

УДК 614.841.332

О. М. Нуязін, канд. техн. наук, С. В. Поздєєв, д-р. техн. наук, проф.,
С. О. Сідней, канд. техн. наук, М. А. Кришталь, канд. психол. наук, проф.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИСПЕРСІЇ ТЕМПЕРАТУР ПО ОБІГРІВАЛЬНІЙ ПОВЕРХНІ НЕСУЧИХ СТІН НА ЗНАЧЕННЯ ЇХНЬОЇ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ

Метою даної статті було визначення залежності значень межі вогнестійкості несучих стін від дисперсії температур на їхніх обігрівальних поверхнях як наукового підґрунтя для підвищення ефективності оцінювання результатів вогневих випробувань. У даній роботі було розв'язано задачу міцності для визначення несучої здатності залізобетонної стіни в умовах пожежі. Під час роботи застосовано обчислювальні експерименти з використанням CFD програм і методу кінцевих елементів.

У результаті досліджень було одержано залежність розрахункових значень межі вогнестійкості залізобетонної стіни від значення максимальної дисперсії температур на обігрівальній поверхні конструкції під час вогневих випробувань та похибки визначення межі вогнестійкості, а також сформульовано рекомендації щодо створення нових і вдосконалення існуючих камер печей установок із випробувань на вогнестійкість вертикальних залізобетонних будівельних конструкцій для досягнення більшої рівномірності температурного поля по поверхні вертикальних залізобетонних конструкцій, як наслідок – зменшення похибки вогневих випробувань.

Ключові слова: обчислювальний експеримент, дисперсія температури, несуча стіна, значення межі вогнестійкості.

Постановка проблеми. В умовах пожежі порушення загальної стійкості будівлі завжди відбувається внаслідок руйнування окремих елементів в каркасі споруди. Зважаючи на це, одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки у наш час є застосування будівельних конструкцій із гарантованою межею вогнестійкості.

Для визначення меж вогнестійкості найбільш поширеним є метод випробувань у спеціальних вогневих випробувальних печах. Проте, вогневі випробування та параметри сучасних випробувальних установок далекі від досконалості, оскільки існують похибки, внаслідок того, що управління паливною системою та конфігурація вогневих печей не забезпечують повну відповідність умов проведення експерименту вимогам стандартів у даній галузі.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. У попередній роботі [1] було

розв'язано теплотехнічну задачу щодо визначення нерівномірності температурного розподілу у внутрішніх шарах залізобетонної несучої стіни при випробуваннях на вогнестійкість у спеціальних вогневих установках. Результати розрахунків використано як вхідні дані для розв'язку задачі міцності.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Дослідженням процесу випробувань на вогнестійкість залізобетонних конструкцій займалися і займаються багато вчених. Відповідно до праць дослідників для визначення фактичних меж вогнестійкості вважається найбільш надійнішим і достовірним метод вогневих випробувань у спеціальних вогневих печах.

У роботах дослідників недостатньо уваги було приділено впливу на значення межі вогнестійкості несучих стін дисперсії температур по їх обігрівальній поверхні, тому розв'язання цієї задачі є актуальним і сприятиме підвищенню ефективності

випробувань з оцінювання вогнестійкості несучих стін.

Постановка задачі та її розв'язання.

Основною метою даної статті є вирішення задачі міцності щодо визначення несучої здатності залізобетонної стіни в умовах пожежі і, як результат, визначення залежності значень межі вогнестійкості

несучих стін від дисперсії температур на їхніх обігрівальних поверхнях як наукового підґрунтя для підвищення ефективності оцінювання результатів таких випробувань.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів.



Рисунок 1 – Структурна схема розрахункових процедур

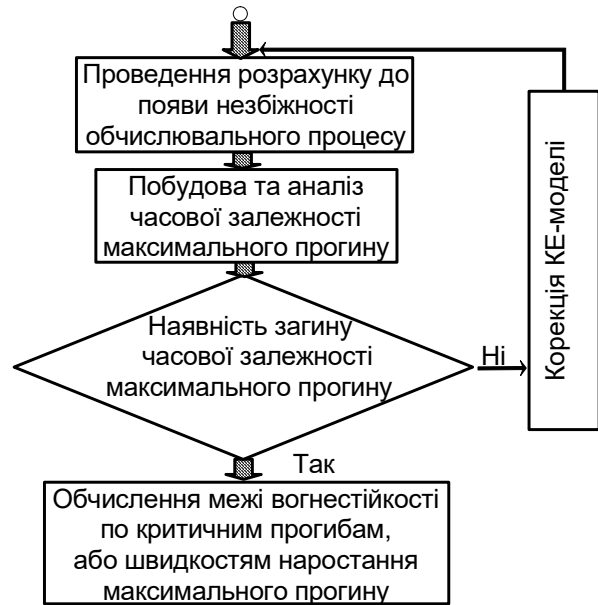


Рисунок 2 – Структурна схема визначення межі вогнестійкості за розрахованими параметрами.

Використовуючи підхід, наведений на рис. 1. та рис. 2, була поставлена задача міцності. Дана задача була поставлена при врахуванні таких положень.

1. Для розрахунку використовується система рівнянь НДС твердого тіла.

2. Властивості матеріалу залежать від поточної деформації і температури нелінійно, а також допускаються великі деформації елементів конструкцій, що співставляються з їх розмірами.

3. Для визначення температурного впливу використовуються температурні розподіли, що є результатами попередньо вирішеної теплотехнічної задачі для стандартної температурної кривої пожежі.

4. Система рівнянь вирішується чисельно, методом кінцевих елементів у комбінації з методом Ньютона – Рафсона, шляхом покрокового додавання діючого механічного навантаження на початковому етапі і покрокового додавання температурних навантажень на заключному етапі з інтервалом 1 хв.

5. Для моделювання НДС залізобетону при пожежі використовуються повні діаграми деформування для бетону та арматури зі спадаючої гілкою.

6. Робота пошкодженого елемента і умови його пошкодження визначається відповідною теорією міцності бетону.

