

ОЦІНКА РЕАКЦІЇ НА ВОГОНЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ МЕТОДОМ SBI (SINGLE BURNING ITEM)

Олена ОЛЕКСІЄНКО,

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»,
5/2, вулиця Преображенська, Київ, 03680
Building Research Institute (Instytut Techniki Budowlanej)
21, Ksawerów, Warszawa, 02-656
Fire-Labe (Fire-Lab sp. z o. o)
9, Szałwiowa, Warszawa, 03-167
1mb-elena@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-5329-2217>

Анотація. Відбудова України потребує прогресивних та новітніх конструктивних рішень з урахуванням вимог безпеки використання та пожежної безпеки будівельної продукції. Однією з найважливіших вимог, які встановлені для будівельних виробів і матеріалів, що використовуються всередині будівель на стінах і стелі, є вимога щодо ступеня горючості. В Україні наразі діє стандарт ДСТУ EN 13501-1 [3] щодо пожежної класифікації будівельної продукції. Стандарт визначає методи випробувань, що застосовуються до виробу, що оцінюється, а також критерії оцінки отриманих результатів випробувань з присвоєнням їм відповідних основних класів реакції на вогонь. Якщо необхідно оцінити поведінку виробу на подальшій стадії пожежі, тоді слід провести випробування методом SBI (Single Burning Item) згідно ДСТУ EN 13823 [5]. Метод SBI відповідає стадії розвитку пожежі, на якій будівельний виріб піддається тепловому впливу поодинокого предмета, що горить. Випробування методом SBI може проводитися як самостійно для технологічних випробувань, так і для визначення основних експлуатаційних характеристик будівельних виробів. Проте, повна класифікація реакції на вогонь залежно від класу повинна бути доповнена випробуваннями згідно ДСТУ EN ISO 11925-2 [4], ДСТУ EN ISO 1182 [6] або ДСТУ EN ISO 1716 [7]. У статті наведено опис процесу проведення випробувань методом SBI, як розраховуються результати випробування, які параметри розраховує система вимірювань на випробувальному стенді SBI і що



Олена ОЛЕКСІЄНКО
завідувач лабораторії
будівельної теплотехніки
та акустики,
researcher Department of thermal
physics, acoustics and ecology,
к.т.н.

вони означають по відношенню до реальної пожежі, наведені результати досліджень деяких будівельних виробів при випробуванні методом SBI.

Ключові слова. Реакція на вогонь; пожежа; займистість; метод SBI; будівельний виріб; клас реакції на вогонь.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Відбудова України потребує прогресивних та новітніх конструктивних рішень з урахуванням вимог безпеки використання та пожежної безпеки будівельної продукції. Будівельна продукція, розміщена на ринку Європейського Союзу, підпадає під дію вимог Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для продажу будівельної продукції та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС [1].

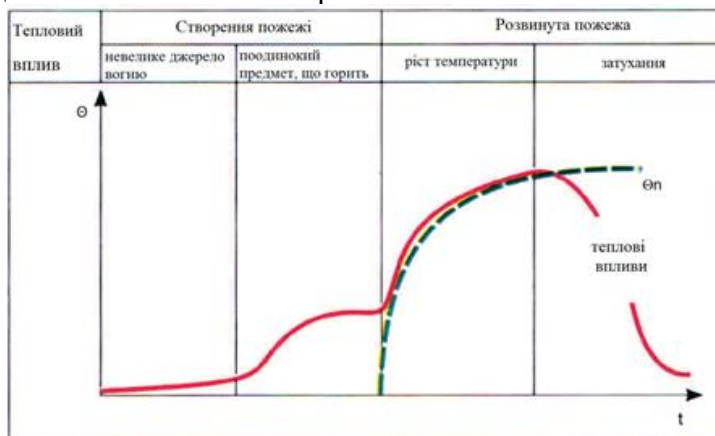
Законом України «Про надання будівельної продукції на ринку» [2], що імплементує положення Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського

Парламенту та Ради [1], визначено, що виробник має складати декларацію, яка відображатиме показники будівельної продукції, пов'язані з її суттєвими експлуатаційними характеристиками згідно з відповідними регламентними технічними специфікаціями, зокрема:

- національними стандартами для цілей застосування Закону [2], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам;
- європейськими документами з визначення прийнятності;
- національними документами України з визначення прийнятності.

Однією з найважливіших вимог, які встановлені для будівельної продукції, що використовується всередині будівель на стінах і стелі, є вимога щодо горючості. Після набрання чинності Закону [2] Україна гармонізувала низку європейських стандартів для оцінки пожежної безпеки будівельних виробів. Що стосується оцінки ступеня займистості будівельної продукції, яка вимагається законодавством, наразі діє стандарт ДСТУ EN 13501-1 [3] щодо пожежної класифікації будівельних виробів і матеріалів. Стандарт визначає методи випробувань, що застосовуються до будівельної продукції, що оцінюється, а також критерії оцінки отриманих результатів випробувань та присвоєння їм відповідних основних класів реакції на вогонь.

Україна спільно з європейською акредитованою і нотифікованою лабораторією проводить випробування будівельних виробів щодо класу реакції на вогонь відповідно до зазначених нижче норм.



АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для шести основних класів реакції на вогонь стінових і стельових матеріалів необхідні методи випробувань наведені в ДСТУ EN ISO 11925-2 [4] (метод малого полум'я) і ДСТУ EN 13823 [5] (так званий метод SBI (Single Burning Item)), за винятком класу A1, коли випробування виконуються відповідно до ДСТУ EN ISO 1182 [6] (випробування на негорючість) і ДСТУ EN ISO 1716 [7] (випробування на теплоту згорання). При випробуванні будівельних виробів спочатку проводиться випробування на мале полум'я, а потім випробування методом SBI. Така послідовність обумовлена стадіями розвитку пожежі в приміщенні. Послідовні етапи розвитку пожежі відповідають окремим методам. У цій статті представлена одна з основних вимог до будівельної продукції (пожежна безпека) та критерії оцінки визначення реакції на вогонь [8 ÷ 10].

У статтях [11 ÷ 16] описані європейські методи та результати досліджень реакції на вогонь будівельної продукції, зокрема для фасадів будівель та покриттів. У статтях [17 ÷ 18] проведено аналіз вітчизняних нормативних протипожежних вимог щодо улаштування зовнішнього облицювання фасадів будівель. Оцінка і перевірка експлуатаційних характеристик, довговічності, теплової надійності і пожежної безпеки будівельної продукції є актуальним питанням сьогодення [19 ÷ 20].

