

242 с. 7. Гоголь М.В., Петренко О.В. Вплив податливості з'єднань на несучу здатність та деформативність комплексних конструкцій // Вісник Держ. Ун-ту "Львівська політехніка". Архітектура. Львів. – 2000. – С. 78–84. 8. Гоголь М.В., Пелешко І.Д., Петренко О.В., Юрченко В.В. Оптиміальне проектування згинаних тонкостінних холодногнутих елементів С-подібного перерізу // Вісник № 360 Держ. Ун-ту "Львівська політехніка". Теорія і практика будівництва. Львів. – 1998. – С. 42–47. 9. Kylmämääräiset profiilit. Suunnittelu ja käyttö. Rautaruukki Oy Raahen. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 1987. – 248 s 10. Гоголь М.В., Петренко О.В. Експериментальні дослідження згинаних комплексних конструкцій каркасно-обшивного типу // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 4. – Рівне: Рівненський ДТУ 2000. – С. 154–161.

УДК 614.833

А.П. Половко

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ СПОСОБОМ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗА ОЗНАКОЮ ВТРАТИ ТЕПЛОІЗОЛОВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Половко А.П., 2012

Подано експериментальну методику визначення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності багатошарових огорожувальних конструкцій.

Ключові слова: багатошарова огорожувальна конструкція, теплоізолювальна здатність, вогнестійкість.

The experimental method for determining of fire endurance on the grounds of loss of heat-insulating ability of multilayered building envelopes is presented.

Key words: multilayered building envelope, heat-insulating ability, fire resistance.

Вступ. Впровадження будь-яких прогресивних технологій у будівництві повинно передбачати збереження конструкцій в умовах пожежі відповідно до чинних норм.

У багатьох країнах, зокрема в Україні, докладно розроблені норми проектування житлових і громадських будівель та споруд.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протипожежне нормування в будівництві поділене на такі розділи: вогнестійкість будівель, протипожежні перешкоди, протидимний захист, протипожежні вимоги під час внутрішнього та генерального планування будинків, евакуація людей, протипожежне водопостачання і протипожежні вимоги до систем вентиляції та опалення [1].

Відповідно до наведеної класифікації розділів протипожежного нормування в статті розглядається тільки вогнестійкість будівель, а саме методики визначення межі вогнестійкості конструкцій.

Під поняттям межі вогнестійкості будівельних конструкцій розуміють їх властивість зберігати несучу та теплоізоляційну здатність і цілісність в умовах пожежі упродовж певного часу [1].

Межею вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності конструкції – (R) у разі пожежі вважається її руйнування, або досягнення нею граничних деформацій.

Межею вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності конструкції – (I) у разі пожежі розуміють прогрівання її на протилежній стороні до температур $T_{кр}$, перевищення яких може викликати самозаймання речовин та матеріалів, що знаходяться в суміжних приміщеннях.

$$T_{кр} = T_0 + 180 \text{ }^\circ\text{C}, \quad (1.1)$$

де T_0 – початкова температура на не обігріваній поверхні.

Межею вогнестійкості за ознакою втрати цілісності конструкції – (Е) розуміють виконання однієї з таких умов:

- спалахування або тління зі свіченням ватного тампона, піднесеного до не обігріваної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм на час 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 не обігріваній поверхні зразка спостерігається упродовж не менше 10 с.

У цій роботі зосереджено увагу переважно на межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності (І) багатошарових огорожувальних конструкцій.

Будівельні конструкції залежно від граничних станів з вогнестійкості і величини межі вогнестійкості поділяються на класи вогнестійкості.

Позначення класу вогнестійкості будівельних конструкцій складається з умовних літерних позначень граничних станів (R, E, I) і числа, що відповідає нормованій межі вогнестійкості у хвиликах з ряду: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 360.

Протипожежні норми є невід'ємною складовою будівельного законодавства багатьох країн. Вони безперервно вдосконалюються з розвитком будівельної індустрії і загальної нормативної бази будівництва. На їх формування впливають національні і територіальні особливості будівництва, економіка і культура. Тому, в методології вогневих випробувань будівельних матеріалів та конструкцій накопичений значний досвід.

У міжнародному масштабі вдосконаленням і уніфікацією пожежної класифікації будівельних матеріалів та конструкцій займається Технічний комітет Міжнародної організації із стандартизації (ISO 92). У цих країнах новостворені матеріали і конструкції атестують, що передбачає також вогневі випробування. Періодично публікуються каталоги, в яких подані межі вогнестійкості, показники загоряння і димоутворення матеріалів та інші пожежно-технічні характеристики, які в нормує і класифікує ця країна [2].