7. Критерієм глобального руйнування елемента залізобетонної будівельної конструкції є:

- поява незбіжності обчислювального процесу через порушення геометричної незмінюваності системи;
- досягнення критичних пластичних деформацій в кінцевих елементах моделі;
- досягнення критичних величин глобальних переміщень точок елементів залізобетонних будівельних конструкцій.
- досягнення критичних величин швидкості наростання глобальних переміщень точок елементів залізобетонних будівельних конструкцій

Базові математичні моделі, що були використані при розв'язку задачі міцності наведені у табл. 1.

Згідно із прийнятою розрахунковою схемою [1] стіна виготовлена з важкого бетону на гранітному заповнювачі класу C30/35 (B30). Арматурний каркас виготовлений з арматурної сталі класу міцності A500C. Згідно з даними вимогами міцнісні властивості бетону та арматурної сталі наведені у табл. 2.

Для врахування зниження міцності бетону під час його нагрівання початкова міцність помножитья на коефіцієнт зниження міцності [2]:

$$f_{ck,t}(\theta) = k_{c,t}(T) f_{ck,t}, \quad (1)$$

де $k_{c,t}(\theta)$ – коефіцієнт зниження міцності бетону у залежності від температури.

При врахуванні нелінійності деформування бетону застосовується спеціальна діаграма, яка визначається формулами:

$$\sigma(\varepsilon_c) = \frac{3\varepsilon_c f_{ck,t}(T)}{\varepsilon_{c1,T} \left(2 + \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1,T}} \right)^3 \right)}, \quad \text{при } 0 < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c1,T}, \quad (2)$$

$$\sigma(\varepsilon_c) = f_{ck,t}(T) \frac{f_{ck,t}(T)(\varepsilon_c - \varepsilon_{c1,T})}{\varepsilon_{cul,t} - \varepsilon_{c1,T}}, \quad \text{при } \varepsilon_{c1,T} < \varepsilon_c < \varepsilon_{cul,T},$$

ε_c – відносна деформація бетону,
 $\varepsilon_{c1,T}$ – відносна деформація, до якої діаграма деформування зростає,

$\varepsilon_{cul,T}$ – гранична відносна деформація.

Дані параметри можна визначити за табл. 3 [2].

Таблиця 1 – Основні розрахункові математичні моделі напружено-деформованого стану залізобетону (НДС)

Особливість поведінки залізобетону	Використовувана математична модель
Базові рівняння НДС	Розв'язання рівняння методу кінцевих елементів (МКЕ)
Пластична деформація сталі	Багатошарова модель Беселінга асоціативної теорії пластичності
Фізична й геометрична нелінійність поведінки залізобетону	Ітеративний метод Ньютона – Рафсона
Критерій руйнування бетону	Складений критерій Віллема й Варнке
Теплофізичні та механічні властивості бетону й арматурної сталі	Згідно із стандартом [2]

Таблиця 2 – Міцнісні властивості бетону та арматурної сталі

Матеріал	Клас міцності	Позначення	Нормативна міцність, МПа
Бетон	C 30/35	$f_{ck,t}$	30
Арматурна сталь	A500C	$f_{yk,t}$	500

Таблиця 3 – Значення типових параметрів діаграми «напруження – деформація» для звичайного бетону на силікатному та карбонатному заповнювачі при підвищених температурах

Температура бетону, θ , °C	Силікатний заповнювач			Карбонатний заповнювач		
	$k_{c,t}(\theta)$	$\varepsilon_{c1,\theta}$	$\varepsilon_{cu1,\theta}$	$k_{c,t}(\theta)$	$\varepsilon_{c1,\theta}$	$\varepsilon_{cu1,\theta}$
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0150	0,0325	0,74	0,0150	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1100	0,01	0,0250	0,0475	0,02	0,0250	0,0475
1200	0,00	-	-	0,00	-	-

Для врахування зниження міцності арматурної сталі під час її нагрівання початкова міцність помножить на коефіцієнт зниження міцності:

$$f_{sy,t}(\theta) = k_s(T) f_{yk,t}, \quad (3)$$

де $k_s(\theta)$ – коефіцієнт зниження міцності бетону у залежності від температури.

При врахуванні нелінійних деформацій арматурної сталі також визначається зміна межі пропорційності у залежності від температури. Всі дані параметри можна визначити з табл. 4.

Таблиця 4 – Значення параметрів діаграми «напруження – деформація» гарячекатаної та холодно тягнутої арматурної сталі при підвищених температурах

Температура сталі θ [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$		$f_{sp,\theta}/f_{yk}$		$E_{s,\theta}/E_s$	
	гарячекатана	холоднотягнута	гарячекатана	холоднотягнута	гарячекатана	холоднотягнута
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
100	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00
200	1,00	1,00	0,81	0,92	0,90	0,87
300	1,00	1,00	0,61	0,81	0,80	0,72
400	1,00	0,94	0,42	0,63	0,70	0,56
500	0,78	0,67	0,36	0,44	0,60	0,40
600	0,47	0,40	0,18	0,26	0,31	0,24
700	0,23	0,12	0,07	0,08	0,13	0,08
800	0,11	0,11	0,05	0,06	0,09	0,06
900	0,06	0,08	0,04	0,05	0,07	0,05
1000	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
1100	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Для діаграм деформування арматурної сталі робочі формули мають такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 &\text{при } 0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s0} && \sigma_s = E_{s,T} \varepsilon_s \\
 &\text{при } \varepsilon_{s0} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy} && \sigma_s = f_{sp,T} - c + (b/a) [a^2 - (\varepsilon_{sy} - \varepsilon_s)^2]^{0,5}, \\
 &\text{при } \varepsilon_{sy} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{st} && \sigma_s = f_{sy,T}, \\
 &\text{при } \varepsilon_{st} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2} && \sigma_s = f_{sy,T} [1 - (\varepsilon_s - \varepsilon_{st}) / (\varepsilon_{s0} - \varepsilon_{st})], \\
 &\text{при } \varepsilon_{s2} < \varepsilon_s && \sigma_s = 0,
 \end{aligned} \quad (4)$$

