

ПУСТОТИ В БУДІВЛЯХ – ШЛЯХИ ПРИХОВАНОГО ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ

У разі виникнення пожежі під час експлуатації будівель та споруд їх будівельні конструкції піддаються епізодичним навантаженням і впливам та стають вирішальними щодо міцності та довговічності [4].

Темпи старіння існуючого житлового фонду перевищують темпи введення в експлуатацію нового житла. Про проблеми відновлення існуючого житлового фонду свідчить той факт, що у багатьох містах розробляються програми комплексної реконструкції, на експериментальних об'єктах відпрацьовуються найбільш раціональні схеми її проведення. Очевидно, що реконструкція – це проблема сьогодення, і вирішувати її необхідно якнайшвидше.

При цьому особливого значення набувають питання пожежної та техногенної безпеки. Збільшується поверховість житлових будівель, площа протипожежних відсіків, а відповідно змінюються і вимоги нормативних документів щодо ступеня вогнестійкості реконструйованих будівель, тобто виникає необхідність у розробленні проектів вогнезахисту будівельних конструкцій для забезпечення потрібного ступеня вогнестійкості. Також змінюється функціональне призначення реконструйованих будівель, внаслідок чого змінюються вимоги пожежної безпеки до таких об'єктів. Наприклад, при реконструкції складської чи промислової будівлі під торгово-розважальний центр із великим скупченням людей та горючих матеріалів збільшуються вимоги щодо шляхів евакуації, кількості евакуаційних виходів, пропускної здатності до шляхів евакуації в залежності від щільності людського потоку.

У нинішніх економічних умовах особливої актуальності набуває розроблення стратегії комплексного вирішення проблеми нового житлового будівництва і збереження існуючого житлового фонду з реконструкцією будинків перших масових серій і великопанельних будинків наступних серій у напрямку підвищення їх споживчих якостей, продовження життєвого циклу, зниження експлуатаційних витрат, поліпшення їх архітектурного вигляду та забезпечення пожежної безпеки.



І.В. Рудешко

старший викладач кафедри будівельних конструкцій Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України



Ю.А. Отрош

доцент кафедри будівельних конструкцій Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, к.т.н., доцент

Аналіз статистики пожеж у житлових будинках показав, що факторами, які сприяли трагічному розвитку подій, були: недостатня вогнестійкість будівельних конструкцій та інженерного обладнання, наявність великих внутрішніх об'ємів, що не розділені протипожежними перегородками, підвісні стелі з горючих матеріалів, велика кількість горючого обладнання, меблів, облицювання.

Прикладом може слугувати пожежа в м. Миколаєві. Низька вогнестійкість та швидке поширення вогню по незахищених дерев'яних конструкціях покриття (кроквам, настилам, стійкам) п'ятиповерхової будівлі перших масових серій сприяли розвитку пожежі, яка сталася внаслідок вибуху (див. рисунок). Пожежі, що виникають в будівлях даного типу, швидко поширюються на всю будівлю або інші споруди, призводячи до повного вигорання цих будівель.

Для захисту об'єктів будівництва від пожеж у нашій країні і за кордоном розроблені і науково обґрунтовані нормативні вимоги щодо пожежної безпеки будівель і споруд [5]. Недоліком цих вимог є неможливість їх використання у повному обсязі для зниження пожежної небезпеки будівель і споруд, які були побудовані в далекому минулому із врахуванням вимог пожежної безпеки того часу або взагалі без дотримання будь-яких вимог.



Наслідок пожежі у п'ятиповерховому житловому будинку із дерев'яним перекриттям та покриттям

У разі виникнення пожежі у таких будівлях вогонь і продукти горіння тривалий час розповсюджуються приховано також по пустотах будівельних конструкцій, внаслідок чого будівля частково або повністю пошкоджується вогнем, що дуже часто призводить до загибелі людей.

Метою роботи є встановлення механізму та причин розповсюдження полум'я по пустотах будівельних конструкцій.