В Україні значення межі вогнестійкості відповідно до [1] визначається за допомогою випробувань згідно з національними стандартами ДСТУ Б В. 1.1-4 [3], або за методами випробувань на вогнестійкість будівельних конструкцій конкретних видів (колон, балок, перегородок, перекриттів, покриттів, дверей та воріт, підвісних стель тощо). Допускається визначити межу вогнестійкості за розрахунковими методами. Ці методи мають бути наведені у стандартах або методиках, затверджених та узгоджених з центральним органом державного пожежного нагляду. У розрахункових методах як вихідні дані необхідно використовувати дані, отримані за допомогою випробувань типових будівельних конструкцій. Враховуючи те, що зараз в Україні немає таких узгоджених розрахункових методик, визначення межі вогнестійкості багатошарових будівельних конструкцій для використання у галузі будівництва можливе тільки за допомогою випробувань.

Сутність методів випробування полягає у визначенні проміжку часу від початку випробування до настання одного з нормованих для певної конструкції граничних станів з вогнестійкості в умовах, що регламентуються стандартами.

Під час проведення випробування середня температура в печі має змінюватись відповідно до стандартного температурного режиму, який визначається залежністю:

$$T_s = 345 \lg(8t+1) + 20, \quad (1)$$

де T_s – температура, яка відповідає часу t ; t – час, що відраховується від початку випробування, хв.;

Треба зауважити, що в силу своєї умовності стандартна крива не відображає всієї різноманітності реальних пожеж, які подано на рис. 1 залежно від величини вогневого навантаження та відносної площі прорізів [4].

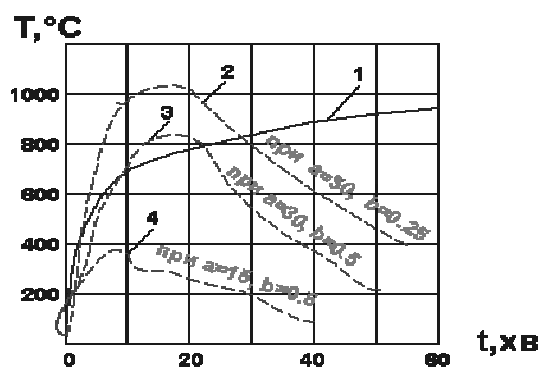


Рис. 1. Розвиток температури в приміщенні під час пожежі:
1 – стандартна крива; 2, 3, 4 – під час реальної пожежі з вогневим навантаженням a , $\text{кг}/\text{м}^2$
та відносною площею прорізів b

Викладення основного матеріалу. На сьогодні визначення межі вогнестійкості за теплоізолювальною здатністю (I) для вертикальних багат шарових огорожувальних конструкцій виконують у великих печах, мінімальний розмір повинен бути не менше 3×3 м.

Критерієм виникнення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності є:

- перевищення середньої температури на не обігрівальній поверхні зразка над початковою середньою температурою цієї поверхні на 140 °C;
- перевищення температури в довільній точці не обігрівальної поверхні зразка над початковою температурою в цій точці на 180 °C.

Недоліками існуючих методик визначення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності для багат шарових огорожувальних конструкцій в Україні на сьогодні є:

- великі габаритні розміри вертикальних стінових огорожень, випробування яких регламентовано чинними нормами;
- недостатня кількість відповідного лабораторного обладнання в Україні;
- велика вартість експерименту;
- визначення температури тільки на обігрівальній та не обігрівальній поверхні, а інформації про температуру в середині окремих шарів для оцінки їхньої поведінки під час пожежі немає;
- повільна із значними економічними затратами апробація за параметрами вогнестійкості та сертифікації нових багат шарових огорожувальних конструкцій.

У зв'язку з цим створення нових методик для встановлення межі вогнестійкості за теплоізолювальною здатністю багат шарових огорожувальних конструкцій у лабораторних умовах є завданням дуже актуальним і необхідним.

Відповідно до поставлених завдань розроблено методичку експериментальних досліджень, яка б відповідала вимогам чинних норм в Україні.

Сутність методу випробування полягала у визначенні проміжку часу від початку випробування до настання граничного стану за ознакою втрати теплоізолювальної здатності, що регламентовано цією методикою для енергоефективних огорожувальних конструкцій.

