

УДК 614.841.3

НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Пархоменко Р.В., Павлюк Ю.Е., Яковчук Р.С.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів

Проблема дослідження будівельних конструкцій, які зазнали впливу високих температур, щодо можливостей подальшої їх експлуатації залишається досить актуальною. В Україні щорічно виникають десятки тисяч пожеж в будівлях, так у 2009 році вогнем знищено і пошкоджено 21 тис. будівель і споруд, 2008 - 20 984, 2007 - 23 143.

Сьогодні можливість експлуатації конструкцій після пожежі визначають за такими основними та додатковими параметрами. Основні параметри: збереженість і ремонтпридатність, стійкість і залишкова несуча спроможність конструкцій, відсутність аварійного стану; додаткові: залишкові деформації матеріалів у вигляді додаткових прогинів, кутів повороту і перекосів конструкцій, а також додаткові тріщини і збільшена ширина їх розкриття. Для оцінки технічного стану конструкцій використовуються суб'єктивні та об'єктивні методи діагностики [1]. До суб'єктивних методів діагностики належать візуальний огляд будівельних конструкцій та оцінка міцності бетону склерометричним методом – простукування молотком. Для об'єктивного технічного діагностування використовуються механічні, оптичні й електричні засоби вимірювання.

Ці методи оцінюють стан конструкції на даний момент часу, тому не має можливості передбачити термін надійної роботи конструкції.

Як свідчить багатолітня практика дослідження пожеж, будівельні елементи конструкцій жодного будинку, споруди не здатні задовольнити одночасно три умови пожежної стійкості до безкінечності, а саме: зберігати достатню несучу здатність в умовах впливу високих температур не обвалюючись; бути придатними до повторної нормальної експлуатації після ремонту; мати задовільну здатність щодо перешкоджанню поширення небезпечних факторів пожежі [2].

В Україні прийнята та діє системи нормативних документів щодо захисту від пожежі об'єктів будівництва та встановлена пожежно-технічна класифікація будівельних матеріалів та конструкцій.

Будівельні матеріали класифікують за наступними показниками пожежної небезпеки [3]: горючістю, займистістю, поширенням полум'я поверхнею, димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння. За горючістю будівельні матеріали підрозділяють на негорючі та горючі. Негорючі будівельні матеріали за іншими показниками пожежної небезпеки не класифікують. Таким чином, цементний бетон відноситься до негорючих будівельних матеріалів.

Ступінь вогнестійкості будинку визначається межами вогнестійкості його будівельних конструкцій та межами поширення вогню по цих конструкціях [3]. Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкції, що визначається часом (у хвиликах) від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції: втрати несучої здатності, втрати цілісності, втрати теплоізолювальної здатності.

Значення межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають шляхом випробувань за [4], та стандартами на методи випробувань на вогнестійкість будівельних конструкцій конкретних видів або за розрахунковими методами відповідно до стандартів і методик.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності є обвалення конструкцій або виникнення відповідних граничних деформацій.

Граничним станом за ознакою втрати цілісності є стан, за якого виконується одна з наступних умов: загорання або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігрівальної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм протягом проміжку часу від 10 до 30 с; виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань не менше 150 мм; виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм; полум'я на необігрівальній поверхні зразка спостерігається протягом проміжку не менше ніж 10 с.

Граничним станом за ознакою втрати теплоізолювальної здатності є перевищення середньої температури на необігрівальній поверхні зразка над початковою середньою температурою цієї поверхні на 140°C або перевищення температури в довільній точці необігрівальної поверхні зразка над початковою температурою в цій точці на 180°C.

Показником здатності будівельної конструкції поширювати вогонь є межа поширення вогню (M). За межею поширення вогню будівельні конструкції підрозділяють на три групи: M0, M1, M2. За межею поширення вогню бетонні конструкції відносяться до групи M0 (межа поширення вогню дорівнює 0 см).

В залежності від конструктивного виконання бетонні конструкції можуть виготовлятися з найвищими показниками вогнестійкості та застосовуються в будинках I-III ступеню вогнестійкості [3].

Властивості бетонних будівельних конструкцій щодо показників вогнестійкості закладаються на стадії виробництва. Але після впливу на них високих температур, і вразі визнання будівлі придатною до подальшої експлуатації, за діючими методиками не існує як нормативних вимог, так і можливості для повторного визначення показників вогнестійкості конструкцій.

В діючі державні будівельні норми для визначення межі вогнестійкості включені три граничних стани конструкції щодо вогнестійкості, які об'єднують першу та третю умову пожежної стійкості. Друга умова пожежної стійкості, бути придатними до повторної нормальної експлуатації після ремонту, в державні будівельні норми не включена.

Сучасні будівельні конструкційні матеріали і конструкції схильні переважно до крихкого руйнування, тобто до руйнування через поширення дефектів типу тріщин. Від моменту утворення тріщини і до початку її критичного росту минає певний час. Як свідчить практика, під час експлуатації будинків та споруд різноманітного призначення досить часто трапляються випадки, коли регламентовані умови роботи будинку порушуються, наприклад, внаслідок просадки ґрунтів, виникнення пожежі чи інших природних та техногенних чинників.