Протипожежні заходи, що пов'язані із наявністю пустот у дерев'яних конструкціях і перегородках у будівлях кінця 40-х – початку 50-х років, були сформульовані у класичному підручнику [2]. З того часу дещо змінилося, а щось залишилося без змін. У будівлях з'явилися нові пустотилі конструкції – кабельні тунелі, підвісні стелі, навісні фасади. Таким чином, пустоти є не тільки у будівлях давньої забудови із перекриттями по дерев'яних балках, але і у сучасних багатопверхових будівлях із залізобетону.

На початковій стадії пожежі повітря в приміщенні збільшується в об'ємі і утворює надлишковий тиск. Спочатку нагріте повітря і

продукти горіння заповнюють об'єм приміщення, потім починають виходити через нещільності у стиках конструкцій, зазори у придулах, повітропроводи та інші отвори, розповсюджуючись по всій будівлі [1].

Наприклад, велика пожежа відбулася у 54-поверховій будівлі Нью-Йорка у New York Plaza, зовнішня стіна якої була виконана таким чином, що між декоративними зовнішніми елементами і несучою конструкцією була утворена решітка із горизонтальних та вертикальних каналів. Ці канали пронизували всю будівлю по висоті і ширині. Крім того, вони суміщалися із горизонтальними вентиляційними каналами, розташованими на кожному поверсі вище за підвісною стелею. Спочатку пожежа виникла у повітропроводі над підвісною стелею, в якій були прокладені повітропроводи і електрокабелі. Отвори у зовнішніх стінах, до яких підводилися ці канали, були теплоізолювані листами пінополістиролу з декоративним покриттям із тонкого алюмінієвого листа. Під час розвитку в осередку пожежі пінополістирол швидко вигорів і покриття зруйнувалося [6].

У березні 1997 року в Лондоні горіла одна із будівель Crown Estates. Пожежу на першому поверсі швидко погасили, але дим почав проникати по центральному повітропроводу на верхні поверхи. Поки пожежники досліджували ситуацію, на першому і третьому поверхах з-під стін вирвався вогонь. Подальше розслідування пожежі виявило наявність пустот між зовнішньою стінкою передніх і внутрішніх перегородок завдовжки 6 м і завглибшки 300 мм по всій висоті будівлі, в яких були розташовані різні комунікації (труби, кабелі, центральні канали повітряного опалення тощо, все, крім вогнезатримувальних конструкцій). Ці пустоти були замасковані та відокремлені від жилих приміщень штукатуркою по дротяній сітці, гіпсокартонними або фанерними панелями по дерев'яних стійках. Повітропровід системи центрального опалення мав виходи на поверхях із стінових пустот до пустот стель і підлоги. Вогонь на першому поверсі пошкодив фіброкартонну підвісну стелю, потрапив до пустоти на цьому рівні і поширився непоміченим до суміщеної із дахом пустоти вище четвертого поверху, а потім до жилих приміщень. Повітропроводи центрального опалення почали руйнуватися одночасно у декількох місцях [7].

Пожежа, що сталася у старовинному маєтку XVIII ст. графства Суррей у 1998 р., почалася на першому поверсі і поширилась ще до прибуття пожежних підрозділів. Вогонь непомітно потрапив до пустот стін і підлоги. Ця будівля кілька разів перебудовувалася із встановленням шахт ліфтів і повітропроводів. Простір між балками підлоги і стелі складав більше 45 см. Дерев'яна підлога була вкрита мідним настилем. Все це сприяло дуже швидкому розповсюдженню пожежі з одного поверху на інший. Покрівля зайнялася ще до прибуття пожежних підрозділів. Металеві настили підлоги запобігали локалізації пожежі у пустотах; вогонь непомітно пройшов повз місце, де працювали пожежні, і вирвався назовні в інших приміщеннях [6].