Температурний режим і надлишковий тиск у печі мають створюватися відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-4-98*[3]. Випробування проводилися без прикладання зовнішнього навантаження.

Кріплення зразка у печі має відповідати вимогам, що передбачені у технічній документації на монтаж огорожувальної конструкції, що випробовується. По периметру зразка місця примикання його до отвору печі необхідно зачеканити мінеральною ватою, або іншим вогнетривким матеріалом.

Умови навколишнього середовища мають відповідати вимогам ДСТУ Б В.1.1-4-98*[3].

Зразок конструкції стіни для випробування на вогнестійкість (далі – зразок) має бути виготовлений відповідно до вимог технічної документації за умови дотримання технології, що застосовується на підприємстві-виготовлювачі.

Дослідження рекомендують проводити на фрагментах стінових огорожень розмірами $1000 \text{ мм} \times 1000 \text{ мм} \times B$, де B – товщина конструкції стіни відповідно до технічної документації на неї, схематичне зображення зразка наведено на рис 2, а.

Для випробування необхідно виготовити не менше двох однакових зразків та провести випробування за умови вогневого впливу з боку умовного приміщення.

Вологість зразків повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.1.1-4-98*[3].

Перед випробуванням замовник повинен подати технічний опис зразків, технічні рисунки або схеми головних складових елементів і всіх конструкційних деталей, а також перелік використаних матеріалів та виробів зі зазначенням їхніх виготовлювачів та торговельних назв.

Якщо виникають сумніви в тому, що зразки відповідають поданій технічній документації, необхідно проконтролювати увесь процес виготовлення зразків або ж вимагати подання одного або більше додаткових зразків та провести їх детальну перевірку із застосуванням за необхідності руйнівних методів.

Якщо неможливо перевірити відповідність усіх деталей конструкції зразків перед випробуванням та після їх закінчення і виникає необхідність поклатись на дані, що подав замовник, то це має бути зазначено у звіті про випробування.

Встановлення термопар виконувати відповідно до рис. 2, б. Термопари повинні знаходитись на контактах усіх шарів зразка, а при великій товщині шару (більше 100 мм) необхідно встановити додатково не менше однієї термопару посередині цього шару. За потреби можливе додаткове розміщення термопар у площині дослідного зразка.

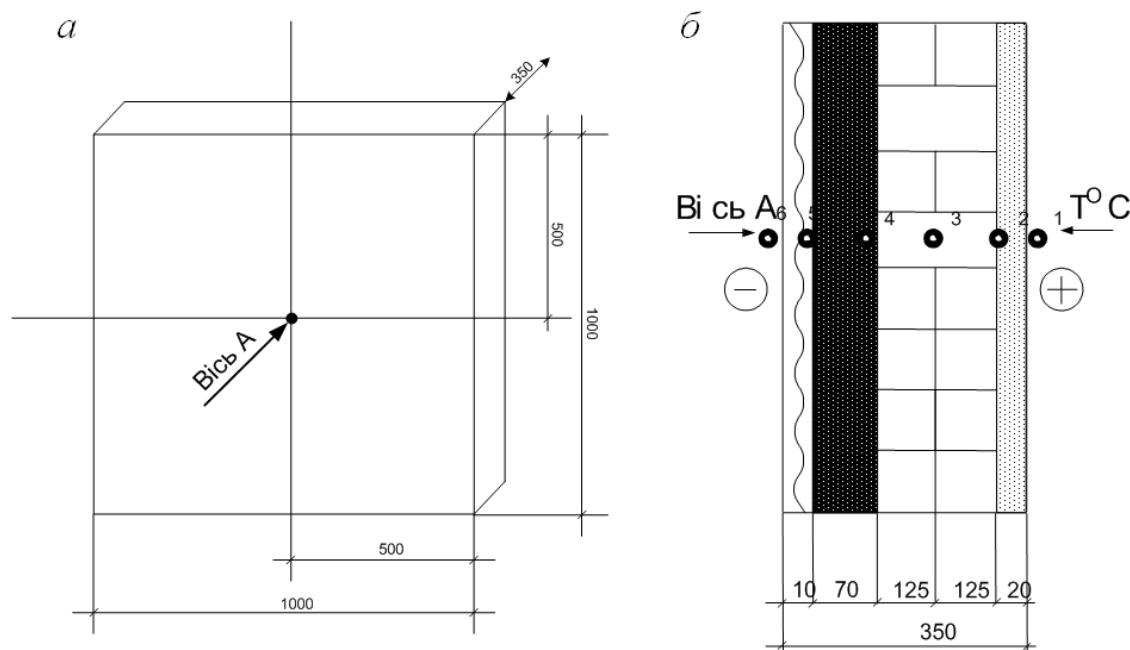


Рис. 2. Схематичне зображення зразка для випробувань та варіант розміщення термопар
а – геометричні розміри зразка; б – розміщення термопар по товщині дослідного зразка
(для енергоефективної стіни з цегли та утеплювача); 1 – зовнішня штукатурка; 2 – утеплювач;
3 – цегла; 4 – внутрішня штукатурка

