

Тоді, аналізуючи витрати та можливий прибуток від роботи того чи іншого об'єкта з використанням залежності (6), можна прийняти рішення про підвищення його надійності.

Висновки

1. В технічній літературі недостатньо висвітлені питання, які пов'язані з надійністю багатофункціональної пожежної техніки. Дані, які наведені головним чином тільки у стандартах, стосуються нормованих показників надійності.

2. Для визначення дійсних значень основних показників надійності багатофункціональної пожежної техніки, а саме безвідмовності роботи та довговічності, необхідно проводити довготривалі експериментальні дослідження, які б враховували її умови роботи.

3. В більшості випадків багатофункціональна пожежна техніка потребує підвищення її надійності, але це підвищення необхідно обґрунтовувати визначенням економічної ефективності.

4. На підставі отриманих даних потребується подальша робота в цьому напрямку з проведенням досконалих експериментальних досліджень, що дасть можливість встановити фізику та моделі відмов, а також надійність складних систем пожежної техніки та її ефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проников А.С. *Надежность машин*. – М.: *Машиностроение*, 1978. – 592 с.
2. *Методы повышения долговечности деталей машин*. Под редакцией В.Н.Ткачева. – М.: «*Машиностроение*», 1971. – 272 с.
3. Авдонькин Ф.Н. *Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации*. – Саратов: Изд. Саратовского университета, 1973. – 192 с.
4. Базовский И.Н. *Надежность, теория и практика*. – М.: «*Мир*», 1975. – 373 с.
5. *Пожарная техника*. Под редакцией М.Д. Безбородько. – М.: 1989. – 335 с.
6. Яковенко Ю.Ф., Кузнецов Ю.С. *Диагностирование технического состояния пожарных автомобилей*. – М.: *Стройиздат*, 1983. – 248 с.
7. *Машины и аппараты пожаротушения*. Под редакцией Н.Ф. Бубыря. – М. 1972. – 528 с.
8. *Пожарная техника. Каталог-справочник*. – М.: Изд. ЦНИИТЭстроймаш, 1970. – 660 с.
9. Гулида Э.Н. *Управление надёжностью цилиндрических зубчатых колёс*. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1983. – 136 с.
10. ДСТУ 2860-94. *Надійність техніки. Терміни та визначення*. – К.: *Держстандарт України*, 1995. – 92 с.
11. *Державні стандарти України (збірник). Пожежна безпека. Продукція протипожежного призначення*. – Київ, 2000.
12. *Настанова з технічної служби Державного департаменту пожежної безпеки МВС України. Наказ МВСУ № 628 від 26.06.2002р.*

УДК 641.841.332

Т.Б. Юзьків, к.т.н., Ю.В. Гуцуляк, к.т.н., доцент, М.З. Лоза к.т.н., (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ВПЛИВ БАЛОК І ПРОГОНІВ НА ПОВЕДІНКУ КАМ'ЯНИХ СТІН В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

В статті проведено аналіз впливу матеріалу балок і прогонів перекриттів на характер руйнування будівельних конструкцій та кам'яних стін під час пожежі, а також методи їх відбудови.

Одним з головних факторів, який впливає на будівельні конструкції при пожежі є висока температура процесу горіння. Всі явища, що його супроводжують – деформація, часткове руйнування будівельних конструкцій і технологічного обладнання, вибухи тощо – є наслідком дії високих температур. Металеві конструкції швидко нагріваються і втрачають свою міцність, деревина горить, пластмаси виділяють токсичні продукти горіння. Конструкції втрачають несучу здатність та цілісність, що призводить до подальшого розповсюдження пожежі.

Відновлення пошкоджених або зруйнованих об'єктів, зміна способу експлуатації будівель та споруд після пожежі – одне із актуальних завдань, які стоять перед будівельниками. В таких ситуаціях не обійтись без реконструкції, підсилення, модернізації, ремонту або заміни будівельних конструкцій. Виконання цих робіт вимагає попереднього обстеження та розробки на його основі технічних рішень. В деяких випадках відновлення конструкцій ускладнюється тим, що ці роботи проводяться на діючих об'єктах.

Більшість будівель після пожежі піддаються відбудові. Перш ніж прийняти рішення про відбудову зруйнованого пожежею будинку необхідно досконало вивчити особливості роботи окремих конструкцій і споруди в цілому з урахуванням пожежного навантаження, визначити межі зон пошкодження будівель та споруд, розробити рекомендації до відновлення експлуатаційних характеристик конструкцій. Особливу увагу приділяють вивченню стану всіх стін, залежно від їх виду:

- руйнування або пошкодження несучих стін внаслідок дії високої температури;
- руйнування або пошкодження самонесучих, ненесучих стін, як складової частини конструкції будинку.