На рис. 1 наведена крива розвитку пожежі в приміщенні в залежності від часу.

Рис.1. Розвиток пожежі в приміщенні залежно від часу

Fig.1. The development of a fire in a room depending on time.

Додаткова класифікація щодо димоутворювальної здатності, яка визначає кількість

диму, що виділяється у разі пожежі наведена на рис. 2.

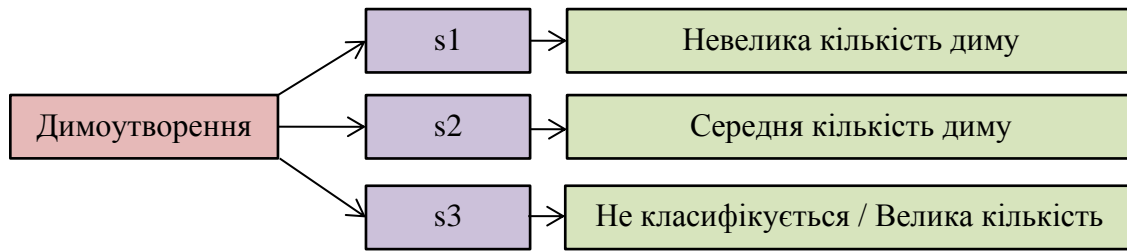


Рис.2. Додаткова класифікація за реакцією на вогонь будівельних матеріалів та виробів щодо димоутворювальної здатності

Fig.2. Additional classification by reaction to fire of building materials and products regarding smoke-generating ability

Додаткова класифікація щодо утворення палаючих краплин/частинок, яка визначає кількість і характер горючих крапель або частинок, що утворюються внаслідок вогню,

які можуть поширювати вогонь і викликати опіки, наведена на рис. 3.

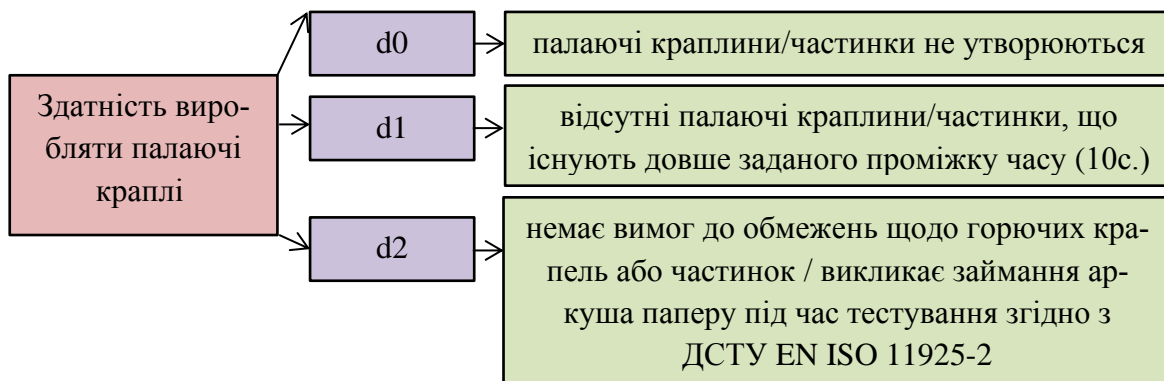


Рис.3. Додаткова класифікація за реакцією на вогонь будівельних матеріалів та виробів щодо утворення палаючих краплин/частинок

Fig.3. Additional classification by reaction to fire of building materials and products regarding the formation of burning droplets/particles

Класифікація за реакцією на вогонь будівельних матеріалів та виробів наведена на рис. 4.