Дані чинники можуть змінити робочу схему споруди, викликати додаткові навантаження, що може супроводжуватись додатковим збільшенням концентрації напружень в елементах, появою та ростом тріщин. Для запобігання аварійного стану конструкцій в таких випадках потрібна надійна методика оцінки придатності конструкцій до подальшої експлуатації.

Для вирішення цього завдання необхідно перейти від концепції руйнування бетону за міцністю до концепції руйнування за довговічністю, яка враховує інваріантні константи бетону: енергію руйнування та критичні коефіцієнти інтенсивності напружень. За цими параметрами можна оцінити кінетику розвитку тріщин під час силових і несилових впливів до критичного рівня, тобто визначити довговічність бетону [5].

Методи механіки руйнування все частіше використовуються для дослідження процесу руйнування бетону. Так, в роботі [6] представлені результати досліджень руйнування бетону при дії на нього сульфатно-хлоридних розчинів за повністю рівноважними діаграмами деформування, які, на думку авторів, найбільш точно відображають вплив агресивних розчинів на характер деформування і руйнування бетону.

У розрахунках за граничним станом міцності бетонний елемент розглядають під час його роботи в двох станах: початковому та зруйнованому. Руйнуванням бетонного елемента вважають момент, коли він сприймає навантаження рівне максимальній несучій здатності. Проте повне руйнування на фрагменти може відбуватися за навантаження набагато менше за максимальне, внаслідок досягнення тріщинами своїх критичних значень.

В роботі [7] відзначається важлива роль технологічних, експлуатаційних тріщин та внутрішніх поверхонь розподілу на експлуатаційні властивості композиційних будівельних матеріалів, якими є і цементні бетони. Тріщини та внутрішні поверхні розподілу відносяться до активних елементів структури матеріалу конструкції [8], які першими реагують на вплив природних та техногенних чинників.

На сьогодні пропонуються методики розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій, які використовують характеристики тріщиностійкості бетонів, отримані методами механіки руйнування - це, переважно, критичні коефіцієнти інтенсивності напружень. На даний час не існує нормування показників тріщиностійкості бетону залежно від його міцності, прогнозованого терміну експлуатації конструкції і рівня надійності, прийнятого при розрахунку.

Наприклад, автори [9] стверджують, що міцність бетону не має бути параметром для розрахунку характеристик тріщиностійкості, кожному класу бетону за міцністю повинно відповідати щонайменше три класи за в'язкістю руйнування: високої, середньої і низької тріщиностійкості. Інтегральний показник, що поєднує міцність і тріщиностійкість бетону, і має бути характеристикою якості бетону.

Результатами досліджень [5] встановлено, що відносна тріщиностійкість бетонів зменшується зі зростанням його міцності на стиск за залежністю, яка може бути апроксимована як лінійна. Як критерій тріщиностійкості пропонується взяти відношення в'язкості руйнування бетону до його міцності на стиск. Запропоновано чотири категорії якісного оцінювання тріщиностійкості бетонів для включення в нормативні документи при впровадженні розрахунку складів бетону для конструкцій певного призначення: висока, підвищена, середня, низька.

На даний час не проводились серйозні дослідження тріщиностійкості цементних бетонів, які зазнали впливу високих температур, для визначення силових і енергетичних характеристик відповідно до методів, визначених в [10]. Тому плануємо провести дослідження руйнування бетону після дії на нього температур 400°C, 800°C, 1200°C і понад 1200°C, що відповідають різним зонам теплового впливу [2], порівняти силові, енергетичні та міцнісні характеристики зразків до та після дії температури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шналь Т.М., Хоржевський В.І., Павлюк Ю.Е., Пархоменко Р.В. *Технічна діагностика та подальша експлуатація залізобетонних конструкцій після пожежі* // Вісник НУ «Львівська політехніка»: Теорія і практика будівництва. - №144. - Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка». – 2002. – С.184 – 189.
2. Ильин Н.А. *Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции.* – М., 1979. – 128 с.
3. ДБН В.1.1 -7 - 2002 *Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.*
4. ДСТУ Б В.1.1-4-98 *Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.*
5. Солодкий С.Й. *Трициностійкість бетонів на модифікованих цементях.* монографія / Солодкий С.Й. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2008.- 144 с.
6. Тытюк А.А., Савицкий Н.В., Веселовский Д.Р., Пирадов К.А. *Использование методов и принципов механики разрушения для исследования свойств бетонов, подверженных воздействию агрессивных сред* // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. - К.: НДІБК, 2005. – Вип. 62. – С. 343 – 350.
7. *Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости* /Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. – Киев: Будивельник, 1991. – 144 с.
8. В.Г.Суханов, В.Н.Выровой. *Моделирование структуры материала конструкций как открытых самоорганизующихся систем* //Материалы к 47-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов “ Компьютерное материаловедение и прогрессивные технологии” (МОК'47). – Одесса: “Астропринт”, 2008.- С.201-202.
9. Зайцев Ю.В., Сахи Д.М., Пирадов К.А. *Механика разрушения бетонов различной макроструктуры.* – М.: МГОУ, 2002. -225 с.
10. ГОСТ 291657-91 *Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.*

АНОТАЦІЯ: Розглянуті вимоги нормативних документів до будівельних конструкцій щодо захисту від пожеж, існуючі критерії оцінки стану бетонних конструкцій після пожежі. Запропоновано використання методів механіки руйнування для дослідження бетонів після впливу на них високих температур.