Усі термопары повинні бути перевірені та мати відповідні документи.

Для вимірювання температури на зразку необхідно використовувати термопары з дроту діаметром від 0,5 до 0,75 мм типу ТХА або термопары інших типів за ДСТУ 2837 (ГОСТ 3044) [5], що придатні для вимірювання температури в діапазоні від 0 до 1100 °С.

Для вимірювання температури в зразку можуть застосовуватися термопары з неізолюваними проводами або термопары, що покриті захисним кожухом. Захисний кожух термопары має бути

видалений (відрізаний і знятий) на відстані не менше 25 мм від вимірювального спаю термопар. Вимірювальний спай термопар повинен бути зварним.

Вимірювальний спай термопар слід закріплювати методом зачеканювання. Для цього в місці встановлення термопар слід зробити отвір діаметром і глибиною не менше діаметра вимірювального спаю термопар і не більше двох цих діаметрів. Вимірювальний спай термопар слід встановити в цей отвір і зачеканити.

Дроти термопар мають бути розташовані вздовж зразка на відстані не менше 50 мм від вимірювального спаю термопар. Дроти термопар не повинні піддаватись безпосередньому впливу полум'я.

Способи кріплення термопар на не обігріваній поверхні зразка мають відповідати [3].

До початку випробування необхідно встановити дослідний зразок у печі. Спосіб з'єднання зразка та елементи і матеріали цього з'єднання повинні відповідати технічній документації і бути такими, як у реальних умовах експлуатації конструкції, а саме з'єднання потрібно розглядати як частину зразка. Зразок необхідно встановити у печі так, щоб він не піддавався безпосередньому впливу полум'я пальників у печі.

У печі повинні бути дві стаціонарні термопар, які встановлюються в отвори 8 (див. рис. 3) для заміру середньої температури в печі.

Не більше ніж за 5 хв до початку випробування необхідно зареєструвати початкові значення температури в печі та на зразку за показами усіх термопар.

Температура зразка до початку випробування має бути від 5 до 40 °С та не повинна відрізнятись від температури навколишнього середовища більше ніж на ± 5 °С.

Середня температура в печі до початку випробування не повинна перевищувати 50 °С. Початком випробування вважається час запалювання пальників у печі.

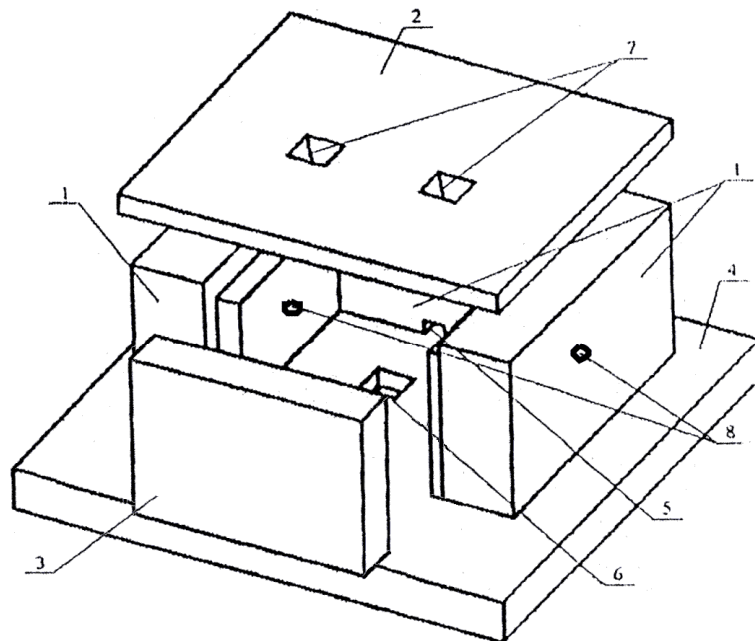


Рис. 3. Вогнева камера: 1 – стінки камери; 2 – горизонтальна знімна кришка; 3 – фрагмент дослідного зразка; 4 – днище-фундамент; 5 – канал форсунки; 6 – димовий канал; 7 – отвори в кришці для огляду поведінки фрагментів будівельних конструкцій у процесі експерименту; 8 – отвори для термопар

Вимірювання і реєстрування температури у печі, навколишнього середовища та на зразку необхідно проводити згідно з [3], з інтервалом не більше ніж 1 хв.

