3. Могилевский, В.Д. Методология систем [Текст] / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 251 с.
4. Прангишвили, И.В. Системный подход и общесистемные закономерности [Текст] / И.В. Прангишвили. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
5. Сороко, Э.М. Структурная гармония систем [Текст] / Э.М. Сороко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 264 с.
6. Разумов, О.С. Системные знания: концепция, методология, практика [Текст] / О.С. Разумов, В.А. Благодатских. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 400 с.
7. Корчак, М.Д. Синергетика в теории и практике [Текст] / М.Д. Корчак, А.Ф. Чепцов. – Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2006. – 434 с.
8. Фудзи, Т. Механика разрушения композиционных материалов [Текст] / Т. Фудзи, М. Дзако. – М.: Мир, 1982. – 232 с.
9. Броек, Д. Основы механики разрушения [Текст] / Д. Броек. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
10. Ву, Э. Механика композиционных материалов [Текст] / Э. Ву; под ред. Дж. Сендечки. – М.: Мир, 1978. – С. 401 – 492.
11. Выровой, В.Н. Оценка влияния технологической поврежденности при помощи коэффициента интенсивности напряжений [Текст] / В.Н. Выровой, Н.Ю. Ширяева, С.С. Макарова // Принятие рецептурно-технологических решений по ЭС моделям. – Одесса: ОИСИ, 1994. – С. 5 – 6.
12. Дорофеев, В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций [Текст] / В.С. Дорофеев, В.Н. Выровой. – Одесса: Город мастеров, 1998. – 168 с.

Отримано 03.08.2015