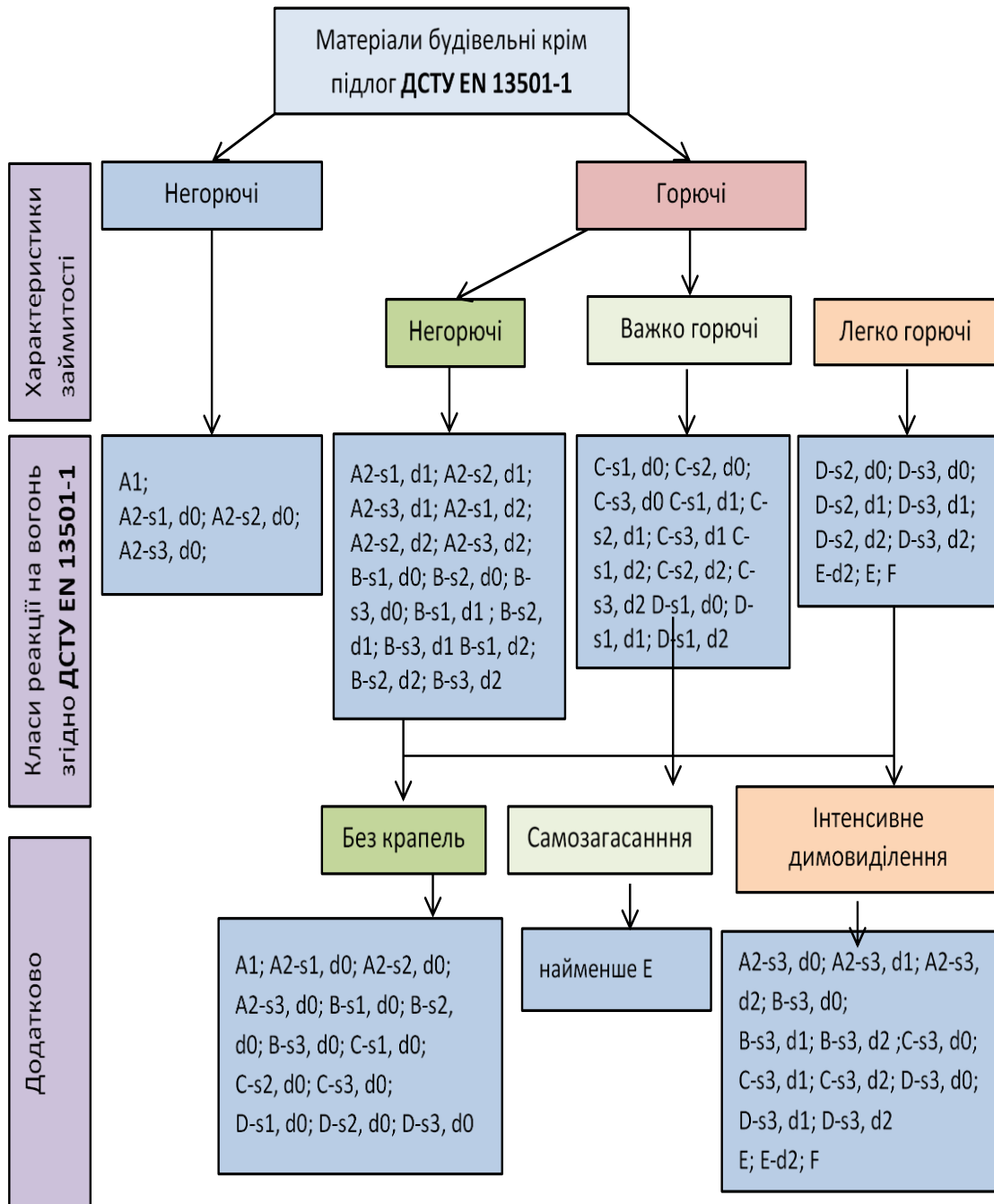


Рис.4. Класифікація за реакцією на вогонь будівельних матеріалів та виробів
Fig.4. Classification by reaction to fire of building materials and products

Критерії класифікації на основі вимог ДСТУ EN 13501-1 наведено на рис. 5.

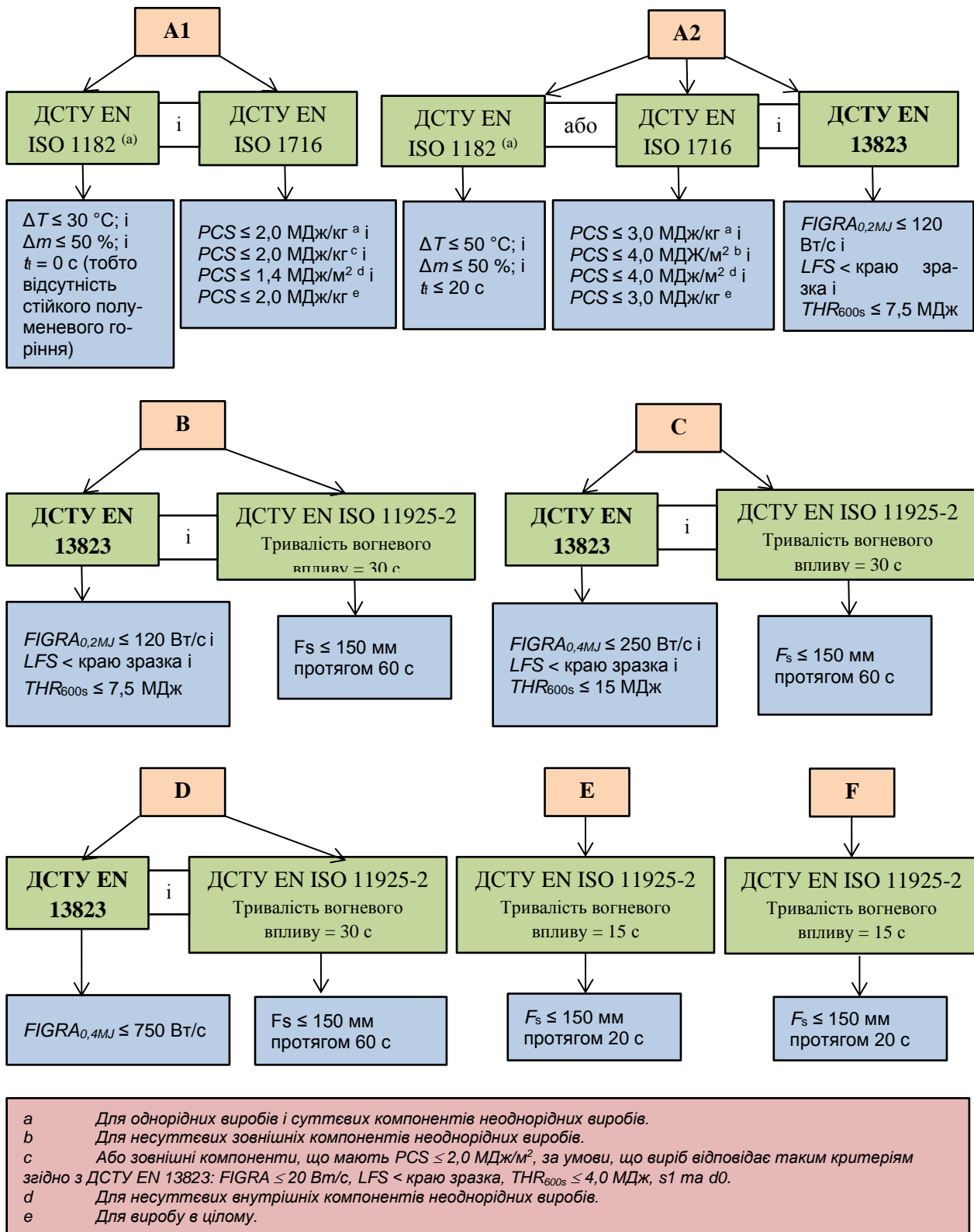


Рис.5. Критерії класифікації за реакцією на вогонь будівельних матеріалів та виробів на основі вимог ДСТУ EN 13501-1 [3]

Fig.5. Classification criteria for reaction to fire of building materials and products based on the requirements of DSTU EN 13501-1 [3]

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою є проведення випробувань будівельних виробів щодо реакції на вогонь, за винятком покривів для підлог, які піддають термічній дії поодинокого предмета, що горить та розрахунок класифікаційних параметрів. У статті описано процедуру та результати випробувань методом SBI (Single Burning Item).

При методі малого полум'я згідно з ДСТУ EN ISO 11925-2 [4] оцінюється поведінка будівельного виробу у фазі вогню під час впливу джерел вогню, таких як запалений сірник, недопалок тощо. Якщо немає потреби проводити подальшу оцінку, то цього методу достатньо.

