УДК 531

Р.М. Запоточний, к.т.н.
(Інжинерна Академія України, Україна)

Тріщини в залізотетонних конструкціях і прилади для їх вимірювання

В статті розглянуто типи і причини винекнення тріщин в залізобетонних конструкціях, а також прилади для вимірювання їх ширини розкриття.

Вступ. Одними із найбільш розповсюдженних матеріалів будівельної галузі є бетон. Поєднання сталі і бетону уможливило виконувати різного типу будівельних конструкцій будівель і споруд. При реалізації будівельних об'єктів із залізобетону, важливим фактором є забезпечення захисту стальних стержневих елементів від дії агресивного середовища. Порушеня його може спричинити корозію стальних стержнів, а це призводить до зменшення несної здатності, довговічності, а також нормових параметрів щодо експлуатаційної придатності залізобетонного елементу конструкції.

Тріщини в залізобетонних конструкціях. Тріщина – це порушення суцільності твердого тіла, яка локалізована уздовж деякої поверхні; плоский дефект, молекулярні звязки між берегами якого є розірвані [1]. В праці [2] автор наводить поділ тріщин за походженням на осадові, силові та температурно-вологістні. Причиною винекнення тріщин у бетоні залізобетонної конструкції є зовнішні силові дії, внутрішні сили, що обумовлені зміною фізико-механічних властивостей матеріалів в період експлуатації будівельної конструкції. Тріщини є одними з найбільш розповсюдженних дефектів елементів будівель і споруд.

Проблематикою, що повязанна з діагностикою тріщин у будівельних конструкціях займалися А.Я.Барашиков, М.Д.Бойко, Р.І. Вейця, І.А.Фізделя, Р.Рибицький, О.Д.Панкевич, С.Д. Штовба та інші.

В проектуванні залізобетонних конструкцій, нормативними документами обмежується ширина розкриття тріщин бетону, а в деяких випадках недопускається [3]. Характер тріщоноутворення в бетонних і залізобетонних конструкціях описано в працях [4, 5, 6]. Тріщини залізобетонної конструкції можна описати за наступними характеристиками: розміщення і поширення; ширина розкриття; глибина залягання; початок і її закінчення; характер розгалуження; зміна напрямку поширення; зміна довжини існуючої тріщини; поява нових тріщин; зміна площі поверхні з тріщинами.

Виникнення тріщин в залізобетонних конструкціях. На появу і поширення тріщин бетону залізобетонної конструкції мають вплив багато чинників. Вони можуть виникати внаслідок затвердівання бетонної суміші молодого бетону, а в затверділому бетоні на етапі експлуатації будівельної конструкції. Найчастіше тріщини виникають з властивостей самого бетону, неправильного догляду за ним у період його твердіння, помилок допущених на етапі проектування, а також дії силових впливів на етапі експлуатації.

Аналізуючи існуючі залізобетонні конструкції і проблематику, яка пов'язана з їх тріщиноутворенням, тріщини також можна поділити за наступними критеріями [6]: за шириною розкритя тріщин (мікро і макро

тріщини); за формою і її поширенням (поодинокі, чисельні, розгалужені, хаотичні, з вираженим напрямком поширення – поздовжні, поперечні, косі, а також смуги тріщин які є паралельними до грані конструкції); за експлуатацією елементу конструкції, як допустимі або недопустимі в залежності до надійності, довговічності і щільності конструкції; за причинами винекнення тріщин в період реалізації чи експлуатації (поява зусиль розтягу при висихані бетону чи дії температури, згинання на етапі монтажу, зсуву і зсуву із згинанням). За остатнім критерієм тріщини поділяють на: окремі тріщини, тріщини від дії згину, тріщини від зсуву, тріщини поздовжні, тріщини від кручення і тріщии поверхневі.

В залежності від типу залізобетонної конструкції поява тріщин на її поверхні можна інтерпретувати, як безпечні або небезпечні. В певних умовах є потрібним виконання спостережень за поширення і розвитоком тріщини (тріщин), а також їх шириною розкриття, та встановити причини їх винекнення. Необхідно також звернути увагу на те, що поява тріщин у залізобетонних конструкціях може призвести до корозії стальних стержнів, а далі як наслідок втрата міцності перерізу, особливо це стосується попередньо напружених залізобетонних балок мостових конструкцій.

