

УДК 614.841

Тарас Скоробагатко,
ORCID iD [0000-0001-5651-1975](https://orcid.org/0000-0001-5651-1975)
Олександр Добростан, канд. техн. наук,
ORCID iD [0000-0001-8908-0729](https://orcid.org/0000-0001-8908-0729)
Сергій Новак, канд. техн. наук,
старш. наук. співроб.,
ORCID iD [0000-0001-7087-318X](https://orcid.org/0000-0001-7087-318X)
Інститут державного управління та
наукових досліджень з цивільного
захисту,
E-mail: tarasskorobagatko@gmail.com

АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ЗБІРНИХ СИСТЕМ ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ДО ПОШИРЕННЯ ВОГНЮ

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.94-106>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 30.09.2020
Пройшла рецензування: 20.10.2020

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

випробувальний стенд,
збірна система, метод
випробування, пожежа,
поширення вогню, стандарт,
фасадна теплоізоляція.

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано європейські підходи до оцінювання пожежонебезпеки збірних систем фасадної теплоізоляції. Встановлено, що в європейських країнах прийнято низку національних нормативних документів, які в основному встановлюють вимоги щодо класів за «реакцією на вогонь» до їх складових елементів, а ряд європейських країн мають також додаткові вимоги, які стосуються характеристик щодо стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню поверхнею. Виявлено, що для оцінювання цієї характеристики застосовується дванадцять методів випробувань. Розглянуто конфігурації випробувальних стендів, характеристики, що фіксуються під час випробувань тощо, та наголошено про наміри Європейського Союзу розробити єдиний метод випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню для країн-членів.

У сучасних умовах господарювання, акцентованих до соціальних, економічних та екологічних аспектів, проблема забезпечення пожежної безпеки не втрачає своєї актуальності. Статистика пожеж в різних країнах свідчить, що стан із пожежами та наслідками від них залишається вкрай складним. Так, щороку в середньому в Україні в будівлях і спорудах різного функціонального призначення виникає близько 45 % пожеж від їх загальної кількості (у абсолютних значеннях це понад 30 тис. пожеж), унаслідок яких гине 95 % людей (у абсолютних значеннях це понад 1,8 тис. людських життів). Матеріальні втрати, завдані цими пожежами, визначаються сотнями мільйонів гривень [1]. На ряду з низкою питань щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів

різного функціонального призначення, одним із актуальних серед них, є безпечне улаштування збірних систем фасадної теплоізоляції будинків та споруд з метою обмеження поширення вогню по їх поверхні.

Для оцінювання стійкості цих систем до поширення вогню на національних рівнях застосовують нормативні документи, які встановлюють відповідні методи випробування. У цих методах мають місце відмінності в процедурах, які використовують під час цього оцінювання. Зокрема, це стосується конструктивних характеристик зразків для випробування, параметрів вогневого впливу, критеріїв оцінювання отриманих результатів. Такі відмінності можуть призводити до отримання результатів оцінювання, які

відрізняються між собою. Тому, актуальним слід вважати дослідження, спрямовані на удосконалення і розвиток методів оцінювання стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню, зокрема в частині підвищення достовірності отриманих результатів.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Облаштування конструкцій зовнішніх стін будівель та споруд збірними системами фасадної теплоізоляції є досить поширеним будівельним рішенням. Роботи з утеплення можуть виконуватися як під час нового будівництва, так і під час реконструкції або капітального ремонту вже існуючих будівель. Сучасні теплоізоляційні матеріали, окрім зовнішніх, внутрішніх та підвальних стін, також застосовуються для утеплення покриттів, перекриттів та підлог. Ці матеріали за своїми характеристиками можуть бути як негорючими так і горючими, а отже проблеми пов'язані із забезпеченням їх пожежної безпеки потребують належної уваги і вивчення для зменшення ризику виникнення пожеж та їх негативних наслідків. До того ж, випадки резонансних пожеж з інтенсивним поширенням вогню фасадами будівель, що виникали останніми роками у світі, вказують на їх особливу пожежонебезпеку, яка безпосередньо пов'язана з конструктивними особливостями будівель, видом теплоізоляційного матеріалу, який використовується та параметрами самої пожежі.

Світова статистика свідчить, що у різних країнах світу пожежі у будівлях, облаштованих збірними системами фасадної теплоізоляції, також мають місце. Так, наприклад, за даними Державної пожежної служби Польщі [2], впродовж 4-х років в країні зафіксовано 117 випадків пожеж на фасадах будівель, утеплених пінополістиролом. У 67 % таких пожеж виникали труднощі під час евакуації та рятування людей, а зовнішнє облицювання сприяло поширенню вогню з одного поверху на інший, а у 13 % випадків вогонь поширився зі зовнішніх стін на покрівлю. У

США, відповідно до [3], пожежі “зовнішніх стін” будівель та споруд складають від 1,3 % до 3 % від кількості пожеж у обраних типах об'єктів. Американські фахівці зазначають, що такі пожежі мають низьку частоту виникнення, проте пов'язані з ними наслідки, з точки зору поширення пожежі, травм і загибелі людей, можуть бути значними.