У жовтні 1997 року пожежні Лондонського Вест-Енду швидко погасили пожежу, що сталася у підвалі цегляної багатоповерхової будівлі із дерев'яними балками перекриття. Але подальше провітрювання приміщень сприяло збільшенню задимленості верхніх поверхів. Це спричинила система пустот стін і підлоги. В результаті вогонь спочатку з'явився на деяких поверхах, а потім охопив усю будівлю [6].

Таким чином, можна дійти висновку, що під час пожеж у будівлях давньої забудови вогонь і дим розповсюджуються в конструкціях приховано, через велику кількість пустотних конструкцій, які сполучаються між собою. Такими конструкціями є пустотні перекриття і перегородки. Найбільш пожежонебезпечними є міжповерхові перекриття. По їх пустотах пожежа може розповсюдитися навіть за межі поверху. Під час пожежі дерев'яні конструкції перекриття прогорають, тобто втрачають свою цілісність внаслідок того, що вогонь розповсюджується на міжповерхове перекриття знизу. Продукти горіння потрапляють у середину пустотної конструкції та розігрівають її зсередини. При цьому посилюється тепловий вплив на балки і конструкцію підлоги. Балки обвуглюються, зменшуються у перерізі і знижують свою несучу здатність. Вогнестійкість перекриття у такому випадку буде визначатися несучою здатністю підлоги, а початок прихованого розповсюдження пожежі по будівлі – часом прогару пустотної конструкції.

Очевидно, що для підвищення вогнестійкості будівель із пустотними конструкціями потрібно збільшувати межу вогнестійкості кон-

струкцій за втратою цілісності, що сприятиме обмеженню прихованого розповсюдження пожежі по будівлі.

В результаті проведеного аналізу встановлено, що найбільш ефективним способом вогнезахисту дерев'яних конструкцій є конструктивний вогнезахист, що дозволяє досягнути необхідної межі вогнестійкості конструкції шляхом збільшення перерізу конструкцій, облицювання негорючими матеріалами і штукатуркою, а також використанням діафрагм і негорючих заповнювачів для обмеження прихованого розповсюдження пожежі. Незважаючи на високу ефективність такого методу, його використання не завжди виправдано через високу собівартість, нетехнологічність, а також пов'язане із зміною конструктивних і естетичних особливостей будівель.

Національна асоціація страхових компаній Великобританії (The Association of British Insurers) вивчила ризики пожеж кабельних ліній комунікаційних систем [8]. Особлива увага була приділена кабельним лініям, що розташовуються у підлозі, стелі і у внутрішніх пустотах будівель, а також проблемі виявлення загоряння комунікаційних ліній, розташованих у кабельних каналах. Необхідність оцінювання ризиків пояснюється широким використанням у сучасних багатоповерхових будівлях локальних обчислювальних мереж зі значною кількістю кабельних ліній та розміщенням у каналах із різними характеристиками кабельних ліній різного призначення.

Національна асоціація протипожежних служб США (NFPA) періодично оновлює існуючі стандарти і Правила пожежної безпеки. Документ NFPA 914 відображає вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки будівель, що мають історичну цінність [9].

На основі аналізу ринку вогнезахисних матеріалів та технологій в роботі пропонується конструктивний вогнезахист пустотних конструкцій матеріалами, що не поступаються за своєю технологічністю пінопластам, але при цьому є негорючими і не виділяють токсичних продуктів під час пожежі. Задля цієї мети, враховуючи специфіку будівель старої забудови, розроблено конструктивний вогнезахист, що дозволяє вводити у порожнини будівельних конструкцій негорючий матеріал, який має високу вогнестійкість і не змінює вигляд будівлі.

Для зменшення пожежної небезпеки дерев'яних перекриттів і перегородок рекомендується:

- зменшувати кількість горючих речовин шляхом заміни спалимого настилу на неспалимий, тобто настил із дерев'яних листів замінити настилом із шлакобетонних та гіпсолітових плит;
- розділяти повітряні прошарки на відсіки діафрагмами із шлакової крихти, оскільки діафрагми не повинні перешкоджати повітрообміну у вентильованих порожнинах конструкцій;
- при влаштуванні пустотних перегородок потрібно розділяти пустоти діафрагмами на окремі відсіки площею не більше за 2 м² і уникати суміщення із пустотами перекриття.

