

В.В. Ковалишин д.т.н., професор, Ю.В. Гуцуляк, к.т.н., доцент, (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Т.Б. Юзьків к.т.н., доцент, В.В. Артеменко к.т.н., (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СХІДЧАТИХ СКЛАДОК

У статті приведено результати експериментального визначення межі вогнестійкості збірних залізобетонних східчастих складок пандусу стадіону Львів-Арена експериментальним методом з врахуванням зміни механічних характеристик бетону і арматури при нагріванні. Випробуванням піддавалися два зразки збірних залізобетонних конструкцій за стандартним температурним режимом.

Встановлено, що межа вогнестійкості зірної залізобетонної конструкції – східчастих складок відповідає класу вогнестійкості REI 90.

Капітальне будівництво та реконструкція існуючих громадських та промислових будівель, пов'язаних з використанням залізобетонних конструкцій характеризуються достатньо високою вогнестійкістю. Підвищення межі вогнестійкості монолітних залізобетонних несучих будівельних конструкцій забезпечується збільшенням їх розмірів поперечних перерізів та товщини захисного теплоізолювального шару.

Мета роботи полягає у визначенні мінімальної межі вогнестійкості монолітних залізобетонних східчастих складок пандусу стадіону Львів-Арена експериментальним методом з врахуванням зміни механічних характеристик бетону і арматури при нагріванні.

Визначення мінімальної межі вогнестійкості збірних залізобетонних конструкцій проводилися згідно [1,2] за стандартним температурним режимом.

При цьому зразки на стінки печі опиралися відповідно до розрахункової схеми, визначеної у технічній документації, з урахуванням вимог [3].

Випробуванням піддавалися два зразки збірних залізобетонних конструкцій. Умови навколишнього середовища в лабораторії, розподілення навантаження, умови кріплення, розміри зразків та схеми їх спирання відповідали розрахунковим схемам, а термопари на зразках горизонтальних конструкцій у печі розташовувались відповідно до вимог ДСТУ Б В. 1.1-4-98*.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності є руйнування зразка або виникнення граничних деформацій, що складаються:

а) для зразків горизонтальних конструкцій:

граничне значення прогину:

$$D = \frac{L^2}{400b} \text{ мм}; \quad (1)$$

граничне значення швидкості наростання деформації:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{L^2}{9000b} \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (2)$$

де L - прогін, мм; b - розрахункова висота перерізу конструкції, мм.

Якщо значення прогину не більше $L/30$, то граничною деформацією є тільки граничне значення прогину.

Граничним станом за ознакою втрати цілісності є стан, за якого виконується одна з наступних умов:

- загоряння або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігріваної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм протягом проміжку часу не

менше ніж 30 с;

- виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань не менше 150 мм;
- виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм;
- полум'я на необігріваній поверхні зразка спостерігається протягом проміжку часу не менше ніж 10 с.

Граничним станом за ознакою втрати теплоізолюючої здатності є перевищення середньої температури на необігріваній поверхні зразка над початковою середньою температурою цієї поверхні на 140 °С або перевищення температури в довільній точці необігріваної поверхні зразка над початковою температурою в цій точці на 180 °С.

Під час проведення випробувань надлишковий тиск у печі на відстані 100 мм від поверхні зразка, повинен складати 10 ± 2 Па після 5-ої хвилини від початку випробування.

За результат випробувань беруть межу вогнестійкості конструкції, що визначена за формулою:

$$t_{fr} = t_{mes} - \Delta t, \quad (3)$$

де t_{fr} - межа вогнестійкості конструкції, хв;

t_{mes} - найменше значення часу від початку випробування до досягнення граничного стану з вогнестійкості, що визначене за результатами випробувань однакових зразків, хв;

Δt - похибка випробування, хв.

Значення похибки Δt визначають за формулою:

$$\Delta t = (0,015t_{mes} + 3)(A_s - A_f)/(A_s - A_{min}), \quad (4)$$

де A_s , A_f , A_{min} – інтегральні значення (площі, що знаходяться під кривими) стандартної температури, середньої температури в печі та мінімальної допустимої температури в печі, відповідно, °С × хв. Якщо $A_f > A_s$, то $\Delta t = 0$.

