

А.С. Пушкаренко, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ ПОЖЕЖІ

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.М.)

Наведені основні положення оцінки стану залізобетонних конструкцій після високотемпературного нагріву при пожежі, основні фактори, що впливають на зміну фізико-механічних властивостей і можливості їх подальшої експлуатації.

Ключові слова: залізобетонні конструкції, вогнестійкість, фактори впливу фізико-механічних властивостей.

Постановка проблеми. В наслідок високотемпературного нагріву при пожежі несуча здатність залізобетонних конструкцій знижується, а після певного часу теплової дії і механічного навантаження вони руйнуються. Забезпечення вимогаємої межі міцності конструкцій підвищує пожежну безпеку будівель і споруд, що суттєво скорочує матеріальні втрати від пожежі.

Оцінку вогнестійкості залізобетонних конструкцій можливо здійснити за допомогою випробувань, які є трудоемкими і коштуючими досить дорого. Тому так важливо мати методи рішення цього актуального питання розрахунковим шляхом і проектування конструкцій з вимагаємою вогнестійкістю.

Цілеспрямоване застосування залізобетонних конструкцій з різною термостійкістю, засобів її підвищення при проектуванні мають велике народногосподарче значення, забезпечує підвищення ефективності капітального будівництва, економію матеріалів і витрат праці, скорочення втрат від пожежі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Практика обстеження будівель і споруд, що постраждали від пожежі, підтверджує економічну доцільність експлуатації конструкцій після відбудови [1-3]. При цьому враховують зміни експлуатаційних характеристик конструкцій, кількісна оцінка яких потребує знань про зміну фізико-механічних властивостей бетону і арматури, особливостях їх сумісної роботи в умовах високотемпературного нагріву.

Відомо, що сумісна робота бетону і сталевих арматур в залізобетонних конструкціях визначаються об'єднанням фізико-механічних властивостей цих матеріалів. Між затвердівши бетоном і арматурою виникають сили зщеплення, що забезпечують сумісні деформації матеріалів в залізобетонних елементах під навантаженням.

Фізико-механічні і реологічні властивості бетону і арматури при нагріві впливають на їх зщеплення.

Для нагрітого бетону діаграму $\sigma - \varepsilon$ можна описати аналогічною залежністю виду

$$\sigma / \sigma = (\varepsilon / \varepsilon) \exp(1 - \varepsilon / \varepsilon_R) \quad (1)$$

Як і при дії на бетон зовнішнього навантаження, при нагріві і збільшенні напружень до $\sigma_{\max}$ у ньому поширюються існуючі і з'являються нові мікро- і макротріщини. Наявність розтягуючи напружень від тиску пари в структурі бетону може привести до розвитку макротріщин в бетоні і його дочасного руйнування.

Теплова дія на структуру арматурної сталі веде до зміни її міцності і деформативних характеристик. Опір нагрітої арматури розтягненню $R_{s,te}$. В розрахунках визначають через опір арматури при нормальній температурі і коефіцієнту умов роботи арматури $\gamma_{s,te}$, що враховує нагрів

$$R_{s,te} = \gamma_{s,te} R_{sn} \quad (2)$$

З підвищенням температури збільшуються деформації поширення сталі, пружні деформації за рахунок зниження модуля пружності арматури E_s і пластичні за рахунок розвитку швидкопротікаючих деформацій повзучості. Модуль пружності арматури при нагріві

$$E_{s,te} = \beta_s E_s \quad (3)$$

де β_s - коефіцієнт, враховуючий зниження модуля пружності арматури при нагріві.

Зміна деформативних властивостей сталі обумовлюється особливостями взаємодії з бетоном при високотемпературному нагріві. Розвиток пластичних деформацій веде до зменшення площі перерізу розтягнутої арматури і послабленню її контакту з бетоном.

Постановка задачі та її вирішення. Кількісна оцінка міцності і деформативності зщеплення арматури з бетоном і їх вплив на граничні стани конструкцій в умовах нагріву, включаючи пряму вогневу дію визначає можливість подальшої експлуатації залізобетонних конструкцій після пожежі.