Однак, якщо необхідно оцінити поведінку виробу на подальшій стадії пожежі, тоді слід провести випробування методом SBI згідно з ДСТУ EN 13823 [5]. Метод SBI відповідає стадії розвитку пожежі, на якій будівельний виріб піддається тепловому впливу поодинокого предмета, що горить. Прикладом може бути палаюче відро для сміття, яке спалахнуло в результаті, наприклад, кидання в нього недопалка.

Практика показує, що 90 % будівельних виробів оцінюються з точки зору їх поведінки у фазі пожежі, коли відбувається вплив одного палаючого предмета. Саме тому (в 90 % випадків) випробування на мале полум'я згідно з ДСТУ EN ISO 11925-2 [4] є формальністю, оскільки їх результати не впливають на остаточну оцінку будівельної продукції на клас реакції на вогонь.

Метод малого полум'я, подібно до методу визначення теплоти згорання та випробування на негорючість, простий у підготовці та виконанні. Метод SBI, як випробування середнього масштабу, дозволяє оцінити будівельний виріб, який безпосередньо застосовується в будівлі, включаючи спосіб його прикріплення.

Випробувальний зразок складається з двох вертикальних ступок, висотою 1500 мм і довжиною крил 500 мм і 1000 мм, які утворюють прямий кут (рис. 6). Його піддають дії полум'я від пальника, розміщеного

внизу кута. Полум'я виходить при спалюванні пропану, що дає теплову потужність $(30,7 \pm 2,0)$ кВт. Властивості зразка визначають протягом 20 хв.

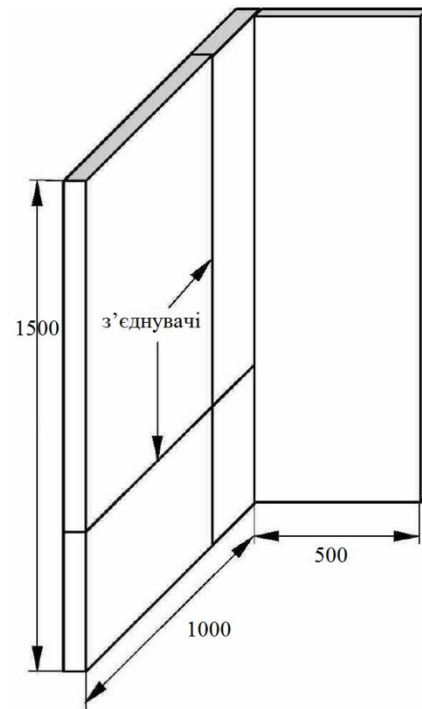


Рис.6. Схема та розміри [мм] випробувального зразка для випробувань методом SBI

Fig.6. Scheme and dimensions [mm] of the test specimen for SBI tests

Метою випробування методом SBI є визначення параметрів класифікації реакції на вогонь будівельної продукції, таких як:

- FIGRA (ang. *Fire Growth Rate*) – швидкість розвитку пожежі;
- SMOGRA (ang. *Smoke Growth Rate*) – показник інтенсивності виділення диму;
- TSP (ang. *Total Smoke Production*) – загальне виділення диму від випробувального зразка протягом перших 600 секунд впливу полум'я основного пальника;
- THR_{600s} (ang. *Total Heat Release*) – загальне тепло, що виділяється із випробувального зразка протягом перших 600 секунд впливу полум'я основного пальника;
- LFS (ang. *Lateral Flame Spread*) – поширення полум'я вздовж довгого крила випробуваного зразка

Вищевказані параметри, відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 13501-1 [3], необхідні для визначення властивостей будівельної продукції для єврокласів реакції на вогонь: A2, A2L, B, BL, C, CL, D і DL. Випробування методом SBI може проводитися як самостійно для технологічних випробувань, так і для визначення основних експлуатаційних характеристик. Проте, повна класифікація реакції на вогонь залежно від класу повинна бути доповнена випробуваннями згідно ДСТУ EN ISO 11925-2 [4], ДСТУ EN ISO 1182 [6] або ДСТУ EN ISO 1716 [7].

Як проводиться випробування методом SBI?

Випробування будівельного виробу чи матеріалу методом SBI полягає в опромінюванні пальником потужністю $(30,7 \pm 2,0)$ кВт випробувального зразку, загальний вигляд якого представлений на рис. 5.

Вигляд випробувального стенду SBI наведено на рис. 7.



Рис.7. Вигляд випробувального стенду SBI
Fig.7. A view of the SBI test bench

Опис випробувального стенду. Конструкція випробувального стенду SBI описана в стандарті ДСТУ EN 13823 [5]. Стенд складається з трьох основних секцій: випробувальної камери, вимірювального візка та секції аналізу вихлопних газів.

Випробувальна камера виготовлена з матеріалів з високою вогнетривкістю та має вхід для оператора і можливість ходити по даху, де розташована секція аналізу вихлопних газів.

Всередині випробувальної камери встановлений пальник, ідентичний пальнику на вимірювальному візку, та виконує функцію

фонового запису для фіксації основних параметрів випробувального стенду SBI.

Вимірювальний візок побудований на сталевій рамі з можливістю переміщення.

Секція аналізу вихлопних газів містить датчики температури, аналізатор вмісту O_2 і CO_2 у вихлопних газах, датчик перепаду тиску для вимірювання швидкості вихлопних газів, вентилятор з регулюванням потужності, систему вимірювання ослаблення світлового променя.

Процедура випробування. Для проведення випробувань зразок матеріалу монтується на вимірювальний візок та переміщують всередину випробувальної камери. Вид зразка, готового до випробування, під час випробування і після випробування наведено на рис. 7 ÷ 9.



Рис. 8 Вигляд зразка перед випробуванням методом SBI

Fig. 8. View of the sample before the SBI test



Рис. 9. Вигляд зразка в процесі випробування методом SBI

Fig. 9. View of the sample in the process of testing by the SBI method



Рис.10. Вигляд зразка після випробуванням методом SBI

Fig.10. The appearance of the sample after testing by the SBI metho

Під час випробування, пальник у дальньому кутку візка впливає вогнем потужністю $(30,7 \pm 2,0)$ кВт на нижній кут випробувального зразка матеріалу, що досліджується.

Процедура вимірювання складається з таких етапів [3, 5]:

1. Вимірювання умов навколишнього середовища – стандарт на випробування точно описує умови, за яких має проводитися випробування, якщо вони не виконуються, вимірювання буде припинено.