Випробуванням піддавалися два зразки східчастих складок трибун Сс 1.10-8 та Сс 2.2-7 (REI-90) розміром: довжина 6114 мм (L_1), ширина 1780 мм та товщина 150 мм; 6347 мм (L_2), 1780 мм та товщина 150 мм відповідно. Зразки виготовлені із важкого бетону класу В45, F150, W8, $\rho = 2450 \text{ кг/м}^3$. Відпускна міцність бетону – 58 МПа, нормативне тимчасове навантаження 400 кг/м^2 . Вологість зразків: 5,2%.

Вимірювання температури в печі, на необігрівальній поверхні зразків №1 і №2 та робочій арматурі здійснювалось термопарами типу ТХА. Схема розташування термопар подана на рис.1. Розташування та навантаження зразків на печі показано на рис 2. Значенням температури в печі (термопари Т1- Т6) наведені на рис.3., а температура на зразках - на рис. 4, 5, 6. Під час проведення випробувань температура та надлишковий тиск у печі відповідали вимогам, що регламентовані ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Надлишковий тиск у печі на 5-й хв. склав 8 Па, а з 9-ї хв. – 12 Па.

Температура на необігрівальній поверхні зразків вимірювалась п'ятьма термопарами (на зразку №1 Т15 –Т19 та Т7 –Т11 на зразку №2), а також термопарами Т13,Т14 здійснювалось вимірювання температури на робочій арматурі, найменша глибина залягання якої становила – 55 і 75 мм. А в додатку А в технічній документації товщина захисного шару на ребрах запроектована 55 мм.

Значення температури на поверхні зразків та на робочій арматурі подані на рис. 4,5,6.

Зразки встановлювалися з одночасним спиранням на дві сторони по торцях (через шарнірні опори) з можливістю їх нагріву з нижньої сторони та навантажувались вантажами, що відповідають нормативному навантаженню 400 кг/м^2 .

Деформації, що виникли в результаті прикладення навантаження після їх стабілізації, виміряли прогиномірами БПАО та реєстрували.

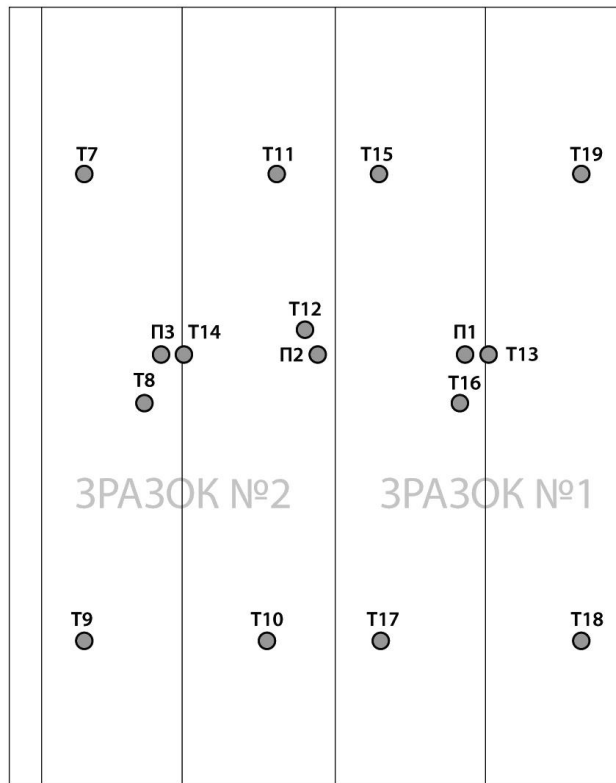


Рис. 1. Схема розташування термопар (Т7-Т19) та прогиномірів (П1-П3) на зразках.