На теперішній час в Європейському Союзі не запроваджено єдиного стандарту, який би встановлював метод оцінювання стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню. У багатьох країнах з цього питання розроблено окремі національні документи (стандарти, методики тощо). Зокрема, в Україні здатність поширювати вогонь по зовнішній поверхні здійснюють згідно з «Методикою натурних вогневих випробувань теплоізоляційно-оздоблювальних систем зовнішніх стін будинків і споруд на поширення вогню УкрНДПБ МНС України» [4]. Сутність цієї методики полягає у визначенні розмірів пошкодження і значення підвищення температури у фасадній системі, що нанесена на фрагмент двоповерхового будинку, на першому поверсі якого (у вогневій камері) протягом 30 хв створюється температурний режим, наблизений до стандартного за ДСТУ Б В.1.1-4* [5]. Слід також зазначити, що окрім згаданої методики, в Україні методи великомасштабних і середньомасштабних вогневих випробувань фасадів також наведені в національних стандартах ДСТУ Б В.1.1-21 [6] та ДСТУ Б В.1.1-22 [7], які згармонізовані з відповідними міжнародними стандартами з національними відхилами, і чинні з 2009 року. Але протягом 10 останніх років, методи випробувань, що наведені в цих двох стандартах, не знайшли практичної реалізації в Україні.

Порівняльний аналіз методики [4] з підходами, застосованими в європейських країнах [8], вказує на певну відповідність зазначеної методики до європейських методів. Однак, у методиці не в повній мірі обґрунтовано деякі параметри вогневого впливу, умови проведення випробування, критерії прийняття рішення тощо. Тому є

підстави вважати, що недостатня визначеність процедур оцінювання стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню у національному нормативному документі обумовлює проведення досліджень у цьому напрямку.

Вирішенню проблемних питань за даним напрямком досліджень присвячено низку наукових публікацій, зокрема це роботи [9-16].

Серед цих робіт, у роботі [9] йдеться про особливості американського підходу до проведення випробувань на поширення вогню зовнішніх стінових вузлів, що містять горючі компоненти, і який наведений у NFPA 285 [10].

У роботі [11] йдеться про дослідження румунських вчених пов'язаних із випробуваннями систем фасадної ізоляції типу "ETICS". Авторами роботи наголошується на важливості проведення саме натурних вогневих випробувань, як таких, що забезпечують достатню достовірність результатів. Ці дослідження спрямовані на підтримку розроблення єдиного європейського підходу оцінювання систем фасадної ізоляції типу "ETICS".

У роботі [12] японськими дослідниками розкривається питання особливостей поширення вогню фасадами будівель на верхні поверхи та сусідні будівлі, враховуючи при цьому щільну забудову житлових масивів Японії. Авторами представлені результати експериментальних досліджень, отримані в ході проведення натурних випробувань фасадних систем різних типів.

У роботі [13] йдеться про новий метод натурних вогневих випробувань зовнішніх систем облицювання, розроблений румунськими вченими. Запропонований метод є унікальним у Румунії, але він є подібним до методів випробувань деяких країн Європейського Союзу.

У роботі [14] наведено аналіз результатів випробувань систем фасадної ізоляції типу "ETICS" за стандартом Японії JIS A 1310 [15] та запропоновано коригування значень теплового впливу на системи, що піддаються випробувань, в бік зменшення діапазону між мінімальним та

максимальним значеннями теплового впливу.

У роботі [16] йдеться про перегляд технічної інструкції, що встановлює у Франції вимоги пожежної безпеки до фасадів громадських закладів. Також автори публікації приводять результати тестів систем фасадної ізоляції типів "ETICS" та "EPS" із застосуванням методу випробувань, регламентованого відповідним національним стандартом. Наголошується, що всі піддані тестам системи з тонкошаровим та товстошаровим зовнішнім опорядженням пройшли його з позитивним результатом. За результатами досліджень розроблено посібник, що описує можливі будівельні рішення з обмеження поширення вогню зовнішніми поверхнями стін, який є доповненням до вищезгаданої технічної інструкції.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є аналіз принципів і процедур, які встановлені в методах оцінювання стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню, що застосовуються у країнах Європейського Союзу.

Для досягнення цієї мети були поставлено завдання щодо визначення загальних принципів і особливостей зазначених європейських методів, для подальшого встановлення придатності відповідних процедур оцінювання до застосування на національному рівні.

Виклад основного матеріалу. До збірних систем фасадної теплоізоляції зовнішніх стін будинків і споруд в країнах, що входять до асоціації вільної торгівлі, з питань пожежної безпеки встановлено низку національних нормативних документів та/або настанов [8]. Ці нормативні документи в основному встановлюють вимоги до їх складових щодо класів за «реакцією на вогонь» та «вогнестійкістю» [17, 18]. Разом з цим, низка цих країн має додаткові вимоги, на які не поширюється система класифікації за «реакцією на вогонь» та/або «вогнестійкістю». В цих країнах визначено, що потрібно користуватися специфічним методом випробування фасадів на стійкість до поширення вогню. Загалом, у ході

проведення аналітичних досліджень, виявлено 12 таких методів випробування, інформацію щодо яких, наведено у табл. 1. Із зазначених у табл. 1 методів випробувань, чотири визначаються як випробування з помірним тепловим впливом, а решта вісім – як випробування з потужним тепловим впливом. Два з цих

випробувань передбачають сценарій пожежі поза межами будинків (імітується пожежа ззовні), у той час як решта методів випробування передбачають сценарій пожеж усередині будинку, коли вплив на фасад вогнем відбувається крізь проріз (віконний, дверний тощо).