де a, b, c – параметри, визначені за формулами:

$$a^2 = (\varepsilon_{sy} - \varepsilon_{sp})(\varepsilon_{sy} - \varepsilon_{sp} + c/E_{s,T}), \quad b^2 = c(\varepsilon_{sy} - \varepsilon_{sp})E_{s,T} + c^2, \\ c = \frac{(f_{sy,\theta} - f_{sp,\theta})^2}{(\varepsilon_{sy} - \varepsilon_{sp})E_{s,\theta} - 2(f_{sy,\theta} - f_{sp,\theta})}, \quad (5)$$

де ε_{sy} – деформація, при якій настає межа текучості,
 ε_{st} – деформація, при якій починається спадна ділянка діаграми,
 $f_{sp,T}$ – границя пропорційності сталі,
 $E_{s,T}$ – модуль пружності сталі, залежний від температури нагрівання.

Використовуючи дані щодо міцності, були побудовані діаграми деформування бетону та арматурної сталі. Побудовані діаграми наведені на рис. 3.

терморозширення бетону та арматурної сталі згідно із рекомендаціями стандарту [2]. Використані залежності у вигляді графіків наведені на рис. 4.

Для розрахунку використані температурні залежності деформації

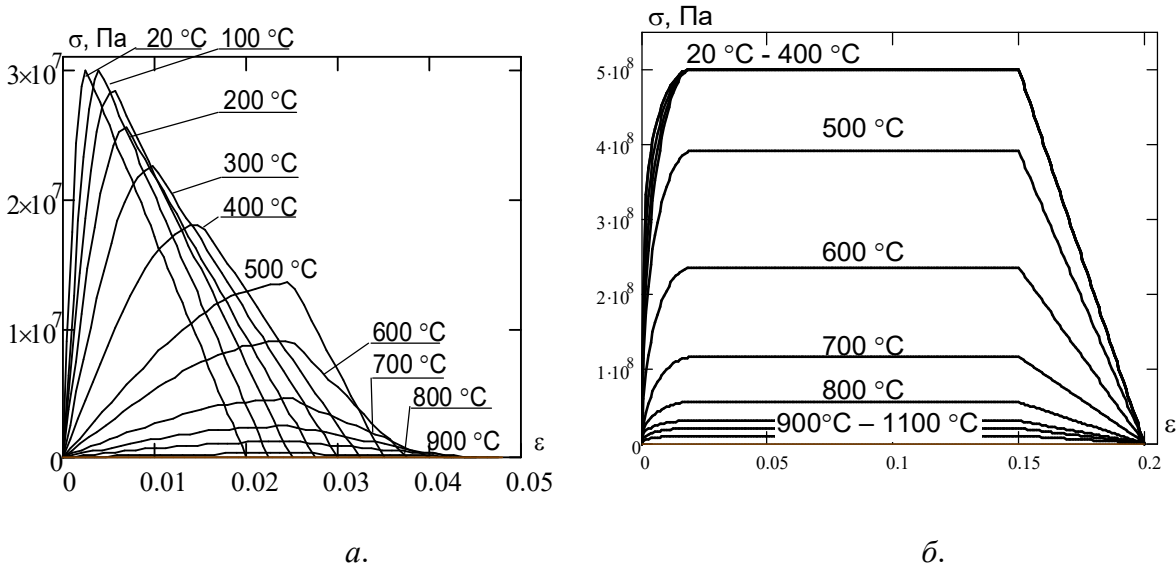


Рисунок 3 – Діаграми деформування бетону (а) та арматурної сталі (б).

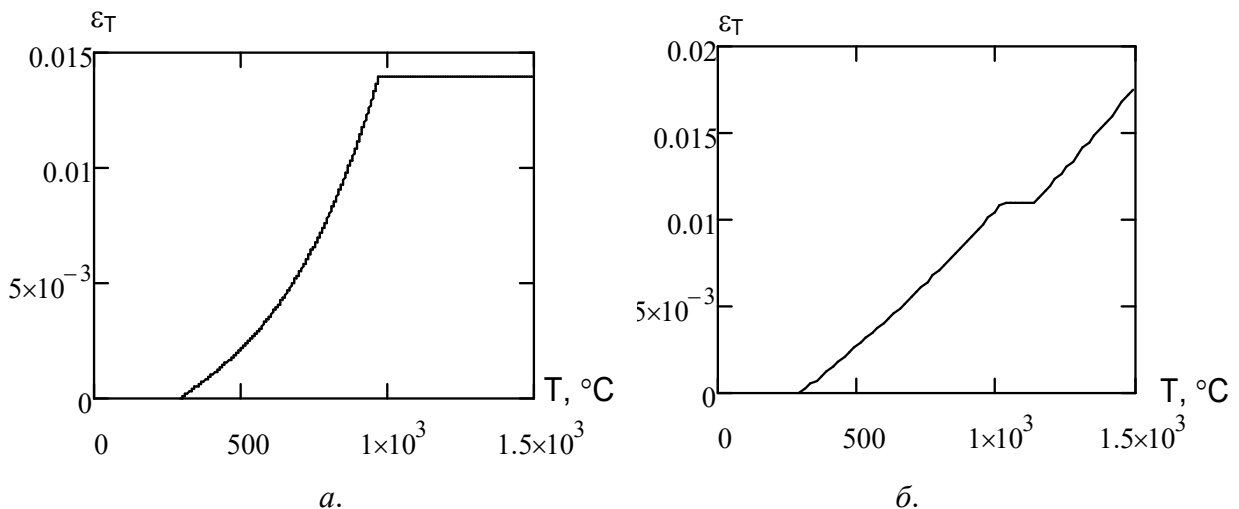


Рисунок 4 – Температурні залежності деформації терморозширення бетону (а), арматурної сталі (б).

Для розв'язку задачі міцності була побудована кінцево-елементна схема, що наведена на рис. 5.