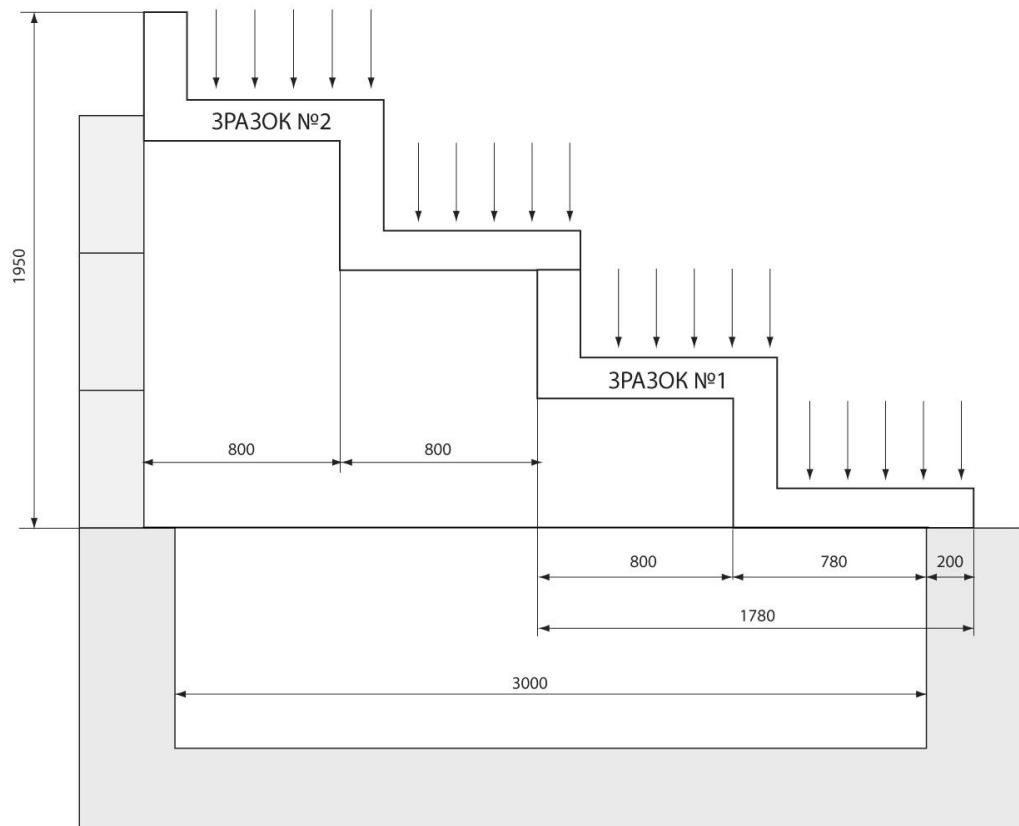


Рис. 2. Схема розташування та навантаження зразків на печі.