Вимірювання і контролювання надлишкового тиску у печі треба проводити згідно з [3] на відстані 100 ± 10 мм від обігрівальної поверхні підвісної стелі. Схема розміщення приладів подана на рис 4.

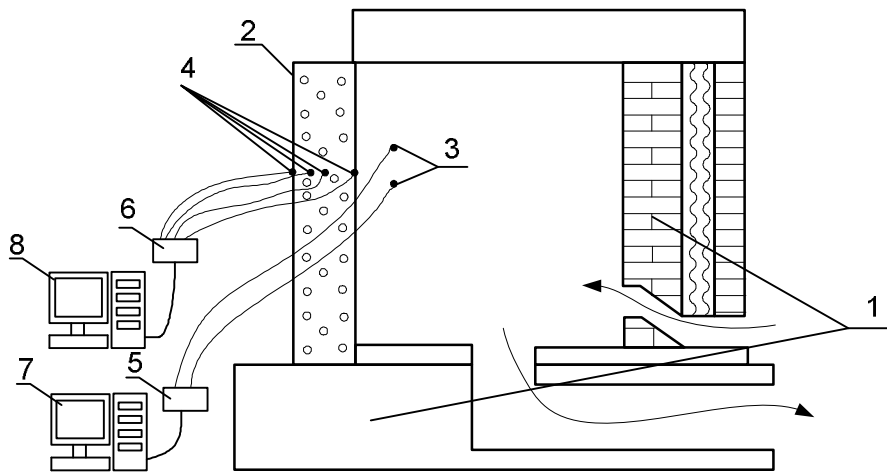


Рис. 4. Схема розміщення приладів: 1 – піч; 2 – дослідний зразок фрагмента стіни; 3 – термопари в печі; 4 – термопари в дослідному зразку; 5, 6 – термоперетворювачі; 7, 8 – персональні комп'ютери

Під час проведення випробування треба спостерігати, якщо це можливо, за зразком і хронологічно описувати зміни у зразку, тобто: появи тріщин, отворів, диму, розплавлення і обвуглювання матеріалу тощо. Під час випробування потрібно проводити фото- та відеознімання.

Випробування огорожувальної конструкції має продовжуватися до настання граничного стану за ознакою втрати теплоізолювальної здатності з вогнестійкості, або не більше від часу проектної (необхідної) межі вогнестійкості.

Випробування припиняється достроково, якщо подальше його продовження загрожує безпеці персоналу лабораторії, або призведе до пошкодження випробувальної печі.

Щоб отримати додаткову інформацію, випробування може продовжуватися після досягнення зразком граничного стану з вогнестійкості.

Подана методика випробування пройшла апробацію під час проведення натурних вогневих експериментів із встановлення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності. Дослідження проводились із багатошаровими огорожувальними конструкціями.

Висновки. Запропонована методика лабораторних досліджень фрагментів багатошарових огорожувальних стінових конструкцій на вогнестійкість за ознакою втрати теплоізолювальної здатності забезпечує:

1. Швидко апробацію за параметрами вогнестійкості та сертифікації нових багатошарових огорожувальних конструкцій.
2. Визначення температури не тільки на обігрівальній, але й на не обігрівальній поверхні, а також інформацію про температуру в середині окремих шарів для оцінки їх поведінки під час пожежі;
3. Використання дослідних зразків невеликих розмірів $1000 \times 1000 \times B$, що суттєво спрощує та здешевлює випробування.

1. ДБН В.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва". – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.
2. Рюткянен В. И. Защита жилых зданий от пожара / В.И. Рюткянен. – М.: Стройиздат, 1984. – 72 с.
3. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги : ДСТУ Б.В.1.1-4-98*. – К.: Держбуд України, 2005. – 22 с.
4. Пожарная безопасность зданий и сооружений // Обзор ЦНИИС Госстроя СССР. – М., 1976. – 52 с.
5. Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статистичні характеристики перетворення: ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044). – К.: Держбуд України, 1994.