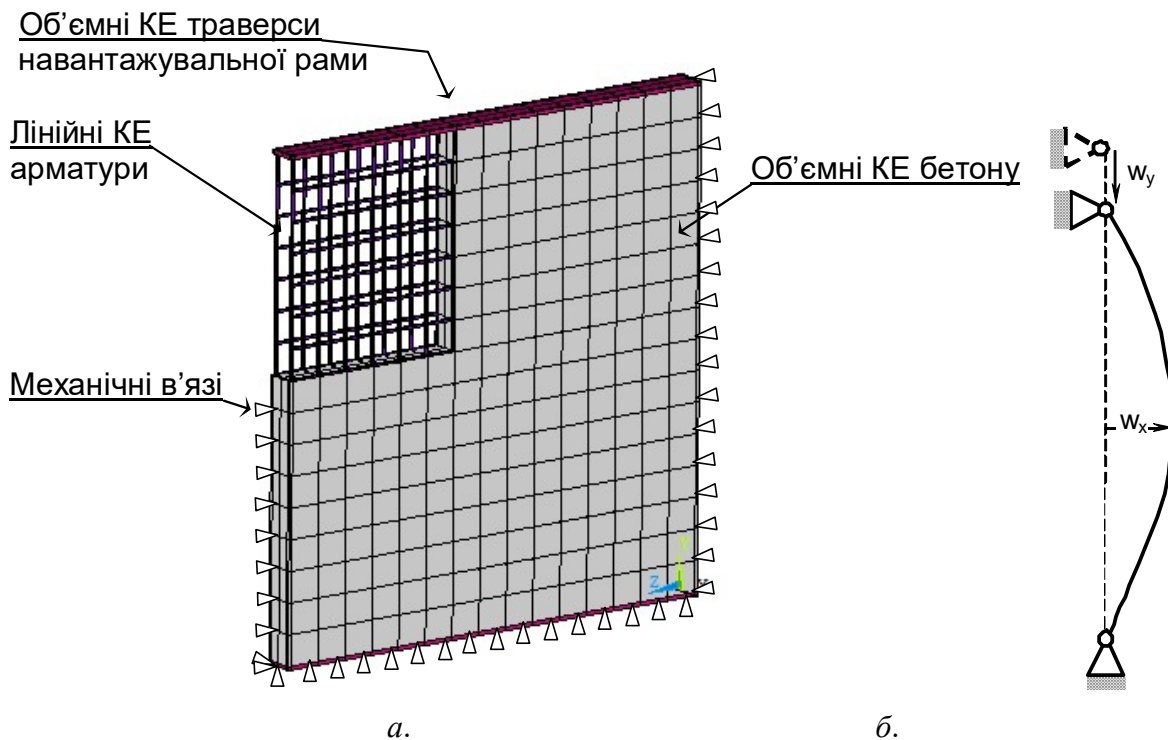


Рисунок 5 – Кінцево-елементна схема залізобетонної стіни та накладені на її вузли механічні в'язі (а) і розрахункова схема закріплення стіни (б).

Застосовуючи весь комплекс математичних моделей, згідно із алгоритмом використаної методики виконувалися розрахунки щодо визначення параметрів НДС залізобетонної стіни.

Результати розв'язку задачі міцності. Після розв'язку задачі міцності був отриманий набір даних щодо НДС залізобетонної стіни в умовах температурного впливу вогневих випробувань. На рис. 6 наведені дані щодо розподілені значення першого головного напруження у різні моменти часу температурного впливу при вогневому випробуванні.

На рис. 7 зображено розподіл виникнення тріщин у стіні внаслідок комбінованого температурно-силового впливу.

Нормаль до країв тріщини відповідає нормалі окружності, яка символізує тріщину. Червоним кольором позначено первинні тріщини, що отримані в точках інтегрування. Відповідно зелений і синій кольори – вторинні та третинні тріщини. Після виникнення тріщин елемента у трьох точках

інтегрування у трьох різних напрямках цей елемент вважають зруйнованим. Це значить, що даний елемент не опирається прикладеним напруженням.

Аналіз розподілу тріщин дозволяє зазначити, що основні пошкодження стіни виникають у верхній її частині, де температура істотно вища, найбільше ушкоджень починає з'являтися після 150 хв. температурного впливу під час випробувань, руйнація стіни відбувається на 281 хв. у результаті накопичення дефектів у бетоні.

Більше даних про накопичення дефектів у стіні можна отримати з картини повністю роздроблених елементів у залізобетонній стіні. Така картина у різні моменти часу наведена на рис. 8.

Аналіз розподілу найбільш ушкоджених елементів показав, що їх найбільша кількість утворюється у верхній частині стіни, там де найбільша температура, роздроблені елементи зосереджені у поверхневій зоні ближче до обігрівної сторони.

