

## ВРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОГРІВУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗІ СПУЧУВАЛЬНИМИ ПОКРИТТЯМИ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЇХ ВОГНЕСТІЙКОСТІ

*О.В. Васильченко, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України,  
Харків,*

*В.С. Ольховський, курсант, Національний університет цивільного захисту України, Харків*

Об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН), в яких обертаються легкозаймисті речовини, в основному відносяться до каркасної конструктивної системи з несучим сталевим каркасом. Основна небезпека при нагріванні металевих конструкцій полягає в значних деформаціях і швидкій втраті ними міцності, починаючи вже з 350 °С. Ефективним методом вогнезахисту сталевих конструкцій є використання покриттів, що спучуються [1].

При проектуванні та зведенні сталевих каркасних конструкцій, захищених спучувальними покриттями, для забезпечення нормативних значень їх вогнестійкості з'являється необхідність прогнозування відповідних показників з урахуванням умов силових навантажень. Тут можливі два підходи:

- оцінити межі вогнестійкості існуючих сталевих конструкцій, захищених спучувальними покриттями;
- запропонувати тип і товщину шару покриттів, що спучуються, для забезпечення необхідної вогнестійкості сталевих конструкцій.

Експериментально визначити вогнестійкість великих сталевих конструкцій, захищених спучувальними покриттями, в складі споруди практично неможливо. Тому необхідна попередня оцінка їх меж вогнестійкості.

Проблема розрахункової оцінки полягає в тому, що при нагріванні кардинально змінюються не тільки властивості захисного покриття, його товщина і структура, але також властивості металевої конструкції, і все це слід враховувати при розробці методу розв'язання задачі [1].

Особливістю вогнезахисних покриттів, що спучуються, є швидке збільшення їх об'єму при нагріванні і утворення "шуби" з низькою теплопровідністю, що захищає основний матеріал від нагрівання [1]. Існуючі методики розрахунку дозволяють достовірно розраховувати ефективність таких захисних покриттів, враховуючи час прогріву початкового шару до початку його спучування і, потім, час, протягом якого спучений шар здатний захищати конструкцію [1, 2]. При цьому для сталевих конструкцій в зв'язку з високою теплопровідністю сталі часом досягнення межі вогнестійкості вважають момент, коли температура на межі «захисне покриття - метал» стає рівною критичній температурі конструкції [2]. Значення меж вогнестійкості, розраховані таким чином, тобто ті, що не враховують час прогріву власне металевої конструкції, яка знаходиться в напруженому стані, можуть бути трохи заниженими.

Для уточнення розрахункової межі вогнестійкості стиснутої сталевий конструкції, захищеної покриттям, що спучуються, необхідно розрахувати час її прогріву до критичної температури в залежності від початкової товщини покриття.

Межа вогнестійкості сталевий конструкції  $\tau_{kp}$  можна уявити як суму часів прогріву:

- захисного покриття  $\tau_{Fb}$  до температури його спучування  $t_{Fb}$ ;
- спученого шару  $\tau_{Fs}$  до критичної температури сталевий конструкції  $t_{kS}$ ;
- сталевий конструкції до втрати міцності  $\tau_{kS}$ :

$$\tau_{kp} = \tau_{Fb} + \tau_{Fs} + \tau_{kS} . \quad (1)$$

Розрахунки проводилися на прикладі сталевих одноопорних центрально стиснутих колон різного перетину, покритих вогнезахисним спучувальним покриттям "Терма", що

обігріваються з 4-х боків. Знаючи характеристики колони, коефіцієнт зниження несучої здатності  $\gamma_T$ , параметри вогнезахисного спучувального покриття "Терма" і задавшись постійним навантаженням, можна визначити для неї критичну температуру. Обчисливши наведену товщину колони  $\delta_k$ , можна визначити час втрати міцності [2, 3].

При розрахунках були зроблені наступні допущення [3]:

- процес прогріву розглядався для локальної ділянки як для напівнескінченного тіла з граничними умовами 3 роду;
- час спучування захисної плівки не враховувався;
- передбачалося, що тепловий контакт між шаром захисного покриття як до спучування, так і після спучування і сталевую конструкцією є ідеальним.

**Таблиця 1. Розрахункові значення межі вогнестійкості сталевих одноопорного колон покритих вогнезахисним покриттям "Терма"**

Профіль колони	Периметр що обігрівається, мм	Площа перерізу, мм <sup>2</sup>	Наведена товщина, мм	Товщина покриття, мм	Час прогріву покриття, $\tau_{Fb} + \tau_{F_s}$ , хв	Час прогріву колони, $\tau_{ks}$ , хв	Межа вогнестійкості, $\tau_{cr}$ , хв
Двотавр 50Б1	1766	9298	5,26	1,0	59	10	69
				2,0	70		80
Двотавр 50Ш1	2146	14570	12	1,0	60	12	72
				2,0	72		84

Розрахунки показали, що час прогріву власне сталевих конструкцій до втрати ними міцності становить 10...15 % від розрахункової межі вогнестійкості. Причому цей внесок буде зростати при збільшенні наведеної товщини конструкції. І оскільки критична температура сталевих конструкцій залежить від величини навантаження на них і межі опору сталі, то ці критерії слід враховувати при проектуванні вогнезахисту.

Таким чином, на прикладі показано, що при розрахунках межі вогнестійкості захищеної сталеві конструкції обов'язково слід враховувати крім часу прогріву покриття, що спучується, до критичної температури також час втрати міцності самої сталеві конструкції, яке залежить від величини навантаження на неї і межі опору сталі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. – М.: Изд. Стройиздат, 1984.– 240 с.
2. Бессонов Н.М. Расчетный метод определения пределов огнестойкости металлоконструкций, покрытых огнезащитным вспучивающимся составом / Бессонов Н.М., Еремина Т.Ю., Дмитриева Ю.Н., Крашенинникова М.В. // Пожарная безопасность. – 2007. – № 1. – С. 22-28.
3. Васильченко А.В. Оценка огнестойкости стальных колонн каркаса со вспучивающимся огнезащитным покрытием / Васильченко А.В. // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2017. – Вып. 42. – С.7-11. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5663>.