2. Вимірювання початкових умов – на цьому етапі ІТ-система випробувального стенду зчитує та обчислює середнє значення наступних параметрів протягом 3-хвилинного періоду: вміст кисню та вуглекислого газу, температура навколишнього середовища, температура повітря в вимірювальному каналі, вологість, тиск, інтенсивність світла.

3. Робота допоміжного пальника – допоміжний пальник, встановлений у випробувальній камері, працює протягом наступних 3 хвилин. Під час його роботи фіксується потужність пальника і кількість диму, що утворюється. Параметри, розраховані на цьому етапі, описані далі в статті.

4. Вплив зразка на вогонь – час впливу вогню на зразок 20 хв. На цьому етапі вимірюються параметри, необхідні для розрахунку класифікації реакції на вогонь, а саме: THR, SPR, FIGRA та SMOGRA.

5. Час очікування згасання зразка – після експозиції зразок у випробувальній камері повинен повністю згаснути та припинити виділяти тепло та дим. Стандарт допускає ручне гасіння проби оператором станції.

6. Вимірювання кінцевих умов – після гасіння зразка вимірюються параметри, необхідні для розрахунку дрейфів аналіза-тора та системи вимірювання ослаблення світлового променя.

Розрахунок класифікаційних параметрів [3, 5].

THR_{600s} (Total Heat Release)– цей параметр відображає загальну кількість тепла, що виділяється зразком протягом перших 10 хвилин експозиції. Розраховується на основі суми параметра HRR(t).

FIGRA_{0,2MJ} –параметр, що описує швидкість виділення тепла зразком. Вимірюється, коли THR(t)>0,2MJ, тобто якщо зразок виділяє більше тепла в даний момент, ніж 0,2MJ.

FIGRA_{0,4MJ} –параметр, що описує швидкість виділення тепла зразком. Вимірюється, коли THR(t)>0,4MJ, тобто якщо зразок виділяє більше тепла в даний момент, ніж 0,4MJ.

TSP_{600s} – параметр, що описує загальну кількість диму, що виділяється протягом перших 600 секунд впливу вогню. Розраховується на основі суми параметра SPR(t).

SMOGRA – максимальна швидкість виділення диму зразком за весь час експозиції.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Як розраховуються результати випробувань SBI? Які параметри (нормативні вимоги) вимірює випробувальний стенд SBI?

1. Вологість вимірюється в діапазоні 20 ÷ 80 % (± 5 %).

2. Температура навколишнього середовища: вимірювальна термopара розташована над підлогою біля вихідного отвору випробувального візка.

3. Тиск навколишнього середовища з точністю ± 200 Па.

4. Система вимірювання ослаблення світлового променя: вона складається зі стабілізуючої структури, джерела світла з колірною температурою 2900 К (± 100 К), системи лінз і детектора.

5. Рівень O_2 , виміряний аналізатором парамагнітного типу з роздільною здатністю min. 0,01 %.

6. Рівень CO_2 , виміряний аналізатором типу IR з роздільною здатністю min. 0,01 %.

7. Швидкість димових газів у вимірювальній трубі: вимірювання здійснюється за допомогою двонаправленого зонда та датчика тиску.

8. Температура димових газів: вимірюється за допомогою 3-х термопар, розміщених у вимірювальній трубі.

Які параметри розраховує система вимірювань на випробувальному стенді SBI і що вони означають по відношенню до реальної пожежі? [3, 5]:

THR_{600s} – цей параметр описує загальну кількість тепла, що виділяється на зразок протягом перших 600 секунд випробування. Завдяки цьому параметру оцінюється вплив даного матеріалу на розвиток пожежі. Це вказує, наприклад: чи спричинить займання даного матеріалу поширення вогню на інші матеріали, чи здатна вивільнена енергія ініціювати або підтримувати процес горіння?

$FIGRA$ – цей параметр описує швидкість виділення тепла матеріалом, що досліджується. Завдяки цьому оцінюється, як швидко даний матеріал поширить вогонь. У поєднанні з параметром THR можна оцінити, чи може спалахнути пожежа і як швидко?

$SMOGRA$ – цей параметр, що описує швидкість виділення диму матеріалом, що бере участь у пожежі. Це особливо важливо для громадських будівель, виробничих цехів і складів. Завдяки йому можна оцінити час, через який евакуюватися з приміщення через задимлення буде неможливо.

TSP_{600s} – цей параметр показує кількість диму, виробленого за перші 600 секунд випробування. Завдяки цьому можна оцінити, чи зменшить кількість диму, що виділя-

ється, видимість у разі пожежі? Це дуже важлива інформація при визначенні шляхів евакуації та небезпечних зон.

Як розраховуються окремі параметри?

Вимірювальна система стенду SBI протягом всієї процедури вимірювання фіксує значення кожного вимірюваного параметра кожні 3 секунди. Потім на їх основі розраховує первинні параметри, тобто: $HRR(t)$ – швидкість виділення тепла і $SPR(t)$ – швидкість виділення диму.

Для розрахунку показника HRR система розраховує:

$V_{298}(t)$ – об'ємна витрата в вимірювальній лінії;

$\phi(t)$ – коефіцієнт зниження концентрації кисню;

x_{a,O_2} – мольна частка кисню в навколишньому повітрі, включаючи водяну пару.

$HRR_{total}(t)$ обчислюється за наступним рівнянням:

$$\begin{aligned} HRR_{total}(t) &= \\ &= EV_{298}(t)x_{a,O_2} \left(\frac{\phi(t)}{1 + 0,15\phi(t)} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

Потім, завдяки роботі допоміжного пального, можна розрахувати параметр HRR самого пального (HRR_{av_burner}), тобто середнє значення HRR_{total} за період 210-270 секунд тесту. Завдяки цьому розрахунку можна відняти HRR_{av_burner} із загального HRR_{total} під час спалювання зразка та отримати параметр HRR для самого зразка:

$$HRR(t) = HRR_{total}(t) - HRR_{av_burner} \quad (2)$$

На підставі наведеного вище розрахунку кінцевий параметр, який становить THR_{600s} , розраховується за формулою (3):

$$\begin{aligned} THR_{600s} &= \\ &= \frac{3}{1000} \sum_{300s}^{900s} (max[HRR(t), 0]) \end{aligned} \quad (3)$$

$FIGRA$ також розраховується на основі параметра $HRR(t)$. Цей параметр розділений на два діапазони: 0,2 МДж, що означає, що він вимірюється, коли виконуються умови

$HRR_{av}(t) > 3 \text{ kW}$ і $THR(t) > 0,2 \text{ MJ}$, і $0,4 \text{ МДж}$, що означає, що умови $HRR_{av}(t) > 3 \text{ кВт}$ і $THR(t) > 0,4 \text{ МДж}$.