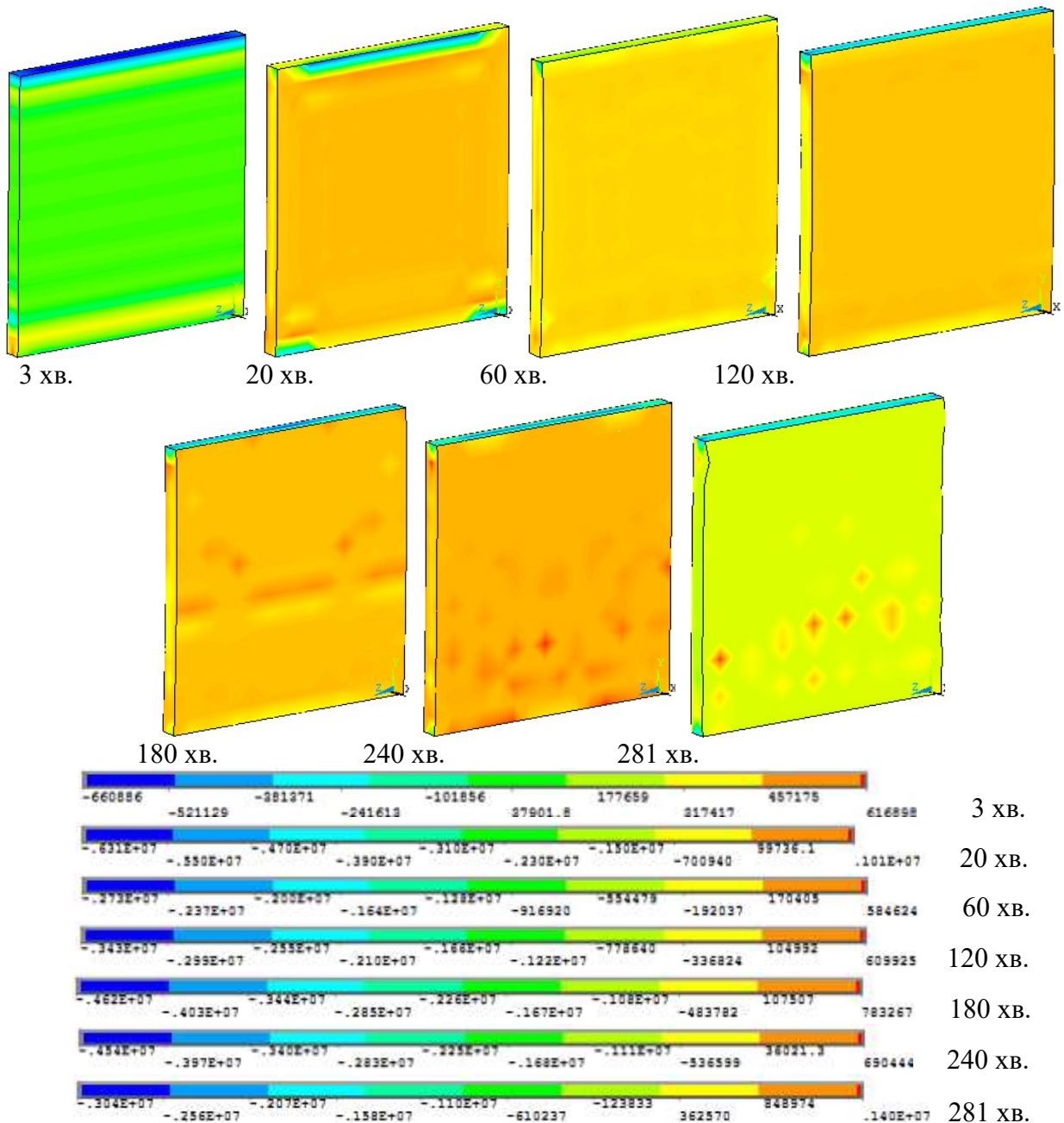


Рисунок 6 – Розподіл значень першого головного напруження (Па) у залізобетонній стіні у різні моменти часу випробувань.

Згідно із методикою визначення межі вогнестійкості конструкції, що наведена на рис. 1, настання граничного стану втрати несучої здатності визначається за графіками максимальних переміщень стіни. На рис. 9 наведені графіки залежностей максимального поздовжнього переміщення середньої точки перерізу стіни та її максимального прогину.

Перехрещення дотичних на даних графіках показують межу настання

граничного стану втрати несучої здатності. Таким чином граничний стан втрати несучої здатності досліджуваної залізобетонної стіни настає на 280 хв.

Аналогічні розрахунки були проведені для стін з іншими модифікаціями, і для них також були визначені межі вогнестійкості за граничним станом втрати несучої здатності.

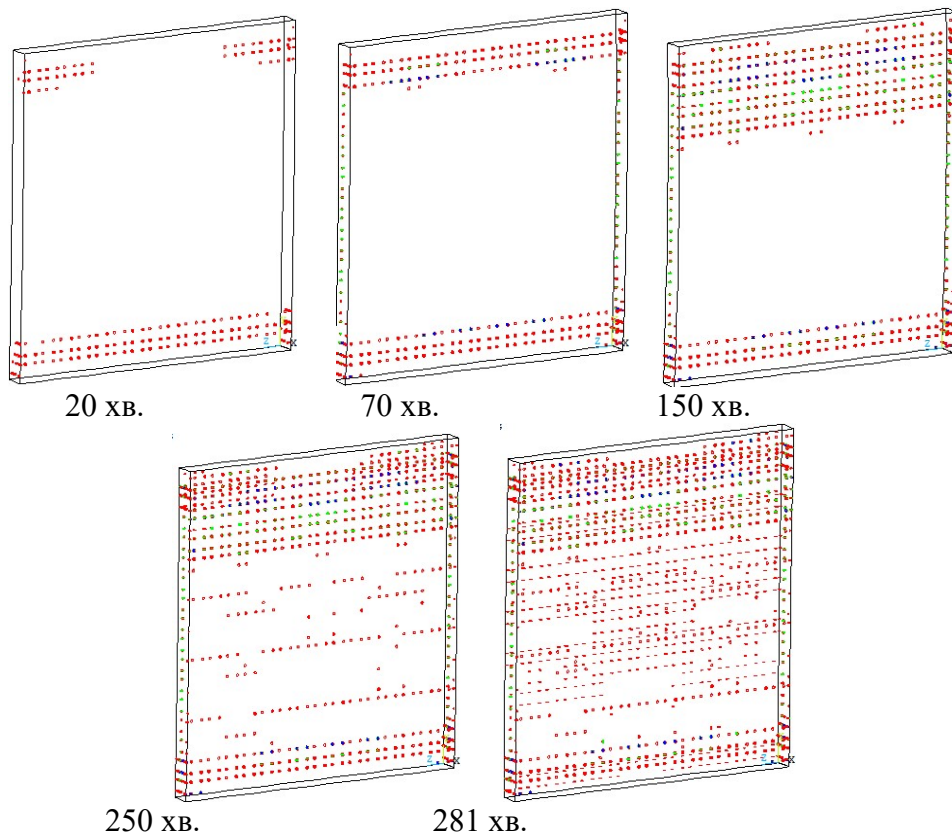


Рисунок 7 – Розподілення тріщин у залізобетонній стіні у різні моменти часу випробування