Пропонується застосовувати спосіб герметизації будівельних конструкцій силікатно-тверднучою піною на основі рідкого скла. Реалізація даного способу дозволяє у 1,3–1,5 раза збільшити час досягнення критичної температури спалахування деревини [1].

Процес термічного розкладання деревини протікає у дві фази: перша фаза спостерігається при нагріванні до 250 °С (до температури займання) та проходить із поглинанням тепла; друга – процес горіння із виділенням тепла. Вона в свою чергу розділяється на два періоди: згоряння газів, що утворюються при термічному розкладанні деревини (полуменева фаза горіння), та згоряння утвореного вугілля (фаза тління) [10].

Підвищуючи вихід важкозаймистого вугілля за рахунок відповідного зменшення кількості горючих газоподібних продуктів розкладання, що обумовлюють основну полуменеву фазу горіння деревини, можна значно зменшити горючість деревини. На цьому заснований хімічний вогнезахист деревини із застосуванням антипіренів, тобто речовин, що здатні під час хімічної взаємодії з деревиною або продуктами її розпаду за температури 250–300 °С підвищувати вихід важкозаймистого вугілля за рахунок зменшення кількості смоли та горючих газоподібних продуктів розпаду.

Під час захисту деревини від нагрівання унеможливають її розкладання із утворенням горючих газів та горіння. На цьому принципі

засноване застосування термоізолюючих покриттів, що наносять мокрим та сухим способами. Перевагами таких покриттів є захист деревини від безпосереднього впливу вогню та від нагрівання її зовнішнім джерелом тепла. Недоліком, що суттєво знижує високу вогнезахисну ефективність термоізолюючих покриттів, є їх передчасне відшарування та руйнування місцевого характеру.

Як антипірени застосовують буру, хлористий амоній, фосфорнокислі натрій і амоній, сірчаноокислий амоній. Вогнезахисні суміші – пасти, фарби – готують на основі в'язучого наповнювача та антипірену. Вогнезахисна дія антипіренів заснована на тому, що вони при нагріванні створюють оплавлену плівку, яка закриває доступ кисню до деревини; інші ж за високої температури виділяють газу, запобігаючи горінню деревини [10].

Також пропонуються конструктивні заходи – віддалення дерев'яних конструкцій частин будівлі від джерел нагрівання. Традиційними є покриття дерев'яних конструкцій штукатуркою на основі цементно-піщаних, глинистих сумішей, гіпсокартоном, азбестовим картоном, азбестоцементними листами завтовшки 10 мм, які збільшують межу вогнестійкості на 20...30 хвилин.

Висновки.

- Приховане розповсюдження пожежі по пустотах конструкцій характерне як для старовинних, так і для нових будівель. Поскільки виконання протипожежних норм для історичних будівель неможливе без зміни їх вигляду, особливо важливого значення набуває вжиття заходів із протипожежного захисту.
- До основних чинників, що сприяють розповсюдженню пожежі по пустотах, відносяться: наявність горючого сміття у порожнинах, використання горючої теплоізоляції, влаштування порожнин, які сполучаються між собою.
- Для обмеження прихованого розповсюдження пожежі по будівлі із пустотними конструкціями потрібно збільшувати межу вогнестійкості конструкцій за втратою цілісності. Встановлено, що вогнестійкість пустотних міжповерхових покриттів визначається, у першу чергу, втратою цілісності.

- Для успішного гасіння пожежі важливе значення має заздалегідь розроблений план пожежогасіння, що враховує розташування пустот у будівлі.
- Серед тенденцій розвитку нормативних вимог розвинутих держав (Великобританія,

США) спостерігається розроблення проти-пожежних вимог, що стосуються історичних будівель.