Цей параметр вимірюється протягом усього періоду впливу на зразок і розраховується за формулою (4):

$$FIGRA = 1000 \times \max\left(\frac{HRR_{av}(t)}{t - 300}\right) \quad (4)$$

Інші параметри, які підраховує вимірювальна система SBI: TSP_{600s} і SMOGRA.

У зв'язку з тим, що під час випробування щільність димових газів змінюється в залежності від температури, першим кроком для розрахунку параметрів диму є визначення швидкості, з якою повітряні потоки протікають у вимірювальній системі. Для цього використовується формула (5), в якій використовується об'ємна витрата (V_{298}), розрахована для температури 298 К, і середньої температури димових газів у вимірювальній трубі:

$$V(t) = V_{298}(t) \frac{T_{ms}(t)}{298} \quad (5)$$

На наступному кроці швидкість виділення диму $SPR_{total}(t)$ розраховується за формулою (6):

$$SPR_{total}(t) = \frac{V(t)}{L} \ln \left[\frac{\bar{I}(30 \text{ s} \dots 90 \text{ s})}{I(t)} \right] \quad (6)$$

Як у випадку з розрахунком HRR, від параметра SPR_{total} необхідно відокремити дим від самого пальника. Це відбувається під час роботи допоміжного пальника та виражається як сума:

$$SPR_{av_burner} = SPR_{total}(390 \text{ s} \dots 450 \text{ s}) \quad (7)$$

Завдяки цьому ми отримуємо параметр $SPR(t)$, який стосується лише диму, що випускається зразком.

Після отримання параметра $SPR(t)$ обчислюємо значення для TSP_{600s} за допомогою наступного рівняння (8):

$$TSP_{600s} = 3 \sum_{300s}^{900s} (\max.[SPR(t), 0]) \quad (8)$$

Останнім кінцевим параметром, підрахованим вимірювальною системою SBI, є SMOGRA. Розраховується при дотриманні таких умов: $SPR_{av}(t) > 0,1 \text{ м}^2/\text{с}$ і $TSP(t) > 6 \text{ м}^2$ протягом усього часу витримки зразка в полум'ї. SMOGRA розраховується за наступним принципом:

$$SMOGRA = 10\,000 \times \max\left(\frac{SPR_{av}(t)}{t - 300}\right) \quad (9)$$

Результати випробувань методом SBI деяких будівельних виробів наведено в табл. 1.

Табл.1. Результати випробувань будівельної продукції методом SBI
Table 1. The results of testing construction products using the SBI method

Назва будівельної продукції	Показники для класифікації	SBI (зразок № 1)	SBI (зразок № 2)	SBI (зразок № 3)	SBI (середнє значення)	Класифікація SBI
1	2	3	4	5	6	7
Мінеральна суміш	FIGRA _{0,2MJ} [W/s]	0,00	10,53	0,00	3,51	A2 s1 d0
	FIGRA _{0,4MJ} [W/s]	0,00	8,87	0,00	2,96	
	THR _{600s} [MJ]	0,59	1,20	0,83	0,87	
	SMOGRA [m ² /s ²]	0,00	0,00	0,00	0,00	
	TSP _{600s} [m ²]	17,67	20,24	18,53	18,81	

Продовження табл. 1.
Continuation of table 1

1	2	3	4	5	6	7
Сендвіч панель з PIR	FIGRA _{0,2MJ} [W/s]	53,27	45,73	67,22	55,41	B s2 d0
	FIGRA _{0,4MJ} [W/s]	49,65	37,32	67,31	51,43	
	THR _{600s} [MJ]	4,32	3,61	3,78	3,90	
	SMOGRA [m ² /s ²]	8,44	1,78	9,75	6,66	
	TSP _{600s} [m ²]	62,25	44,67	60,81	55,91	
Плита ДСП	FIGRA _{0,2MJ} [W/s]	491,25	517,45	511,12	506,54	D s1 d0
	FIGRA _{0,4MJ} [W/s]	490,78	518,19	510,21	506,39	
	THR _{600s} [MJ]	42,12	43,21	44,89	43,41	
	SMOGRA [m ² /s ²]	1,58	1,88	3,01	2,16	
	TSP _{600s} [m ²]	21,95	29,85	29,76	27,19	
Мінеральна вата в алюмінієвій обшивці	FIGRA _{0,2MJ} [W/s]	10,62	9,45	7,32	9,13	B s1 d0
	FIGRA _{0,4MJ} [W/s]	10,62	9,46	7,32	9,13	
	THR _{600s} [MJ]	2,18	1,28	1,32	1,59	
	SMOGRA [m ² /s ²]	0,00	0,00	0,00	0,00	
	TSP _{600s} [m ²]	30,75	25,63	32,33	29,57	

Примітка. Повна класифікація реакції на вогонь будівельних матеріалів залежно від класу повинна бути доповнена випробуваннями згідно ДСТУ EN ISO 11925-2, ДСТУ EN ISO 1182 або ДСТУ EN ISO 1716 (див. рис. 5 даної статті).

Так, нижче наведено випробування мінеральної суміші що призначена для приклеювання теплоізоляційних плит і влаштування армувального шару в системах ETICS. Приклади результатів випробувань, отриманих методом SBI, представлені на рисунках 8 – 10.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Відбудова України потребує прогресивних та новітніх конструктивних рішень з урахуванням вимог безпеки використання та пожежної безпеки будівельної продукції. У статті описано процедуру випробування методом SBI (Single Burning Item) з визна-

ченням основних параметрів і характеристик щодо реакції на вогонь будівельної продукції (за винятком покриттів для підлог) під час їх піддавання тепловому впливу поодинокого предмета, що горить. Зазначено, які параметри розраховує система вимірювань на випробувальному стенді SBI і що вони означають по відношенню до реальної пожежі.