Прилади для вимірювання ширини розкриття тріщин. Вимірювання ширини розкриття тріщини можна виконувати безпосередковано використовуючи різного типу взірці-картки (шаблони), які необхідно прикласти на поверхню для вимірювань перпендикулярно до тріщини. У випадку залізобетонних конструкцій вимірювання необхідно проводити на поверхні бетону вздовж осі стежнів армування.

Якщо ширина розкриття тріщин не перевищує міліметра, а їх форма є нерегулярною, вимірювання, за допомогою типових приладів, таких як щілинометри чи лінійкі, мають досить велику похибку. В діапазоні допускальної ширини, що не перевищує 0,3мм, для вимірювань найчастіше використовують оптичні прилади. Вони дозволяють на кількакратне збільшення поверхні з тріщиною і уможливлюють виконати більш точного її вимірювання.

Найпростішими засобами для вимірювання ширини розкриття тріщини є прилади виконані з пластику (PCV), що показано на рисунку 1. Вони уможливлюють виконати вимірюваня в діапазоні від 0,1мм до 2,5мм з точністю 0,05мм, в діапазоні вимірювань від 0,1мм до 0,4 мм з точністю 0,1мм і в діапазоні від 0,4мм до 0,5 мм з точністю 0,1мм.

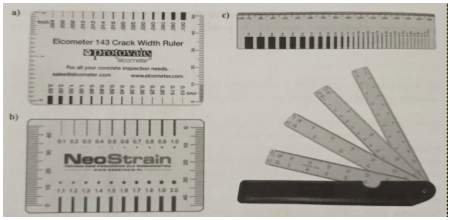

Рис.1 Шаблони і лінійкі для вимірювання ширини розкриття тріщин [6]

В польових умовах використоують кишенькові лупи Brinella, з нанесеною на них шкалою вимірювань. Їх використовують для вимірювання

ширини розкриття тріщин бетону (Рис.2 a, b). Система лінз дозволяє отримати збільшення зображення поверхні до 25 разів. Лупа може бути забезпечена шкалою з поділками з точністю до 0,1мм. У діапазоні вимірювань від 0 мм до 10мм прилад уможливлює виконати вимірювання ширини розкриття тріщини, а також радіус і діаметру елементів що знаходяться в полі зору.

Також є популярними у застосувані мікроскопи Brinella. Ці прилади мають більшу здатність до збільшення зображення на поверхні, а також можуть бути оснащенні джерелом світла. На рисунку 2 c, d, показано мікроскопи для вимірювань ширини розкриття тріщин. Діапазон їх точності вимірювань складає від 0,1мм при збільшенні двадцятикратному і аж до 0,001 мм при збільшенні трьохсоткратному.

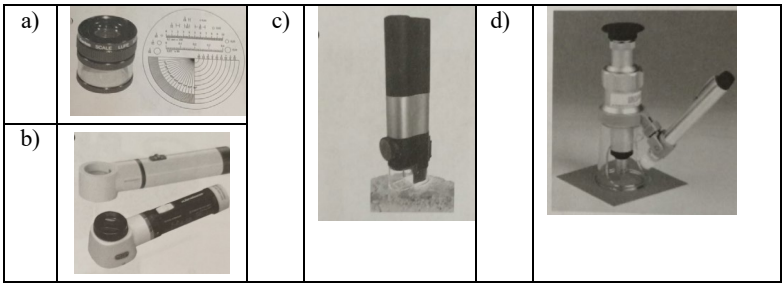

Рис.2. Оптичні прилади для вимірювання ширини розкриття тріщин [6]:
a),b) лупи Brinella; c), d) мікроскопи Brinella

Виявлення, розпізнавання типу і причин винекнення тріщин на елементі залізобетонної конструкції дозволяє ужити відповідні направні заходи, для забезпечення її надійності, довговічності і експлуатаційної придатності.

Список літератури

1. Финкель В.М. Трещина // Физика твердого тела. Энциклопедический словарь. – К., 1998. - Т.2.- С.343.

2. Хило Е.Р., Попович Б.П. Усиление строительных конструкций. Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1985. 156 с.

3. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування.

4. Бойко М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий. — Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975. — 336 с.

5. Рекомендации по оценки состояния и усилению строительных конструкций промзданий и сооружений. — М.: НИИСК, 1989. 65 с.

6. Ł. Drobiec, R.Jasiński, A.Piekarczyk. Diagnostyka konstrukcji żelbetowych. Metodologia, badania polowe, badania laboratoryjne betonu i stali. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa, 2010.- 658 str.

7. О. Д. Панкевич, С. Д. Штовба. Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань. Монографія.Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. – 108с.