Таблиця 1 – Перелік нормативних документів, що встановлюють в європейських країнах методи випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню

Нормативний документ на метод випробування	Країни, які користуються методом випробування
PN-B-02867 [19]	Польща
BS 8414-1 та BS 8414-2 [20, 21]	Великобританія, Республіка Ірландія
DIN 4102-20 [22]	Швейцарія, Німеччина
ÖNORM B 3800-5 [23]	Швейцарія, Австрія
Prüfbestimmung für aussenwandbekleidungssysteme [24]	Швейцарія, Ліхтенштейн
Technical regulation A 2.2.1.5 [25]	Німеччина
LEPIR 2 [26]	Франція
MCZ 14800-6 [27]	Угорщина
SP Fire 105 [28]	Швеція, Норвегія, Данія
Engineering guidance 16 (неофіційний метод) [29]	Фінляндія
ISO 13785-2 [30]	Словаччина
ISO 13785-1 [31]	Чеська Республіка


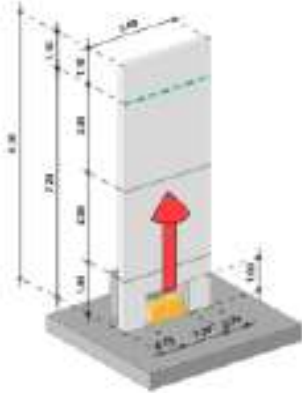


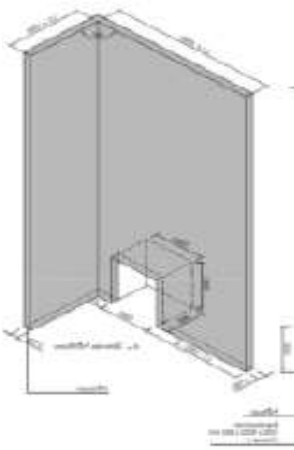

У поданій нижче табл. 2 узагальнено інформацію щодо масштабів цих методів,

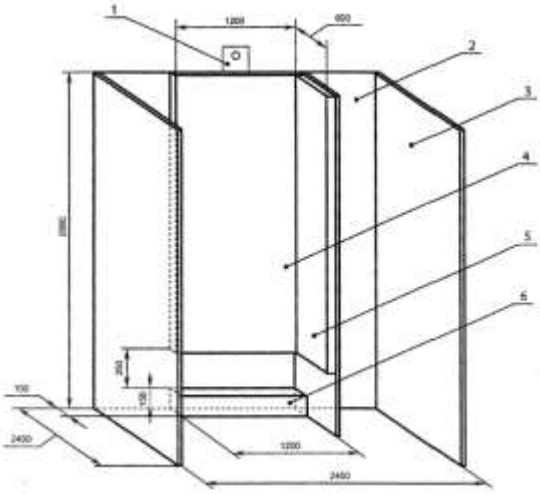



чотири з яких є середньомасштабними, а решта вісім – великомасштабними, та конфігурації випробувальних стендів.

Таблиця 2 – Інформація про методи випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню, що застосовуються в європейських країнах

Інформація про метод випробування (країна, що застосовує метод, нормативний документ на метод випробування, конфігурація випробувального стенда та масштаб випробувань)	
<p>Німеччина, Швейцарія DIN 4102-20 [22]</p>  <p>Внутрішній стіновий кут, проріз для модельного вогнища (середньомасштабне випробування)</p>	<p>Об'єднане Королівство (Англія, Шотландія, Уельс та Північна Ірландія), Республіка Ірландія BS 8414-1 [20], BS 8414-2 [21]</p>  <p>Внутрішній стіновий кут, проріз для модельного вогнища (великомасштабне випробування)</p>

Продовження табл. 2

<p>Польща PN-B-02867 [19]</p>  <p>Одна вертикальна стіна без прорізів (середньомасштабне випробування)</p>	<p>Швейцарія Prüfbestimmung für aus- senwandbekleidungssysteme [24]</p>  <p>Одна вертикальна стіна, проріз для модельного вогнища (великомасштабне випробування)</p>
<p>Франція LEPIR 2 [26]</p>  <p>Одна вертикальна стіна, чотири віконні прорізи (великомасштабне випробування)</p>	<p>Угорщина MCZ 14800-6 [27]</p>  <p>Одна вертикальна стіна, два віконні прорізи (великомасштабне випробування)</p>
<p>Австрія, Швейцарія ÖNORM B 3800-5 [23]</p>  <p>Внутрішній стіновий кут, проріз для модельного вогнища (середньомасштабне випробування)</p>	<p>Швеція, Норвегія, Данія SP Fire 105 [28]</p>  <p>Одна вертикальна стіна, проріз для модельного вогнища (великомасштабне випробування)</p>