Метою випробувань методом SBI є визначення параметрів класифікації реакції на вогонь, таких як: FIGRA (виділення тепла), THR (загальне виділення тепла), SMOGRA (швидкість виділення диму), TSP (загальне виділення диму), поперечне (горизонтальне)

поширення полум'я та падіння крапель і частинок. Вищевказані параметри, відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 13501-1 [3], необхідні для визначення властивостей будівельної продукції для єврокласів A2, A2L, B, BL, C, CL, D і DL.

Окремо зазначено, що повна класифікація реакції на вогонь залежно від класу повинна бути доповнена випробуваннями згідно ДСТУ EN ISO 11925-2 [4], ДСТУ EN ISO 1182 [6] або ДСТУ EN ISO 1716 [7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС.
2. Закон України від 2 вересня 2020 року № 850-IX «Про надання будівельної продукції на ринку».
3. ДСТУ EN 13501-1:202_ (EN 13501-1:2018, IDT) Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація з використанням результатів випробувань щодо реакції на вогонь.
4. ДСТУ ISO 11925-2:2022 (EN ISO 11925-2:2020, IDT; ISO 11925-2:2020, IDT) Випробування щодо реакції на вогонь. Займистість будівельних виробів, що зазнають прямого вогневого впливу. Частина 2. Випробування одиничним полуменевим джерелом запалювання. [Чинний від 2023-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2023.
5. ДСТУ EN 13823:202_ (EN 13823:2020, IDT) Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Будівельні вироби, за винятком покривів для підлог, які піддають термічній дії поодинокого предмета, що горить.
6. ДСТУ EN ISO 1182:2022 (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT) Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Випробування на негорючість. [Чинний від 2023-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2023.
7. ДСТУ EN ISO 1716:2023 (EN ISO 1716:2018, IDT; ISO 1716:2018, IDT) Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої теплоти згоряння (теплотворної здатності). [Чинний від 2023-11-01]. Вид. офіц. Київ, 2023.
8. Фаренюк Г.Г., Олексієнко О.Б. Аналіз нових критеріїв оцінки фасадних систем з штукатурним шаром з урахуванням європейського досвіду. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2020. С. 150 – 161.
9. Фаренюк Г.Г., Олексієнко О.Б. Аналіз критеріїв оцінки фасадних конструктивних систем зі штукатурним шаром. *Наука та будівництво. Випуск 26 (4)*. С. 3 – 14.
10. ДСТУ ETAG 004:2021 (ETAG 004:2013, IDT) Настанова з європейських технічних ухвалень. Збірні системи фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками. [Чинний від 2021-07-22]. Вид. офіц. Київ, 2022.
11. Andrzej Kolbrecki. Badania zapalności do oceny rozwoju pożaru. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 6 – 8.
12. Monika Hyjek. Odporność ogniowa przekryć dachowych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 16 – 17.
13. Paweł Sulik. Wpływ wybranych parametrów wełny mineralnej na bezpieczeństwo pożarowe elewacji wentylowanych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 20 – 22.
14. Monika Hyjek. Odporność ogniowa przekryć dachowych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 16 – 17.
15. Małgorzata Niziurska, Michał Wieczorek, Klaudiusz Borkowicz. Badania ogniowe systemów ociepleń w dużej skali. Część II. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 582). С. 35 – 37.
16. Andrzej Kolbrecki. Wybrane aspekty badania niepalności wełny mineralnej. *Materialy budowlane*. 9/2022 (nr. 601). С. 97 – 98.
17. Фещук Ю., Ніжник В., Балло Я., Циганков А. Аналіз європейського досвіду нормування вимог до конструкцій фасадної теплоізоляції в будівлях. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 1 (11) 2021*. С. 11 – 21.
18. Ballo Y., Yakovchuk R., Nizhnyk V., Borysova A. (2022). Determining the effect of fire from external air conditioning units on buildings' façades. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3 (10 (117)). 72–79.
19. Борисенко О.Б. Оцінка експлуатаційних якостей конструкцій фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою. *Світ геотехніки*. 2012. Вип. 2. С. 31 – 33.
20. Борисенко О.Б., Сидоренко М.В. Оцінка довговічності сучасних фасадних систем з тонким штукатурним шаром, *Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондра тюка]*. ..

Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. Вип 2. 2011. С. 252 – 258

21. **Фесенко О., Колякова В., Дмитренко Є., Маматюк Д.** (2022). Розрахунок на вогнестійкість дерев'яних згинальних конструкцій за методикою Єврокоду 5. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*, (10), 94–107.

<https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.94-107>

22. **Колякова В.М., Божинський М.О., Фесенко О.А.** Розподіл температури в перерізі залізобетонної плити // *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. -2016.- Вип. 5.-С. 232-239.

23. **Колякова В., Божинський М.** (2017). Розрахунково-теоретичні дослідження розподілу температури в перерізі залізобетонної конструкції східчастих складок. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*, 1(1), 149–157.