До першої групи відносяться пошкодження, що виникають в цеглі та розчині внаслідок дії високих температур. При високих температурах з поверхні цегли шарами злущується матеріал. Глибина пошкоджень може складати декілька сантиметрів. Найбільших пошкоджень зазнають краї та зовнішні частини пілястрів та консолей, оскільки вони піддаються нагріванню, щонайменше з двох сторін. Також слід відмітити, що пустотіла цегла є більш вразливою до дії високої температури, ніж звичайна. При нагріванні одна з стінок цегли тріскає або відлітає.

Вплив таких пошкоджень на міцність цегли та стін в цілому зростає із зменшенням товщини стіни. Достатньо небезпечними є обгорілі пілястри та консолі, що сприймають значне навантаження. Оскільки лінійне розширення звичайної цегли є невеликим, близько $(3-9) \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, то деформація стін є незначною і не викликає негативних наслідків.

Міцність цементних, цементно-вапняних і особливо вапняних розчинів зменшується під впливом високої температури, але при цьому відбуваються лише поверхневі пошкодження, які вимагають лиш очищення обгорілої штукатурки перед відновлювальними штукатурними роботами.

Відновлення пошкоджених стін, стовпів, колон полягає в підсиленні обгорілих частин із наступною заміною пошкоджених ділянок стін новою цеглою з використанням цементних, цементно-вапняних розчинів. При більших пошкодженнях пілястрів і консолей в старій стіні встановлюються металеві арматурні сітки, які покращують зв'язок з відновленою конструкцією. Значно пошкоджені стовпи та пілястри, які несуть достатньо велике навантаження, необхідно повністю демонтувати з попереднім монтажем підсилюючих опор та риштувань з метою перерозподілу навантажень і наново їх вимувувати. Коли таке підсилення не можливе, то пошкоджений елемент підсилюється додатковою металевою обіймою з наступним покриттям її шаром штукатурки товщиною 50-60 мм.

До другої групи пошкоджень можна віднести: тріщини в стінах, нахил цілої стіни або її частини відносно вертикальної осі. В даному випадку особливу увагу потрібно приділити

матеріалові балок або прогонів. Якщо взяти, наприклад, дерев'яні балки, то вони при дії високих температур швидко згорають і практично не видовжуються (лінійне розширення деревини вздовж волокон становить $3,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$), що не викликає появи горизонтальних сил в стінах, якіб сприяли утворенню тріщин. Отже стіни будівель з дерев'яними балками під час пожежі не випучуються і не відхиляються від вертикального положення і при відбудові не потребують підсилюючих заходів.

Інша ситуація виникає при дії високої температури на стіни, на які опираються металеві балки. В даному випадку при температурі вище 550°C сталь переходить в пластичний стан. Температура нагрітих поверхонь будівельних конструкцій під час пожежі може досягати $800-1600^\circ\text{C}$.

Для двотавру №27 довжиною 6,0 м з коефіцієнтом лінійного розширення $\alpha_1=12 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, нагрітого до температури $t_1=250^\circ\text{C}$ модуль пружності становить $E^1=2,15 \cdot 10^5$ МПа, а при температурі $t_2=550^\circ\text{C}$ модуль пружності - $E^2=1,26 \cdot 10^5$ МПа, а видовження будуть відповідно

$$\Delta l_{250} = \alpha \Delta t l = 250 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 6 = 0,18 \text{ м};$$

$$\Delta l_{550} = \alpha \Delta t l = 550 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 6 = 0,396 \text{ м}.$$

Стальна балка, защемлена з двох сторін, виконана з того ж двотавру з площею поперечного перерізу $A=40,2 \text{ см}^2$ нагріта до температури $t_1=250^\circ\text{C}$ та $t_2=550^\circ\text{C}$ відповідно, не має можливості видовжуватись, тому в ній виникає поздовжня стискаюча сила:

$$N_{250} = \alpha \Delta t EA = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 40,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 = 2593 \text{ кН},$$

$$N_{550} = \alpha \Delta t EA = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 550 \cdot 1,26 \cdot 10^5 \cdot 40,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 = 3343 \text{ кН}.$$

Залежно від величини поздовжньої сили можливі два випадки поведінки конструкцій:

- стіна є такою масивною, що не відхиляється від вертикального положення, тому прогони і балки викручуються;
- стіна тонка і відхиляється, надаючи можливість хоча б частково видовжитись балці.