<p>Чеська Республіка ISO 13785-1 [31]</p>  <p>Два внутрішні стінові кути, проріз для модельного вогнища (середньомасштабне випробування)</p>	<p>Словацька Республіка ISO 13785-2 [30]</p>  <p>Внутрішній стіновий кут, проріз для модельного вогнища (великомасштабне випробування)</p>
<p>Німеччина Technical regulation A 2.2.1.5 [25]</p>  <p>Внутрішній стіновий кут (великомасштабне випробування)</p>	<p>Фінляндія Engineering guidance 16 [29]</p>  <p>Одна вертикальна стіна (великомасштабне випробування)</p>

Предметами та явищами, які фіксуються та беруться до уваги під час випробувань представленими у табл. 2, є: здатність поширювання вогню у вертикальній і горизонтальній площині поверхнею та всередині збірної системи фасадної теплоізоляції; здатність поширювання пожежі з одного приміщення в інше (розташоване вище); стики системи з перекриттями; вікна; елементи огороження віконних прорізів; наявність тління матеріалів; наявність фрагментів матеріалів системи, що падають; наявність диму; тепловий потік; незворотні зміни в системі.

Середньомасштабні методи випробування, що встановлені (DIN 4102-20 [22], ÖNORM B 3800-5 [23] та ISO 13785-1 [31]) є схожими, й ґрунтуються на сценарії пожежі, що розвивається всередині будинку, а також впливові вогню, що проникає крізь проріз, на фасад безпосередньо над прорізом. Четверте середньомасштабне випробування згідно PN-B-02867 [19], яким користуються в Польщі, передбачає пожежу поза межами будинку. Інші вісім методів випробувань, є великомасштабними, які передбачають пожежу у стані повного розвитку

всередині будинку з проникненням вогню крізь проріз.

Крім того, шість методів випробування передбачають використання випробувального стенда, до складу якого входить одна стіна, інші шість - передбачають його кутову конфігурацію, причому один з них – наявність двох стінових конструкцій.

За даними таблиці 2 можна зазначити, що основними відмінностями між наведеними методами випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню, що застосовуються в європейських країнах, є:

масштаб випробувань (середньомасштабні та великомасштабні);
конструкція опорної стіни (з внутрішнім прямим кутом або пласкою стіною);
наявність прорізів у конструкції опорної стіни;

сценарій пожежі (місце розташування модельного вогнища) та її потужність.

Слід також зазначити, що деякі країни застосовують однакові випробувальні стенди, але результати випробувань оцінюються за різними критеріями. Так, у Швейцарії та Ліхтенштейні встановлено вимоги щодо порядку визначення можливості використання результатів випробування у разі їх проведення згідно з DIN 4102-20 [22] з метою виконання вимог нормативних документів, чинних у Швейцарії. В Австрії також користуються випробувальним стендом згідно з DIN 4102-20 [22], але пожежна навантага і місця вимірювання температури дещо інші. Критерії щодо показників пожежонебезпечності також відрізняються від тих, які встановлено в [22].

Крім того, як DIN 4102-20 [22], так і серія стандартів BS 8414 [20, 21], передбачають конфігурації з боковими стінами. Таку конфігурацію вважають такою, що є більш жорсткішою, ніж конфігурація з однією стіною. Разом з тим, шість національних методів випробування в європейських країнах передбачають конфігурацію саме з однією стіною.

Більшість з розглянутих методів випробувань передбачають використання конфігурацій випробувального стенда, за

яких сценарій пожежі відповідає виходу шлейфу продуктів згоряння крізь проріз у зовнішній поверхні будинку, що піднімається вздовж поверхні фасадної системи на ділянці, яка знаходиться безпосередньо над прорізом.

Окремо слід наголосити на величині теплового впливу на зразок, який залежить від таких чинників як: тип горючих матеріалів; умов тепло-газообміну у камері згоряння, умов в приміщенні споруди для вогневих випробувань; розміщення пожежної навантаги відносно поверхні зразка для випробувань.

Розміри модельних вогнищ пожежі і національні методи випробування суттєво відрізняються, наприклад, використовують дерев'яні штабелі з масою від 20 кг до 650 кг. Разом з тим, температури, що досягаються на різних висотах, а також тепловий потік, що падає на зразки (а також ділянка, на якій досягається певний його рівень) залежать не тільки від розмірів модельного вогнища пожежі, вони значною мірою залежать також від особливостей сценарію пожежі, таких як місце розташування модельного вогнища пожежі, умов вентиляції, та параметрів засобів вимірювальної техніки, використовуваних під час випробування.

Наприклад, згідно із BS 8414-1 та BS 8414-2 [20, 21] значення теплового потоку на висоті 1 м над прорізом для встановлення модельного вогнища пожежі упродовж 20 хв має бути у діапазоні від 45 кВт/м² до 95 кВт/м², а згідно із DIN 4102-20 [22], на аналогічній висоті над прорізом, це значення має складати 35 кВт/м². При цьому, як у першому, так і другому випадках, висота полум'я на прорізом має сягати 2,5 м. Інших даних стосовно теплових впливів на зразок, для методів випробувань фасадів у європейських країнах не знайдено, що унеможливує їх порівняння між собою.

У більшості із розглянутих методів випробувань, у якості горючого матеріалу модельних вогнищ пожежі, використовують деревину хвойних порід (ялина, сосна) вологістю у діапазоні від 9% до 15 %. У інших випадках, теплову навантагу створюють із застосуванням

газових пальників, спалюючи при цьому газ пропан, або металевих дек, наповнених гептаном.