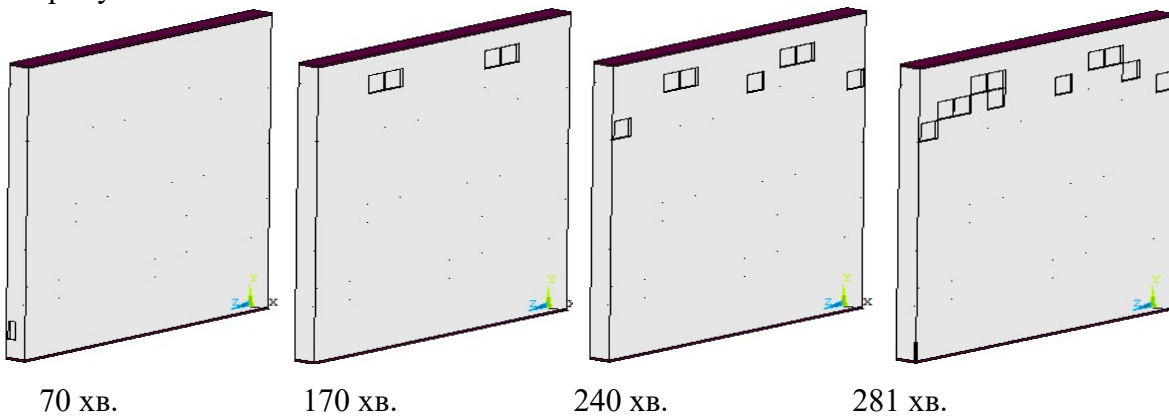


Рисунок 8 – Положення повністю роздроблених кінцевих елементів у залізобетонній стіні у різні моменти часу її вогневих випробувань

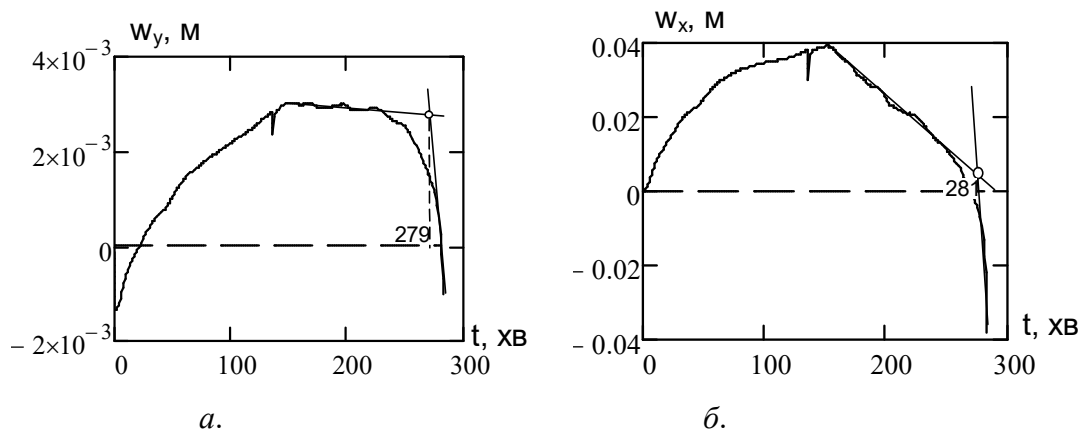


Рисунок 9 – Графіки максимального поздовжнього переміщення (а) та максимального прогину (б)

На рис. 10 показані графіки, що отримані для відповідних модифікацій вогневої печі.

Спираючись на отримані дані, наведені на рис. 9, були визначені межі вогнестійкості досліджуваної стіни в умовах вогневих випробувань у печах із різними модифікаціями. При цьому був використаний алгоритм, що показаний на рис 2. Отримані дані щодо вогнестійкості зведені до табл. 4.

З метою вивчення відповідності результатів розрахунку до реальних процесів, що відбуваються в системі, наскільки якісно прогнозуватиметься розвиток цих процесів, було проведене порівняння даних випробувань, що були наведені у [3]. Збіжність результатів обчислювального та реального експерименту перевірена за допомогою визначення величини вертикального переміщення навантаженого краю стіни. Отриманий результат наведений на рис. 11.

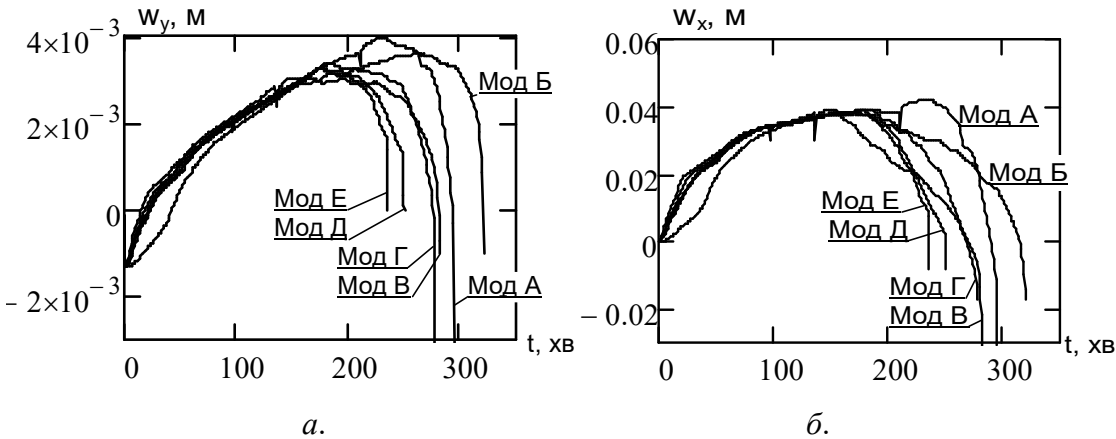


Рисунок 10 – Графіки максимального поздовжнього переміщення (а) та максимального прогину (б) в залізобетонній стіни, що випробується у печах із різними конфігураціями.