В останньому випадку відхилення стіни від вертикального положення може виглядати по-різному. Якщо нема поперечних стін, то поздовжня сила розпирає стіну вздовж горизонтальних швів, пересуваючи її частину назовні або викликає її нахил у вертикальній площині. Якщо є поперечні стіни, то, як правило, відбувається відривання поздовжньої стіни від поперечної. При довгих балках можуть виникати переміщення на декілька сантиметрів.

Як правило стіни тріскають в найслабших місцях, інакше кажучи в місцях найменшого поперечного перерізу, а, отже, вздовж димоходів, вентиляційних каналів, у підвіконних стінах тощо. В кладках на розчині невисоких марок і цеглі високої міцності тріщини проходять вздовж горизонтальних і вертикальних швів, а при високих марках розчину і цеглі невеликої міцності відбувається руйнування цегли. Як відомо, при температурі вище 550°C сталь втрачає свою міцність, внаслідок чого балки і прогони під дією розпираючих сил викручуються, потім згинаються і руйнуються під вагою перекриття, викликаючи тим самим нові відхилення стін, або їх руйнування. Якщо ж балки не руйнуються, а лише видовжуються і викручуються при високих температурах, то після пожежі вони скорочуються і викликають зусилля в зворотньому напрямку.

В умовах пожежі в залізобетонних конструкціях відбувається зниження міцності бетону і арматури, яке має суттєве значення для визначення граничного стану і втрати робочих функцій конструкції в нагрітому або охолодженому стані. Для залізобетонних конструкцій велике значення має збереження попереднього напруження в арматурі під час пожежі і після неї. Втрата попередньо напруженого стану в арматурі може виникнути як в наслідок повзучості, так і в наслідок ослаблення анкерних з'єднань.

Металеві та залізобетонні закріплені з двох кінців балки при охолодженні не можуть скоротитись і в них виникають додаткові напруження, тому під час демонтажу таких конструкцій можуть виникати небезпечні ситуації для робітників.

Необхідно також враховувати зовнішні впливи на будівлю, такі як вібрація від руху транспорту, атмосферні явища, які при відновлювальних роботах можуть погіршити її технічний стан. Незначне відхилення стін від вертикального положення можна вважати допустимим. При відновлювальних роботах підпираються стіни, які відхилились на 1/3 товщини. Приклад такого підпирання показаний на рис. 1.

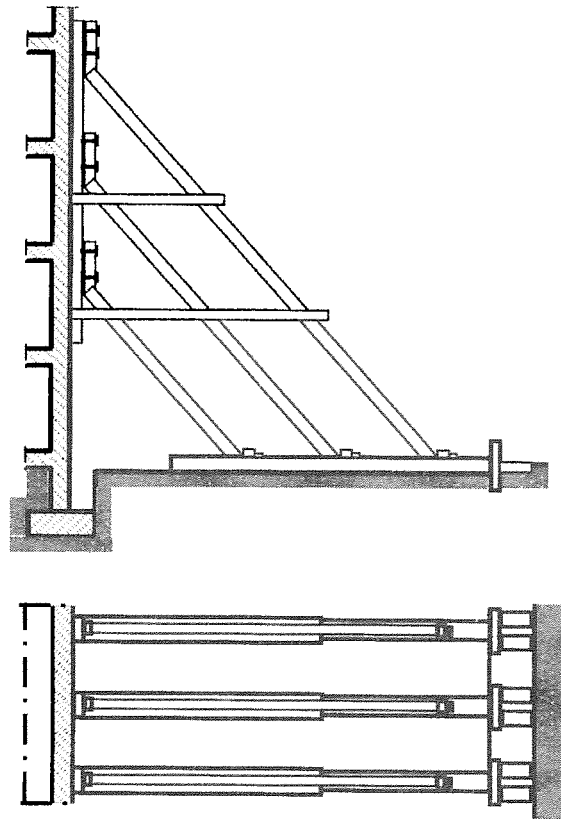


Рис. 1. Схема підсилення кам'яних стін

Висновки

1. Характер руйнування кам'яних стін під час пожежі, суттєво залежить від матеріалу прогонів і балок перекриття.
2. Дерев'яні балки і прогони не спричиняють руйнування кам'яних стін під час пожежі.
3. У випадку металевих або залізобетонних балок і прогонів руйнування будівель залежить від товщини стін та розмірів прогонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Maslowski E, Spizewska D. Wzmacnianie konstrukcji budowlanych. – Warszawa.: Arkada, 2002, – 358 s.
2. Молодченко Г.А., Гринь В.И. Реконструкция и усиление зданий и сооружений. – К.: ІСДО, 1993. – 171 с.
3. Реконструкция зданий и сооружений. Под. Ред. А.Л. Шагина. –М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.