Також, за величиною потужності теплового впливу випробування можна поділити на такі, які проводять у двох режимах, а саме, за помірною вогневою впливу і значного вогневого впливу, які можна позиціонувати як середньомасштабні випробування і великомасштабні випробування. Під час великомасштабних випробувань використовують дерев'яні штабелі, маса деревини яких знаходиться в межах від 400 кг до 650 кг. Під час

середньомасштабних випробувань використовують дерев'яні штабелі, маса деревини яких знаходиться в межах від 20 кг до 50 кг. Окрім різних кількостей горючих матеріалів, змінними величинами є питома поверхня і пористість дерев'яних штабелів, що впливає на перебіг процесу горіння.

Не менш важливим параметром випробування є тривалість його проведення. Цей параметр, серед розглянутих методів випробувань збірних систем фасадної теплоізоляції, також відрізняється (табл. 3).

Таблиця 3 – Тривалість поведінки випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню відповідно до національних нормативних документів європейських країн

Нормативний документ на метод випробування	Вимога щодо тривалості випробування
DIN 4102-20 [22]	Дерев'яний штабель/газовий пальник потрібно вимикати/гасити через 20 хв, після чого спостерігають за зразком не менше ніж 40 хв
Серія BS 8414 [20, 21]	60 хв (30 хв вогневого впливу і 30 хв спостереження після гасіння модельного вогнища пожежі)
PN-B-02867 [19]	Проміжок часу впливу модельного вогнища пожежі 15 хв (після завершення цього проміжку часу модельне вогнище пожежі відводять від зразка), після чого спостерігають за зразком 15 хв (загальна тривалість випробування 30 хв)
Engineering guidance 16 [29]	Тривалість випробування складає 30 хв від моменту запалювання модельного вогнища пожежі. Тривалість горіння складає 15 – 20 хв, тривалість охолодження – приблизно 10 хв
ISO 13785-1 [31]	Тривалість випробування складає 30 хв
ISO 13785-2 [30]	Повний проміжок часу вогневого впливу 15 хв. Упродовж 4-6 хв забезпечується збільшення інтенсивності вогневого впливу, після чого вогневий вплив послаблюють до повного загасання зразка
LEPIR 2 [26]	Перше оцінювання проводять у момент часу 30 хв. Друге оцінювання проводять у момент часу 60 хв
MSZ 14800-6 [27]	Максимальна тривалість випробування складає 45 хв
Prüfbestimmung für Aussenwandbekleidungs-systeme [24]	Тривалість випробування складає 40 хв
SP Fire 105 [28]	Тривалість випробування складає 16 – 18 хв
Technical regulation A 2.2.1.5 [25]	Через 25 хв штабель гасять, без завдання пошкоджень зразку, після чого здійснюють спостереження за зразком тривалістю не менше ніж 60 хв
ÖNORM B 3800-5 [23]	Тривалість випробування 30 хв. Якщо через 30 хв горіння фасаду триває, то проводять спостереження за зразком до моменту його зникнення

Аналіз даних табл. 3 свідчить, що тривалість безпосереднього вогневого впливу, залежно від методу, знаходиться в межах від 15 хв до 45 хв. В окремих випробуваннях пожежна навантага може згорати повністю, в інших випадках модельне вогнище пожежі гасять після досягнення заданого проміжку часу. Крім того, окремі методи передбачають процес спостереження за зразком, що піддавався випробуванню, після гасіння модельного вогнища пожежі. Ймовірно тривалість вогневого впливу пов'язана із часом

досягнення модельним вогнищем пожежі масштабів повністю розвинутої пожежі (II фаза).

В Україні, згідно із методикою [4], тривалість випробування складає 30 хв, що обґрунтовується виходячи із максимального значення нормованої межі вогнестійкості для зовнішніх ненесучих стін, яке наведено в ДБН В.1.1-7 [32]. У цих будівельних нормах наведено, що для будинків I, III і IIIб ступенів вогнестійкості межа вогнестійкості зовнішніх ненесучих стін має бути не менше ніж 30 хв, а для будинків інших ступенів

вогнестійкості – не менше ніж 15 хв. Тобто, проводити випробування тривалістю понад 30 хв, коли у реальній ситуації відбувається руйнування міжкімнатних перегородок (для переважної більшості багатоквартирних житлових будинків) і пожежа набуває значних розмірів, є недоцільним.

Далі подано основні результати аналізування узагальненої інформації щодо обов'язкових характеристик, які фіксуються під час випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню та наразі застосовуються у європейських країнах. Всього у розглянутих 12 методах випробувань виявлено 9 характеристик, що фіксуються, а саме це: поширення вогню у вертикальному напрямку; поширення вогню в горизонтальному напрямку; поширення вогню всередині; стан стику перекриття і фасаду; наявність тління; наявність уламків, що падають; виділення диму; параметри теплового впливу; стан елементів (вікна у прорізах, вогнезахисне заповнення).