Таблиця 4 – Межі вогнестійкості залізобетонної стіни, випробуваної у вогневих печах із різними модифікаціями

Модифікація печі	Дисперсія температури, S^2 , $^{\circ}C^2$	Межа вогнестійкості, R, хв
Модифікація А	586.59	281
Модифікація Б	803.557	301
Модифікація В	512.475	277
Модифікація Г	406.164	271
Модифікація Д	238.902	248
Модифікація Е	205.295	235

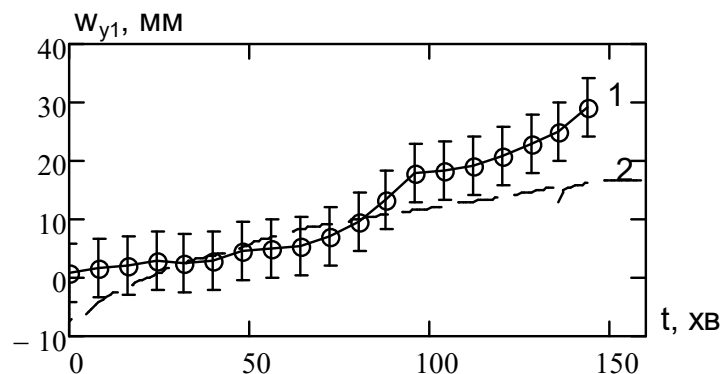


Рисунок 11 – Графіки переміщення верхнього краю стіни у залежності від часу при її випробуванні на вогнестійкість: 1 – експериментальні дані разом із експериментальною похибкою; 2 – розрахункові дані

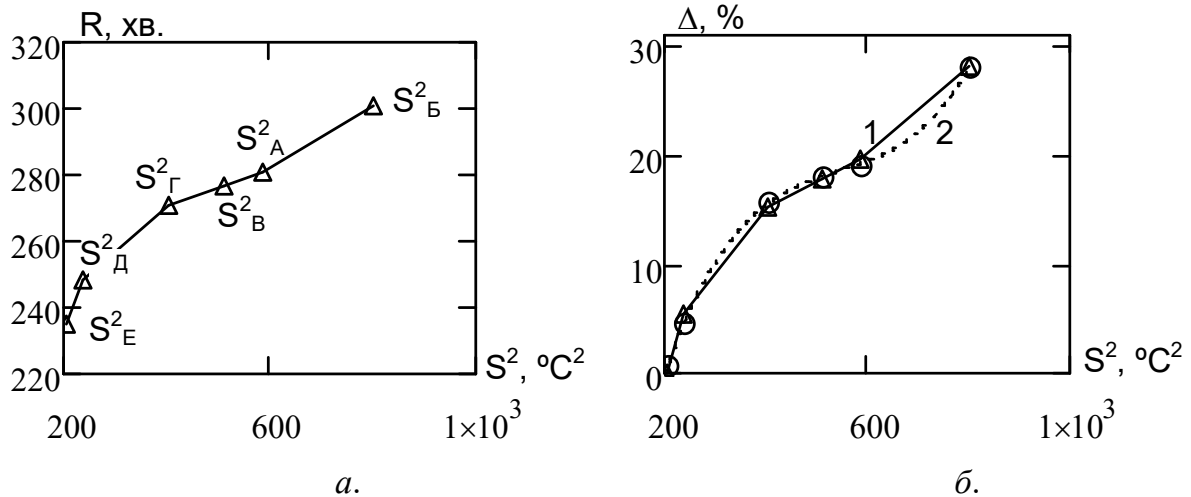


Рисунок 12 – Залежність розрахункових значень межі вогнестійкості залізобетонної стіни від значення максимальної дисперсії температур на обігрівальній поверхні конструкції під час вогневих випробувань (а) та похибки визначення межі вогнестійкості (б) (1 – отриманої внаслідок чисельного експерименту, 2 – регресійна залежність)

За даними табл. 4, побудовані графіки розрахункових значень межі вогнестійкості залізобетонної плити від значення максимальної дисперсії температур на обігрівальній поверхні залізобетонної стіни під час вогневих випробувань та похибки визначення межі вогнестійкості відносно

найменшого її значення. Дані графіки наведені на рис. 12.

За даними графіків побудована регресійна залежність межі вогнестійкості залізобетонної стіни від дисперсії температур на їхніх обігрівальних поверхнях, а також похибки визначення межі вогнестійкості, що виражається формулою:

$$\Delta(S^2) = -42.586 + 0.307 \cdot S^2 - 5.355 \cdot 10^{-4} \cdot (S^2)^2 + 3.276 \cdot 10^{-7} \cdot (S^2)^3. \quad (6)$$

Проведені дослідження з виявлення залежності межі вогнестійкості залізобетонної стіни від дисперсії температур на їхніх обігрівальних поверхнях уможливили формулювання узагальнених рекомендацій для проектування нових і вдосконалення параметрів наявних вертикальних будівельних конструкцій із метою досягнення в камері печі однорідності температурного поля на обігрівальних поверхнях конструкцій, а також як наслідок – підвищення ефективності випробувань на вогнестійкість за рахунок забезпечення більшої рівномірності теплового потоку:

1. Як основу конструкції установки необхідно використовувати піч, геометрична форма, розміри й конструкція якої повинні надавати змогу випробовувати зразки різних будівельних конструкцій, зокрема з елементами вогнезахисту, забезпечуючи при цьому рівномірність теплового потоку.

2. Повинно бути не менше ніж два отвори для відведення продуктів горіння, які слід розташовувати симетрично та розосереджено від центру вогневої печі.

3. Висота печі має забезпечувати необхідний мінімальний об'єм для циркуляції продуктів горіння, а отже, рівномірний прогрів поверхні конструкції.

4. Пальники слід розташовувати не ближче ніж на 0,8 м від поверхні досліджуваної конструкції.

5. Кількість приладів для контролю температурного режиму в камері печі (термопар) повинна залежати від геометричних розмірів печі (одна термопара на 1 м² обігрівальної поверхні аналізованої будівельної конструкції), але не меншою, ніж п'ять [4].

6. Значення дисперсії температур по обігрівальній поверхні залізобетонної конструкції не повинно перевищувати критичного значення – 600 [3].