Для порівняльної оцінки міцності і дефектності бетону постраждалих від пожежі конструкцій доцільно в якості еталону прийняти бетон аналогічних конструкцій цієї ж будівлі в приміщеннях, де не було пожежі. Необхідно обстежити усі залізобетонні конструкції бу-

дівлі, де виникла пожежа, виділяючи фактори, що характеризують стан конструкцій (табл.1). Конструкції, що одержали дефекти і пошкодження, за несучою здатністю і експлуатаційними властивостями можуть бути віднесені до одного з слідуєчих станів:

- 1-й стан – нормальний;
- 2-й стан – задовільний;
- 3-й стан – непридатний до нормальної експлуатації;
- 4-й стан – аварійний.

При оцінці стану конструкціям слід звернути особливу увагу на можливість наявності прихованих тріщин у вертикальних стінах між порожнинами багатопустотних плит перекриття. Виявляються ці тріщини по їх виходу на нижню поверхню плити і простукуванням стінок через нижню поверхню. В останньому випадку необхідна перевірка на одній-двох плитах з вилученням бетону і оглядом стінки між порожнинами.

Таблиця 1 – Стан конструкцій після пожежі

Контролюємий фактор	Нормальне	Задовільний	Непридатний до експлуатації	Аварійний
Вигин конструкції	Не перевищує нормуємих значень	Не перевищує нормуємих значень	Менше	Більше
Температурні тріщини	Не має	Візуально не відмічені	Менше 0,5 мм.	Більше 0,5 мм.
Силкові тріщини	Не перевищує нормуємих значень	Не перевищує нормуємих значень	Менше 0,5 мм.	В зоні анкировки більше норми
Наявність сажі і копоті: на колонах на плитах	Є місцями Є місцями	Немає Є місцями	Немає Усе вкрито	Немає Немає
Колір бетону	Натуральний	Рожевий	До темно-жовтого	Світло-жовтий, сірий
Відшарування бетону	Немає	Дрібне, рідко зустрічається	Часто зустрічається	Суцільне
Відколювання бетону	Немає	В кутах, не більше захисного шару	З оголенням крайнього рядка стержнів	З повним оголенням арматури
Оголення робочої арматури	Немає	Менше 1/5 довжини за межею анкерів	Менше 1/2 довжини за межею анкерів	У зоні анкерів

Висновок. Для визначення несучої здатності, вигинів і тріщино-стістійкості залізобетонних конструкцій необхідно враховувати зміну властивостей і умов сумісної роботи бетону і арматури після пожежі. Введення в розрахунок коефіцієнтів умов роботи матеріалів дозволяє врахувати вид бетону, клас арматури, умови твердіння при дії високої температури нагріву при пожежі, а також дії води на залізобетонні конструкції при гасінні пожежі. Крім цього вони враховують зміни міцності бетону після дії вогню і зовнішнього навантаження.

Несучу здатність, вигини, тріщино-стістійкість залізобетонних конструкцій після пожежі визначають методом кінцевих елементів або пошаровим розрахунком, приймаючи механічні властивості бетону і арматури кожного шару або елемента з урахуванням температури його нагріву при пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1 – 7 – 2002 [Чинний від 2003-05-01]. – К.: Держбуд України, 2003 – 38 с.

2. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций. – М.:Стройиздат 1998.

3. Методические рекомендации по классификации дефектов и повреждений в несущих железобетонных конструкциях промышленных зданий.- Промстрой – НИИпрект, НИИЖБ. – М.:Стройиздат, 1999.

nuczu.edu.ua

А.С. Пушкаренко

Оценка возможности эксплуатации железобетонных конструкций после пожара.

Приведены основные положения оценки состояния железобетонных конструкций после высокотемпературного нагрева при пожаре, основные факторы, что влияют на изменения физико-механических свойств и возможности их дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, огнестойкости, факторы влияния физико-механических свойств.

A.S. Pushkarenko

Assessment opportunities manual reinforced concrete structures after fire.

The basic situation assessment of reinforced concrete structures after heating at high fire, the main factors influencing physical and mechanical properties and possibilities of their further use.

Keywords: reinforced concrete structures, fire resistance, influence physical and mechanical properties factors.