Слід відмітити, що для всіх 12 методів випробувань основними характеристиками, що визначаються під час проведення випробувань, є здатність збірної системи фасадної теплоізоляції поширювати вогонь у вертикальному напрямку та усередині себе. 7 з 12 методів передбачають врахування здатності системи поширювати вогонь у горизонтальному напрямку. Ще однією з важливих характеристик, що фіксується, є наявність уламків, які падають. Цю характеристику, хоча і за різними методами та критеріями, але фіксують у 9 методах з 12. Серед найменш враховуваних характеристик відмічається тління фасадної системи, виділення диму, стан стику перекриття і фасаду, стан вогнезахисного заповнення віконних прорізів, величина теплового впливу у приміщенні над вогневою камерою або на карнизі вікна, розташованого поверхом вище.

На кінець слід наголосити, що для країн Європейського Союзу, відповідно до даних [8], найближчим часом планується розроблення єдиного методу випробувань стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до поширення вогню, який би враховував національні особливості підходів до таких випробувань країн-членів. Також у

Європейському Союзі планується запровадити відповідну схему класифікації, яка б враховувала й результати раніше проведених випробувань за національними стандартами.

Висновки. Встановлено, що в країнах Європейського Союзу застосовується 12 методів щодо визначення додаткових характеристик фасадних систем, на які не поширюється класифікація за «реакцією на вогонь». Ці методи регламентовані національними стандартами або настановами щодо показників пожежонебезпечності фасадів. Із зазначених методів 4 позиціонуються як з помірним тепловим впливом (середньомасштабні випробування), решта 8 – з потужним тепловим впливом (великомасштабні випробування). Крім того, 2 методи передбачають сценарій пожежі поза межами будинку (тобто імітується пожежа ззовні), решта 10 методів випробування передбачають сценарій пожежі усередині будинку, коли вплив на фасад вогнем відбувається крізь проріз (віконний, дверний тощо). Для реалізації великомасштабних випробувань у 6 методах передбачають використання випробувального стенда, до складу якого входить одна стіна, у інших 6 методах – його кутову конфігурацію (внутрішній кут утворений двома стінами).

За результатами проведених аналітичних досліджень узагальнено значний обсяг інформації по застосуванню методів випробувань фасадних систем по 31 країні, зокрема щодо конфігурацій випробувальних стендів та їх розмірів, параметрів вогневого впливу, горючих матеріалів, що застосовуються для його створення, розмірів і умов вентиляції камери згоряння, критеріїв характеристик, які фіксуються у процесі випробувань, тривалості випробування, пропонованої схеми класифікації фасадних систем та граничних значень величин за результатами натурних вогневих випробувань.

У подальших дослідженнях за даним напрямком досліджень, актуальності набуває питання проведення порівняльного аналізу підходів до випробувань пожежонебезпечності, в тому числі стійкості збірних систем фасадної теплоізоляції до

поширення вогню, в європейських країнах, останнього як базового під час розроблення та в Україні за методом [4], з метою відповідного проекту національного можливості прийнятності застосування стандарту України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борис О.П., Климаць Р.В. Чи готові вітчизняні вогнеборці до пожеж у висотних будівлях? Пожежна та техногенна безпека. Київ: № 4 (67), 2019. С. 26-28.
2. World Fire Statistics. *Report № 25*. URL : https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/CTIF_Report25.pdf.
3. Fire hazards of External wall assemblies Containing Combustible Components Final Report Prepared by: Nathan White CSIRO Highett, VIC, Australia Michael Delichatsios FireSert, University of Ulster Jordanstown, Northern Ireland Fire Protection Research Foundation. One batterymarch park quincy, massachusetts, u.s.a. 02169-7471. URL : <https://nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/BulletinFireHazardsofExteriorWallAssembliesContainingCombustibleComponents.ashx> (дата звернення 20.10.2020).
4. Методика натурних вогневих випробувань теплоізоляційно-оздоблювальних систем зовнішніх стін будинків і споруд на поширення вогню. К.: УкрНДПБ МНС України, 1999, 2010. 18 с.
5. ДСТУ Б В.1.1-4-98* Захист від пожежі. Будівельні конструкції Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. [Чинний від 1999-03-01]. К.: Державний комітет будівництва, 1998. 47 с.
6. ДСТУ Б В.1.1-21-2009 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Метод великомасштабних вогневих випробувань (ISO 13785-2:2002, MOD). [Чинний від 2009-08-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 24 с.
7. ДСТУ Б В.1.1-22-2009 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Метод середньомасштабних вогневих випробувань (ISO 13785-1:2002, MOD). [Чинний від 2009-08-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 15 с.
8. Development of a European approach to assess the fire performance of facades: Lars Boström, Anja Hofmann-Böllinghaus, Sarah Colwell, Roman Chiva, Péter Tóth, Istvan Moder, Johan Sjöström, Johan Anderson, David Lange. European Commission B-1049 Brussels. June 2018. doi:10.2873/954759.
9. Façade requirements in the 2021 edition of the US International Building Code. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fam.2803>.
10. NFPA 285 Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components. NFPA, 2019. 28 p.
11. Simion, A., Anghel, I., Dragne, H., Stoica, D. (2019). Contributions on the fire performance assessment of ETICS systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 572, Issue 1, 2 August 2019, Article number 012112. URL : <https://doi:10.1088/1757-899X/572/1/012112>.
12. Nishio, Y., Yoshioka, H., Noguchi, T., Kanematsu, M., Ando, T., Hase, Y., Hayakawa, T. (2016). Fire Spread Caused by Combustible Facades in Japan. *Fire Technology*. Volume 52, Issue 4, 1 July 2016, Pages 1081-1106. URL : <https://doi:10.1007/s10694-015-0535-5>.
13. Simion, A., Dragne, H (2017). Testing Method for External Cladding Systems - Incerc Romania. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* Volume 209, Issue 1, 27 June 2017, Article number 012102. URL : <https://doi:10.1088/1757-899X/209/1/012102>.
14. Zhou, B., Yoshioka, H., Noguchi, T., Wang, K. (2020). Experimental study on vertical temperature profile of EPS external thermal insulation composite systems masonry façade fire according to JIS A 1310 method. *Fire and Materials*. 2020. <https://doi:10.1002/fam.2880>.
15. JIS A 1310:2015 Test method for fire propagation over building facades. JSA, 2015.18 p.