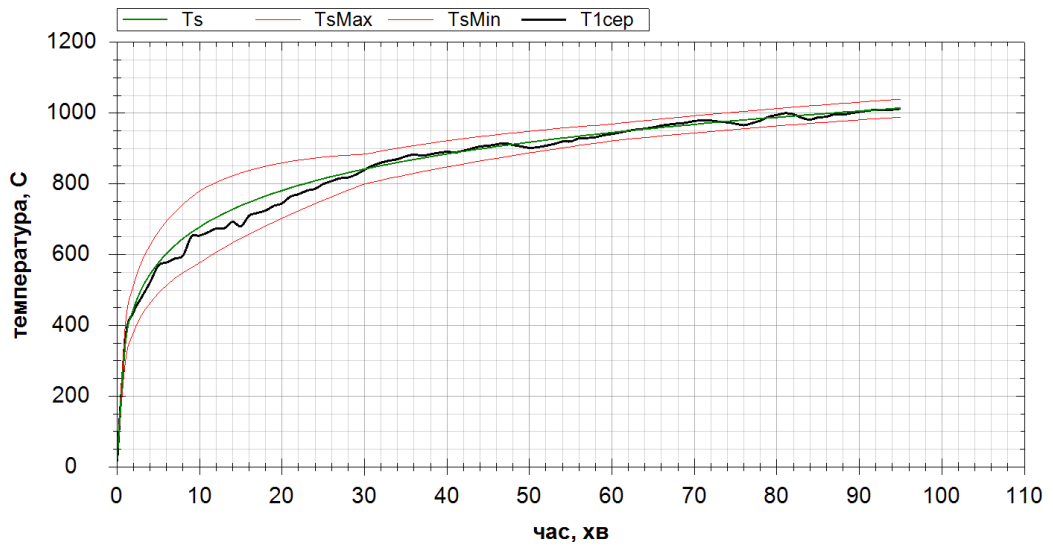


Рис. 3. Температура в печі

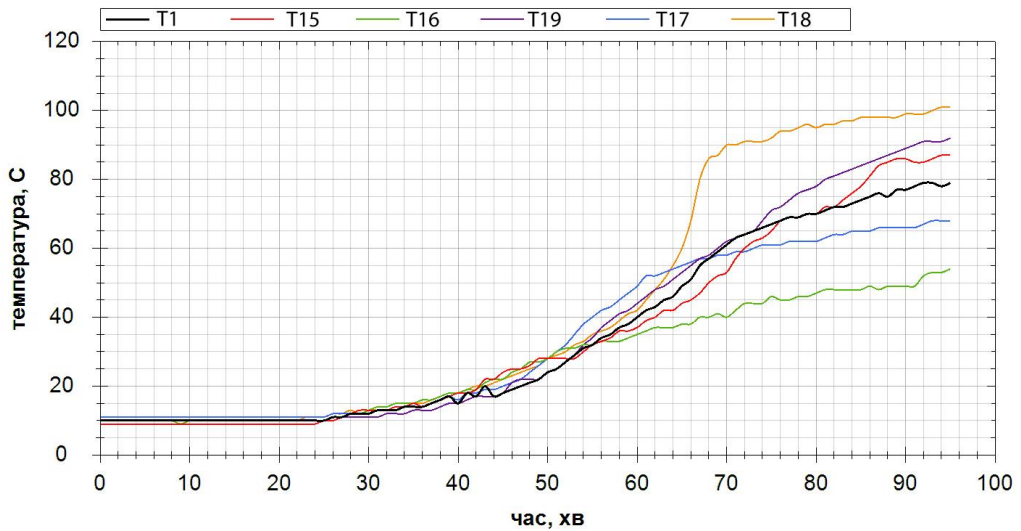


Рис. 4. Температура на поверхні зразка №1.

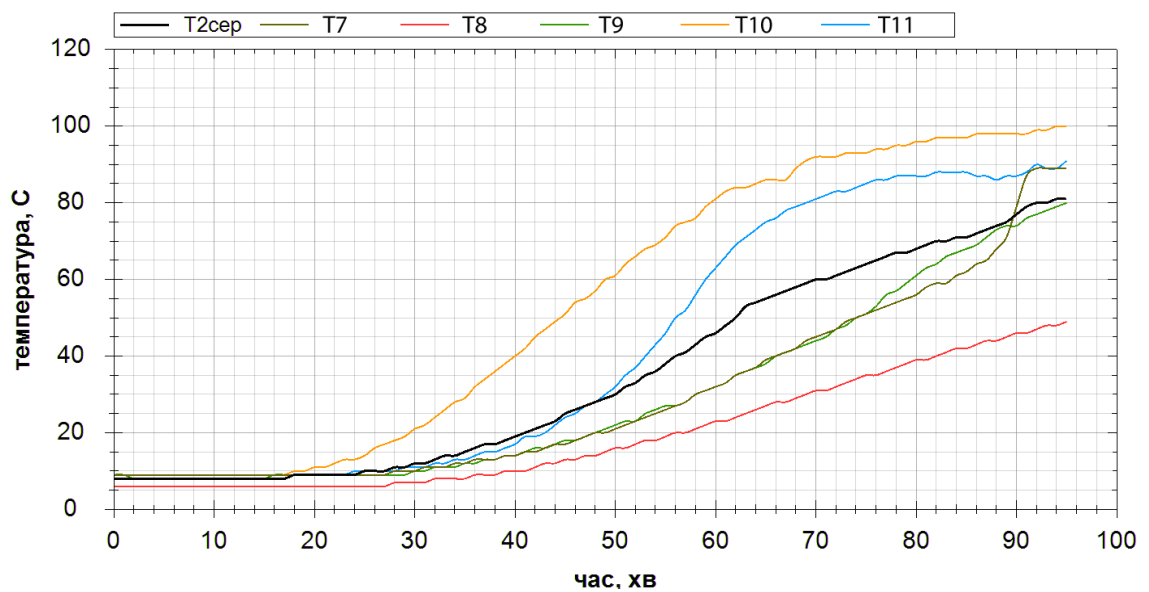


Рис. 5. Температура на поверхні зразка №2.