Очевидно, що з метою збереження вітчизняної архітектурної спадщини таку можливість слід розглядати і в Україні.

- [1] Зяятинов О.М. Эффективные пустотные конструкции с ограниченным развитием пожара Автореф. дис. канд. техн. наук. Специальность 05.23.01. – Улан-Удэ, 2004. – 24 с.
- [2] Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1954. – 304с.
- [3] Fatal fire at Russian police HQ // Fire Prev. – 1999. – № 319.
- [4] ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування / Мінбуд України. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
- [5] ДБН В.1.1-7:2016 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

- [6] The enemy within: Problems encountered in dealing with structural void fires // Fire/ – 1999/ – Vol.92, №101.
- [7] Void spaces // Fire Fight. Can. – 1990 – Vol.34, №7.
- [8] Wired for safety // Fire Prev. – 2001 № 341.
- [9] Watts John M.(Jr), Solomon Robert E. Fire safety code for historic structures // Fire Technol. – 2002. – Vol.38, №4.
- [10] Отрош Ю.А. Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі: [навчальний посібник] / Отрош Ю. А. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2016. – 158с.

Надійшла 29.11.2017 р.

Книжковий огляд

КАНАЛІЗАЦІЙНІ ТУНЕЛІ ХАРКОВА – QUO VADIS? За загальною редакцією Д.Ф. Гончаренка

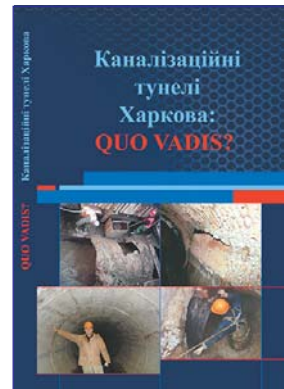
Аварії на каналізаційних тунелях, що сталися протягом останніх декількох років, дозволили дійти висновку, що каналізаційні тунелі, які давно запроектовані та багато років функціонують, неремонто- та «неоглядопридатні». Крім того, відстань між шахтами в період проектування тунелів не регламентувалася через відсутність на момент їх будівництва будівельних норм і правил, в результаті чого шахти були розташовані на значній відстані одна від одної. В окремих випадках ця відстань сягає понад один кілометр, що майже унеможливує ефективне виконання ремонтних робіт на каналізаційних тунелях, особливо в умовах міської забудови.

«Quo vadis?» – у перекладі з латини «Куди йдеш?». Саме така проблема стоїть перед вітчизняними експлуатаційниками, проєктантами та науковцями щодо каналізаційних тунелів, прокладених понад 40 років тому, діаметром більше 1500 мм.

Дана монографія – це спроба об'єднати усю наявну на сьогодні інформацію щодо забезпечення безаварійної експлуатації об'єктів комплексу споруд каналізаційних тунелів Харкова. Видання містить аналіз стану конструкцій цих об'єктів, дослідження матеріалів та методів для ремонту і відновлення каналізаційних тунелів та оглядових шахт, які найефективніше застосовуються у вітчизняній та зарубіжній практиці ремонту; технологічні та організаційні рішення із відновлення зруйнованих каналізаційних тунелів, зокрема з використанням елементів із вторинних полімерних композиційних матеріалів.

Монографія призначена для інженерів, конструкторів, які здійснюють ремонт та відновлення каналізаційних тунелів та оглядових шахт на них. Вона може бути корисною для аспірантів та студентів будівельних спеціальностей.

Контактний телефон: (057) 700-02-40. e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua



Д.О. Бондаренко, В.В. Булгаков, О.О. Гармаш, Д.Ф. Гончаренко, С.С. Піліграм.
За загальною редакцією Д.Ф. Гончаренка.

Каналізаційні тунелі Харкова – QUO VADIS?: Монографія – Харків: «Раритети України», 2018. – 231 с., іл.