16. Fire behaviour of EPS ETICS on concrete or masonry facades. *MATEC Web of Conferences*. Volume 46, 4 May 2016, Article number 05010. URL : <https://doi:10.1051/mateconf/20164605010>.
17. EN 13501-1:2018. Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. Brussels: European Committee for Standardization, 2018. 58 p.
18. EN 13501-2:2016. Fire classification of construction products and building elements. Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services. Brussels: European Committee for Standardization, 2016. 84 p.
19. PN-B-02867:2013. Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej oraz zasady klasyfikacji. PKN, 2013. 20 s.
20. BS 8414-1:2015. Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems applied to the masonry face of a building. BSI, 2015. 20 p.
21. BS 8414-2:2015. Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems fixed to and supported by a structural steel frame. BSI, 2015. 22 p.
22. DIN 4102-20:2017. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 20: Ergänzender Nachweis für die Beurteilung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen. GIS, 2017. 25 h.
23. ÖNORM B 3800-5:2013. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 5: Brandverhalten von Fassaden - Anforderungen, Prüfungen und Beurteilungen. Austrian Standards plus, 2013. 14 s.
24. Prüfbestimmung für Aussenwandbekleidungssysteme. VKF/AEAI/AICAA, 2015. 11 s.
25. Technical regulation A 2.2.1.5. Germany, 2015.
26. LEPiR 2-2010 Facade fire propagation test. France, 2010.
27. MCZ 14800-6:2009 Tűzállósági vizsgálatok. 6. rész: Tűzterjedés vizsgálata épülethomlokzaton. MTS, 2009. 9 o.
28. SP Fire 105 External wall assemblies and facade claddings. Reaction to fire. SP Technical Research Institute of Sweden, 1994. 16 p.
29. Engineering guidance 16. Finland.
30. ISO 13785-2:2002. Reaction-to-fire tests for façades. Part 2: Large-scale test. Geneva: International Organization for Standardization, 2002. 16 p.
31. ISO 13785-1:2002 Reaction-to-fire tests for façades. Part 1: Intermediate-scale test. Geneva: International Organization for Standardization, 2002. 10 p.
32. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2016. 39 с.

REFERENCES

1. Borys O.P. Klymas R.V. Are domestic firefighters ready for fires in high-rise buildings? Fire and man-made safety. Kiev: № 4 (67), 2019. P. 26-28.
2. World Fire Statistics, Report № 25. URL : https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/CTIF_Report25.pdf.
3. Fire hazards of External wall assemblies Containing Combustible Components Final Report Prepared by: Nathan White CSIRO Highett, VIC, Australia Michael Delichatsios FireSert, University of Ulster Jordanstown, Northern Ireland © June 2014 Fire Protection Research Foundation. URL : <https://nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/BulletinFireHazardsofExteriorWallAssembliesContainingCombustibleComponents.ashx>
4. Methods of full-scale fire tests of thermal insulation and finishing systems of external walls of buildings and structures for the spread of fire (1999, 2010), Kiev: Ukrainian Research Institute of Fire Safety (in Ukr.).
5. DSTU B V.1.1-4-98*. Fire protection. Building constructions Test methods for fire resistance. general requirements (1998), Kiev: State Construction Committee (in Ukr.).