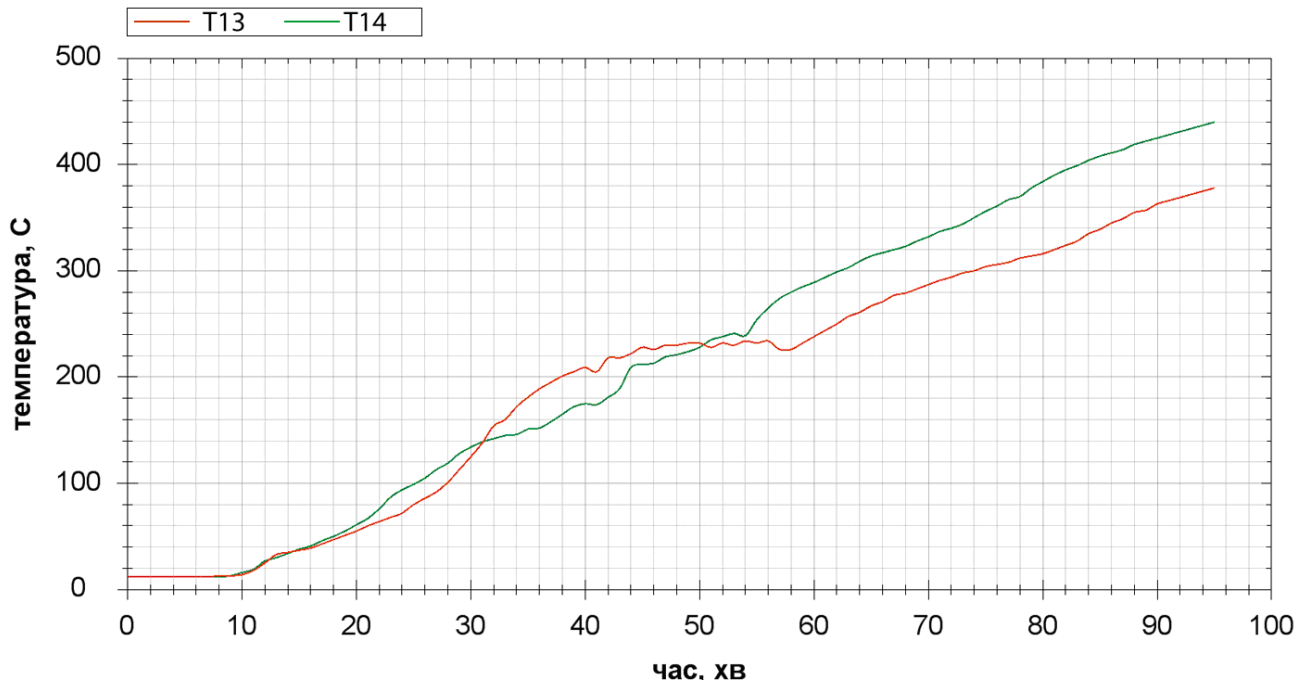


Рис.6. Температура арматури.

Граничне значення прогину зразків визначається згідно з ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Граничне значення наростання деформацій на зразку №1 23,07 мм/хв. та на зразку №2 24,87 мм/хв. Прогин визначався по центру зразків в зоні ребер жорсткості впродовж усього часу випробування з інтервалом 1хв (рис.7).