<https://doi.org/10.32347/2522-4182.1.2017.149-157>

REFERENCES

1. **Rehlement (IeS) № 305/2011** Yevropeisko-ho Parlamentu ta Rady vid 9 bereznia 2011 roku, shcho vstanovliuie harmonizovani umovy dlia rozmishchennia na rynku budivelnykh vyrobiv ta skasovuie Dyrektyvu Rady 89/106/IeS.
2. **Zakon Ukrainy vid 2 veresnia 2020 roku № 850-IX** «Pro nadannia budivelnoi produktsii na rynku».
3. **DSTU EN 13501-1:202_ (EN 13501-1:2018, IDT)** Pozhezhna klasyfikatsiia budivelnykh vyrobiv i budivelnykh konstruksii. Chastyna 1. Klasyfikatsiia z vykorystanniam rezul'tativ vyprobuvan shchodo reaktsii na vohon.
4. **DSTU ISO 11925-2:2022 (EN ISO 11925-2:2020, IDT; ISO 11925-2:2020, IDT)** Vyprobuvannia shchodo reaktsii na vohon. Zaimystist budivelnykh vyrobiv, shcho zaznaiut priamoho vohnevoho vplyvu. Chastyna 2. Vyprobuvannia odynychnym polumenevym dzherelom zapaliuvannia. [Chynnyi vid 2023-06-01]. Vyd. ofits. Kyiv, 2023.
5. **DSTU EN 13823:202_ (EN 13823:2020, IDT)** Vyprobuvannia budivelnykh vyrobiv shchodo reaktsii na vohon. Budivelni vyroby, za vyniatkom pokryviv dlia pidloh, yaki piddaiut termichnii dii poodynokoho predmeta, shcho horyt.
6. **DSTU EN ISO 1182:2022 (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT)** Vyprobuvannia budivelnykh vyrobiv shchodo reaktsii na vohon.
7. **DSTU EN ISO 1716:2023 (EN ISO 1716:2018, IDT; ISO 1716:2018, IDT)** Vyprobuvannia budivelnykh vyrobiv shchodo reaktsii na vohon. Vyznachennia vyshchoi teploty zghoriannia (teplotvornoї zdatnosti). [Chynnyi vid 2023-11-01]. Vyd. ofits. Kyiv, 2023.
8. **Fareniuk H.H., Oleksiienko O.B.** Analiz novykh kryteriiv otsinky fasadnykh system z shtukaturnym sharom z urakhuvanniam yevropeiskoho dosvidu. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2020. S. 150 – 161.
9. **Фаренюк Г.Г., Олексієнко О.Б.** Аналіз критеріїв оцінки фасадних конструктивних систем зі штукатурним шаром. *Наука та будівництво. Випуск 26 (4)*. С. 3 – 14.
10. **DSTU ETAG 004:2021 (ETAG 004:2013, IDT)** Nastanova z yevropeiskykh tekhnichnykh ukhvalen. Zbirni systemy fasadnoi teploizoliatsii z oporiadzhenniam shtukaturkamy. [Chynnyi vid 2021-07-22]. Vyd. ofits. Kyiv, 2022
11. **Andrzej Kolbrecki.** Badania zapalności do oceny rozwoju pożaru. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 6 – 8.
12. **Monika Hyjek.** Odporność ogniowa przekryć dachowych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 16 – 17.
13. **Paweł Sulik.** Wpływ wybranych parametrów wełny mineralnej na bezpieczeństwo pożarowe elewacji wentylowanych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 20 – 22.
14. **Monika Hyjek.** Odporność ogniowa przekryć dachowych. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 587). С. 16 – 17.
15. **Małgorzata Niziurska, Michał Wiczorek, Klaudiusz Borkowicz.** Badania ogniowe systemów ociepleń w dużej skali. Część II. *Materialy budowlane*. 7/2021 (nr. 582). С. 35 – 37.
16. **Andrzej Kolbrecki.** Wybrane aspekty badania niepalności wełny mineralnej. *Materialy budowlane*. 9/2022 (nr. 601). С. 97 – 98.
17. **Feshchuk Yu., Nizhnyk V., Ballo Ya., Tsyhankov A.** Analiz yevropeiskoho dosvidu nor-muvannia vymoh do konstruksii fasadnoi teploizoliatsii v budivliakh. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka № 1 (11) 2021*. S. 11 – 21.
18. **Ballo Y., Yakovchuk R., Nizhnyk V., Borysova A.** (2022). Determining the effect of fire from external air conditioning units on buildings' façades. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3 (10 (117)). 72–79.

19. **Borysenko O.B.** Otsinka ekspluatatsiinykh yakosteï konstrukttsii fasadnoi teploizoliatsii z tonkosharovoïu shtukaturkoiu. *Svit heotekhniky*. 2012. Vyp. 2. S. 31 – 33.
20. **Borysenko O.B., Sydorenko M.V.** Otsinka dovhovichnosti suchasnykh fasadnykh system z tonkym shtukaturnym sharom, Zbirnyk naukovykh prats [Poltavskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu im. Yu. Kondratiuka]. Ser.: *Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo*. Vyp. 2. 2011. S. 252 – 258.
21. **Fesenko O., Koliakova V., Dmytrenko Ye., Mamatiuk D.** (2022). Rozrakhunok na vohnestiikist derevianykh zghynalnykh konstrukttsii za metodykoiu Yevrokodu 5. *Budivelni konstrukttsii. Teoriia i praktyka*, (10), 94–107. <https://doi.org/10.32347/2522-182.10.2022.94-107>
22. **Koliakova V.M., Bozhynskiy M.O., Fesenko O.A.** Rozpodil temperatury v pererizi zalizobetonnoi plyty /VM Koliakova, MO Bozhynskiy, OA Fesenko // *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi.-2016.- Vyp. 5.-S. 232-239.*
23. **Koliakova V., Bozhynskiy M.** (2017). Rozrakhunkovo-teoretychni doslidzhennia rozpodilu temperatury v pererizi zalizobetonnoi konstrukttsii skhidchastykh skladok. *Budivelni konstrukttsii. Teoriia i praktyka*, 1(1), 149–157. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.1.2017.149-157>

EVALUATION OF THE FIRE REACTION OF CONSTRUCTION PRODUCTS BY THE SBI METHOD (SINGLE BURNING ITEM)

Olena OLEKSIENKO

Summary. The reconstruction of Ukraine requires progressive and innovative structural solutions that take into account the requirements of usage safety and fire safety of construction products. One of the most

important requirements set for building products and materials used inside buildings on walls and ceilings is the requirement for flammability. In Ukraine, the standard DSTU EN 13501-1 [3] regarding the fire classification of construction products is currently in effect. The standard defines testing methods applied to the evaluated product, as well as criteria for assessing the obtained test results, assigning them corresponding basic classes of reaction to fire.

If it is necessary to assess the behavior of the product at the further stage of a fire, testing should be conducted using the Single Burning Item (SBI) method according to DSTU EN 13823 [5]. The SBI method corresponds to the stage of fire development at which the building product is exposed to the heat of a single burning item. SBI testing can be conducted independently for technological trials and to determine the basic operational characteristics of construction products.

However, a complete classification of the reaction to fire depending on the class should be complemented by testing according to DSTU EN ISO 11925-2 [4], DSTU EN ISO 1182 [6], or DSTU EN ISO 1716 [7].

The article provides a description of the process of conducting SBI method tests, how test results are calculated, what parameters the measurement system on the SBI test stand calculates, and what they mean in relation to real fire. The results of studies on some construction products during SBI testing are presented.

Keywords. Reaction to fire; fire; flammability; SBI method; construction product; reaction to fire class.

Стаття надійшла до редакції 05.10.2023