6. DSTU B V.1.1-21-2009. Constructions of external walls with front thermal insulation. Method of large-scale fire tests (ISO 13785-2:2002, MOD) (2009), Kiev: Minrehionbud (in Ukr.).
7. DSTU B V.1.1-22-2009. Constructions of external walls with front thermal insulation. Method of medium-scale fire tests (ISO 13785-1:2002, MOD) (2009), Kiev: Minrehionbud (in Ukr.).
8. Development of a European approach to assess the fire performance of facades: Lars Boström, Anja Hofmann-Böllinghaus, Sarah Colwell, Roman Chiva, Péter Tóth, Istvan Moder, Johan Sjöström, Johan Anderson, David Lange. European Commission B-1049 Brussels. June 2018. doi:10.2873/954759.
9. Façade requirements in the 2021 edition of the US International Building Code. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fam.2803>.
10. NFPA 285 Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components. NFPA, 2019. 28 p.
11. Simion, A., Anghel, I., Dragne, H., Stoica, D. (2019). Contributions on the fire performance assessment of ETICS systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 572, Issue 1, 2 August 2019, Article number 012112. <https://doi:10.1088/1757-899X/572/1/012112>.
12. Nishio, Y., Yoshioka, H., Noguchi, T., Kanematsu, M., Ando, T., Hase, Y., Hayakawa, T. (2016). Fire Spread Caused by Combustible Facades in Japan. Fire Technology Volume 52, Issue 4, 1 July 2016, Pages 1081-1106. <https://doi:10.1007/s10694-015-0535-5>.
13. Simion, A., Dragne, H (2017). Testing Method for External Cladding Systems - Incerc Romania. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 209, Issue 1, 27 June 2017, Article number 012102. <https://doi:10.1088/1757-899X/209/1/012102>.
14. Zhou, B., Yoshioka, H., Noguchi, T., Wang, K. (2020). Experimental study on vertical temperature profile of EPS external thermal insulation composite systems masonry façade fire according to JIS A 1310 method. Fire and Materials, 2020. URL : <https://doi:10.1002/fam.2880>.
15. JIS A 1310:2015 Test method for fire propagation over building facades. JSA, 2015. 18 p.
16. Fire behaviour of EPS ETICS on concrete or masonry facades. MATEC Web of Conferences Volume 46, 4 May 2016, Article number 05010. URL : <https://doi:10.1051/mateconf/20164605010>.
17. EN 13501-1:2018. Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. - Brussels: European Committee for Standardization, 2018. 58 p.
18. EN 13501-2:2016 Fire classification of construction products and building elements. Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services. Brussels: European Committee for Standardization, 2016. 84 p.
19. PN-B-02867:2013 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej oraz zasady klasyfikacji. PKN, 2013. 20 s.
20. BS 8414-1:2015 Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems applied to the masonry face of a building. BSI, 2015. 20 p.
21. BS 8414-2:2015 Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems fixed to and supported by a structural steel frame. BSI, 2015. 22 p.
22. DIN 4102-20-2017 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 20: Ergänzender Nachweis für die Beurteilung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen. GIS, 2017. 25 h.
23. ÖNORM B 3800-5:2013. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 5: Brandverhalten von Fassaden. Anforderungen, Prüfungen und Beurteilungen. Austrian Standards plus, 2013. 14 s.
24. Prüfbestimmung für Aussenwandbekleidungs-systeme. VKF/AEAI/AICAA, 2015. 11 s.
25. Technical regulation A 2.2.1.5. Germany, 2015.
26. LEPiR 2-2010 Facade fire propagation test. France, 2010.
27. MCZ 14800-6:2009 Tűzállósági vizsgálatok. 6. rész: Tűzterjedés vizsgálata épülethomlokzaton. MTS, 2009. 9 o.
28. SP Fire 105 External wall assemblies and facade claddings. Reaction to fire. - SP Technical Research Institute of Sweden, 1994. 16 p.
29. Engineering guidance 16. Finland.

30. ISO 13785-2:2002 Reaction-to-fire tests for façades - Part 2: Large-scale test. - Geneva: International Organization for Standardization, 2002. 16 p.
31. ISO 13785-1:2002 Reaction-to-fire tests for façades. Part 1: Intermediate-scale test. Geneva: International Organization for Standardization, 2002. 10 p.
32. DBN V.1.1-7:2016 Fire safety objects of construction. General requirements. (2016). Kiev: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (in Ukr.).

ANALYSIS OF EUROPEAN METHODS FOR ASSESSING THE RESISTANCE OF PREFABRICATED FACADE INSULATION SYSTEMS TO THE FIRE PROPAGATION

*T. Skorobahatko, O. Dobrostan, Cand. of Sc. (Eng.), S. Novak, Cand. of Sc. (Eng.),
Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine*

KEYWORDS

test bench, composite system, test method, fire, fire propagation, standard, facade heat insulation.

ANNOTATION

European approaches to fire hazard assessment of facade insulation systems were analyzed. It was established that a number of national normative documents have been adopted in European countries, which mainly set requirements for classes in terms of "reaction to fire" to their constituent elements. A number of European countries have additional requirements regarding characteristics of the resistance of composite facade insulation systems to surficial fire propagation. It was revealed that twelve test methods were used to evaluate this characteristic, four of which are defined as tests with moderate thermal influence, but remaining eight ones were determined as tests with severe thermal influence. Two methods assume a fire scenario outdoors, but the other ten test methods assume fire scenarios indoors. Configurations of the test benches were considered; constructions of six of them contain a wall, but six other constructions are structures of an inner corner formed by several walls. Most test bench configurations provide a fire scenario that corresponds to the exit of a fire fumes plume through an opening in the outer surface of the house that rises along the surface of the facade system in the area immediately above the opening. The characteristics recorded during the tests were considered, there are nine of them in total in the twelve methods, the main of which for most test methods are fire propagation in the vertical and horizontal directions as well as its propagation inside. The intentions to develop a single method for testing resistance of composite facade insulation systems to fire propagation for the European Union member states were emphasized. It is concluded that further studies related to the comparative analysis of approaches to fire tests, including the resistance of composite facade insulation systems to fire, in European countries and in Ukraine according to the currently used method in order to allow acceptability of the latter as basic during the development of the relevant draft national standard of Ukraine.