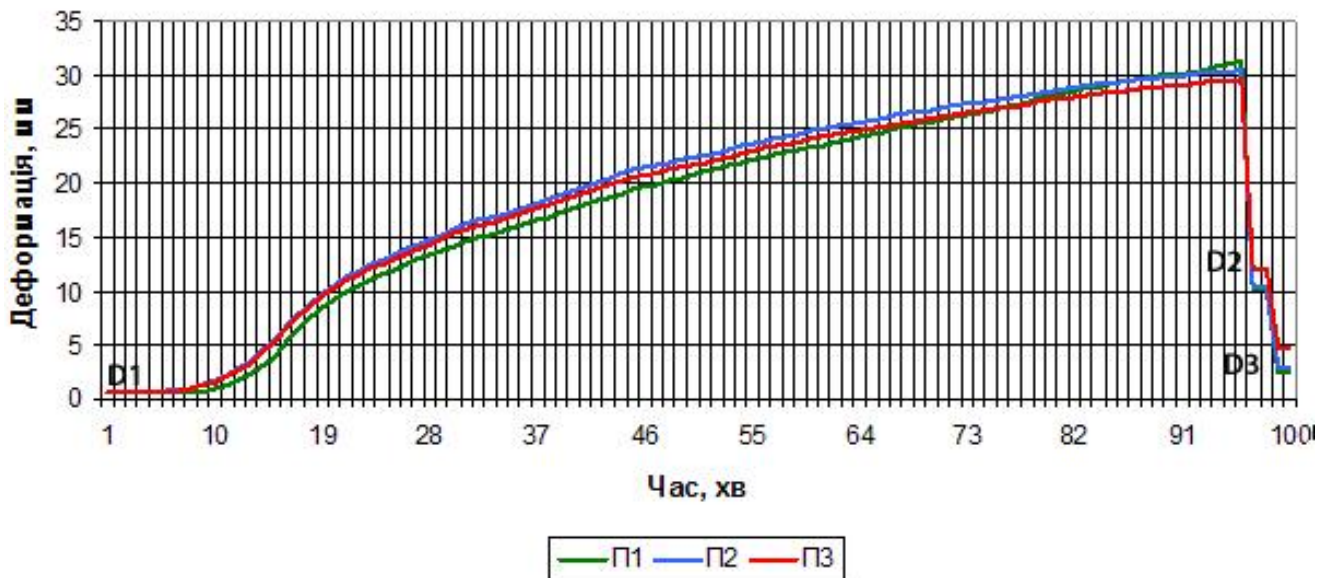


Рис. 7. Прогин зразків.

Настання жодного з граничних станів з вогнестійкості за трьома ознаками (REI) від початку до кінця випробування – не відбулось. Температура в арматурі не досягала критичного значення 500°C. Випробування тривало 95 хв.

Величини прогинів зразків №1 та №2 під кінець випробування не перевищили граничні значення і склали для зразка №1 31,39 мм та 30,15 мм (середнє значення П₂ та П₃) для зразка

№2. Значення швидкості наростання деформацій не перевищило граничні значення (на зразку №1 23,07 мм/хв. а на зразку №2 24,87 мм/хв.).

Після вистигання зразків (див. рис.8) значення їх прогину становило $D_2=10,08$ мм (зразок №1) та $D_2=11,15$ мм (середнє для зразка №2). Залишкова деформація після зняття навантаження становила $D_3=2,34$ мм (зразок №1) та $D_3=3,76$ мм (середнє для зразка №2).

На поверхні зразка №2, відбулося відшарування бетону товщиною 10-20мм без оголення арматури. Площі відшарувань становили біля 0,7 та 1,2 м². Похибка випробувань Δt склала 0,827624 хв.

Висновок: Межа вогнестійкості збірної залізобетонної конструкції – східчастих складок Сс. 1.10-8 та Сс. 2.2.-7, виготовлених із важкого бетону класу В45, F150, W8, $\rho = 2450$ кг/м³, розмірами: Сс. 1.10.-8 – довжина 6114 мм, ширина 1780 мм та товщина 150 мм; Сс.2.2.-7 6347 мм, 1780 мм та 150 мм відповідно, виробництва ТзОВ «З Бетони» (м. Калущ), склала 90 хв. (тривалість випробування становила 95хв.), що відповідає класу вогнестійкості **REI 90**.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98* Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги
2. Методика випробувань будівельних огорожувальних конструкцій на вогнестійкість (УкрНДІПБ МВС України від 22 травня 2002 р).
3. ДСТУ Б В.2.6-7-95 «Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості».

В.В. Ковалишин д.т.н., проф., Ю.В. Гуцуляк к.т.н., доцент, Т.Б. Юзьків к.т.н., доцент, В.В. Артеменко к.т.н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ОГНЕСТОЙКОСТИ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СХИДЧАТЫХ СКЛАДОК

В статье приведены результаты экспериментального определения предела огнестойкости сборных железобетонных ступенчатых складок пандуса стадиона Львов-Арена экспериментальным методом с учетом изменения механических характеристик бетона и арматуры при нагреве. Испытаниям подвергались два образца сборных железобетонных конструкций при стандартном температурном режиме.

Установлено, что предел огнестойкости сборной железобетонной конструкции - ступенчатых складок соответствует классу огнестойкости REI 90.

V.V. Kovalyshyn Doctor of technical sciences (Engineering), Professor, J.V. Hutsulyak, Candidate of Science (Engineering), Docent, T.B. Yuzkiv Candidate of Science (Engineering), Docent, V.V. Artemenko Candidate of Science (Engineering)

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE FIRE RESISTANCE OF PRECAST CONCRETE SHIDCHATYH FOLDS

In the article the results of the experimental determination of the fire resistance of precast concrete stepped ramp folds Lviv Arena stadium experimental method, taking into account changes in the mechanical characteristics of concrete and rebar when heated. The test samples were subjected to two precast concrete structures for standard temperature conditions.

It was established that the line of fire resistance of precast concrete construction - Stepped folds meets fire resistance class REI 90.