7. Управління роботою паливної системи та реєстрацію результатів випробувань потрібно організувати за допомогою обчислювальної техніки (комп'ютера).

Висновки.

1. Проведено обчислювальні експерименти щодо розрахунку залежності межі вогнестійкості від максимальної дисперсії температур по обігрівальній поверхні вертикальної будівельної конструкції під час випробувань.

2. Одержано залежність значень межі вогнестійкості вертикальних залізобетонних будівельних конструкцій від дисперсії температур на їхніх обігрівальних поверхнях, а також похибки визначення межі вогнестійкості, що описані за формулою (6).

3. Одержані результати дають можливість обґрунтувати параметри вогневої печі для визначення вогнестійкості вертикальних залізобетонних будівельних конструкцій, які враховують виявлені залежності дисперсії температур по обігрівальній поверхні, що дозволить підвищити відтворюваність результатів таких випробувань.

4. Сформульовано рекомендації щодо створення нових і вдосконалення існуючих камер печей установок із випробувань на вогнестійкість вертикальних залізобетонних будівельних конструкцій для досягнення більшої рівномірності температурного поля на поверхні вертикальних залізобетонних конструкцій, як наслідок – зменшення похибки вогневих випробувань.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дослідження прогріву залізобетонної стіни за умов нерівномірного теплового впливу при її випробуваннях на вогнестійкість / Сідней С. О., Нуянзін О. М., Тищенко О. М. [та ін.] // Пожежна безпека : теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси: АПБ, 2015. – № 21. – С. 88 – 95.

2. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.

3. Сідней С.О. Чисельне дослідження ефективності випробувань на вогнестійкість несучих стін у вогневих печах різної конфігурації // Пожежна безпека : теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси: ЧПБ, 2015. – № 19. – С. 78 – 83.

4. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975): ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. - К.: Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).

REFERENCES

1. Thermal effects researching of heating concrete wall under in its fire resistance test / Sydney S.O., Nuianzin O.M., Tyshchenko O.M. [ets.] // Fire safety: theory and practice: Coll. Science. works. - Cherkasy: APB, 2015. - № 21. - pp. 88 - 95.

2. DSTU-N B EN 1992-1-2: 2012 Eurocode 2: Design of reinforced concrete structures. Part 1-2. Terms. Calculation of structures on fire resistance.

3. Sidney S.O. Numerical study of the effectiveness of tests on fire resistance of

bearing walls in fire furnaces of different configurations // Fire safety: theory and practice: Sb. Sciences Works. - Cherkasy: ChIPB, 2015. - No. 19. - P. 78 - 83.

4. Protection from fire. Building construction. Methods of test for fire resistance. General requirements (ISO 834: 1975): DSTU B V.1.1-4-98. - [Effective as of 10.28.1998]. - K.: Ukrarhbudynform, 1999. - 21s. - (State standard of Ukraine).

*А. М. Нуянзин, канд. техн. наук, С. В. Поздеев, д-р техн. наук, проф.,
С. А. Сидней, канд. техн. наук, Н. А. Крыштал, канд. психол. наук, проф.,
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ОБОГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕСУЩЕЙ СТЕНЫ НА ЗНАЧЕНИЕ ИХ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ

Целью данной статьи было определение зависимости значений предела огнестойкости несущих стен от дисперсии температур по их обогревательных поверхностях как научной основы для повышения эффективности оценки результатов огневых испытаний. В данной работе была решена задача прочности для определения несущей способности железобетонной стены в условиях пожара. Во время работы применены вычислительные эксперименты с использованием CFD-программ и метода конечных элементов.

В результате исследований была получена зависимость расчетных значений предела огнестойкости железобетонной стены

от значения максимальной дисперсии температур на обогреваемой поверхности конструкции при огневых испытаниях и погрешности определения предела огнестойкости, а также сформулированы рекомендации по созданию новых и совершенствованию существующих камер печей установок для испытаний на огнестойкость вертикальных железобетонных строительных конструкций с целью достижения большей равномерности температурного поля по поверхности вертикальных железобетонных конструкций, как следствие – уменьшение погрешности огневых испытаний.

*O. M. Nuianzin, Candidate of technical science, S. V. Pozdieiev, Doctor of technical science, professor,
S. O. Sidney, Candidate of technical science, M. A. Kryshstal, Candidate of psychological science, professor
Cherkasy Institute of Fire Safety n. a. Chernobyl Heroes*

STUDY OF DISPERSION IN THE HEATER TEMPERATURE SURFACE OF THE BASE WALL ON THE VALUE OF THEIR FIRE RESISTANCE

To determine the limits of fire resistance the most common is the test method in special fire test kilns. However, fire tests and the parameters of modern test plants are far from perfect, as there are errors, as the fuel system management and fire furnace configuration do not ensure full compliance of the conditions of the experiment with the requirements of the standards in this field.

The purpose of this article was to determine the dependence of the values of the boundary of the fire resistance of the bearing walls on the temperature dispersion on their heating surfaces as a scientific basis for improving the efficiency of the evaluation of the results of fire tests. In this paper, the problem of strength was determined to determine the bearing capacity of a reinforced concrete wall in a fire. During work, computational experiments using CFD and the finite element method were used.

The study was conducted in two main stages. In the previous work, the heat engineering problem was solved to determine

the unevenness of the temperature distribution in the inner layers of the reinforced concrete wall during tests for fire resistance in special fire units. The calculation results are used as input data for solving the problem of strength. For this purpose, the end-element models of bearing walls were created. We were struck by the type of fittings, its diameter and the concrete brand from which the wall was made.

As a result of the studies, the dependence of the design values of the fire resistance of the reinforced concrete wall on the value of the maximum temperature dispersion on the heating surface of the structure during the fire tests and the error of the definition of the fire resistance limit was obtained, as well as the recommendations for creating new and improving existing furnace chambers from the tests on the fire resistance of the vertical reinforced concrete Building constructions to achieve greater uniformity of the temperature field along the vertex surface Egg-reinforced concrete structures, as a consequence - reducing the error of fire tests.