

О. В. Некора, к. т. н., с. н. с.,  
С. В. Поздєєв, д. т. н., професор  
І. В. Рудешко, І. О. Несен,  
С. О. Сідней, к.т.н.,

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ ПО РЕБРИСТІЙ ПЛИТІ ПРИ ВПЛИВІ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ

Міжповерхові перекриття призначені для відділення приміщень всередині будинку і перерозподілу навантаження на колони або стіни. Широкий типовий асортимент виробів дозволяє підібрати ідеальний варіант для кожного випадку. Завдяки можливості витримувати значні навантаження і ефективності застосування при великій ширині прольотів залізобетонні плити з ребрами є досить популярними сьогодні. Наявність поздовжніх і поперечних ребер жорсткості в даних плитах дозволяє витримати істотні навантаження без деформацій і руйнувань.

Ребристі плити виготовляються з важких або легких бетонів зі сталевим каркасом всередині. Сталева арматура збільшує стійкість до вигину і стоншує готовий виріб, що дозволяє заощадити на бетоні. Для зручності застосування вказаний тип перекриттів виготовляються в збірному або консольному вигляді, що надає можливість використовувати ребристі плити на різних об'єктах, що будуються.

Під час проведення проектування будь-яких будівель та споруд необхідно застосовувати будівельні конструкції, які мають гарантувати безпечну евакуацію людей у разі виникнення пожежі. Подібні задачі розв'язуються завдяки проведенням оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій [1].

Найбільш точні показники вогнестійкості можливо отримати при проведенні спеціальних натурних вогневих випробувань у спеціальних організаціях [2, 3]. Але використання даного способу є суттєво трудомістким та вартісним. Існує інший варіант, щодо проведення оцінки вогнестійкості – експериментальний метод [4, 5]. Цей метод також має певні обмеження, у тому числі і при відтворенні роботи конструкції у складі будівлі. У відповідності до [1, 6] передбачається застосування ще одного методу – розрахункового. Цей метод полягає у проведенні певних розрахунків, що надає можливість врахувати всі умови роботи конструкцій, варіативність застосування будь-якого матеріалу, геометричних конфігурацій та параметрів при цьому цей метод значно менш затратний та трудомісткий порівняно з попередніми методами [7, 8].

При проведенні обчислювальних експериментів використовувались теплофізичні характеристики бетону та сталі залежні від температури [6]. Температурні залежності даних показників бетону представлені на рис. 1.

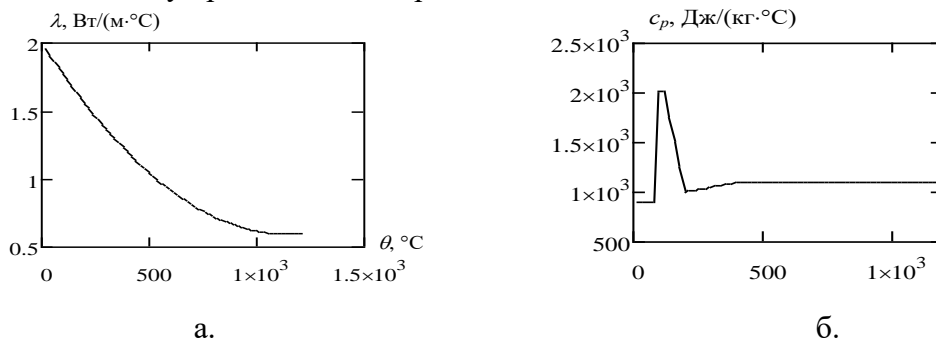


Рисунок 1 – Теплофізичні характеристики бетону С35 (теплопровідність – а, теплоємність – б).

Метою роботи є визначення розподілу температури у ребристій залізобетонній плиті з довжиною прольоту 6 м, використовуючи уточнений розрахунковий метод [9, 10].

Уточнений розрахунковий метод, заснований на використанні диференціального нестационарного рівняння теплопровідності [6, 7]. Основні математичні моделі представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні математичні моделі, що використовуються для розрахунків розподілу температури у перерізах залізобетонних плит при дії стандартного температурного режиму пожежі

Особливість поведінки матеріалу	Математична модель (метод)	Джерело
Теплотехническая задача		
Теплопровідність	Рівняння нестационарної теплопровідності разом із МКЕ	[8, 10]
Граничні умови	III рода	
Фізична нелінійність	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[3]

Довжина прольоту досліджуваної залізобетонної ребристої плити складає 6 м. Схема перерізу, використовувалась у відповідних розмірах та наведена на рис.2.

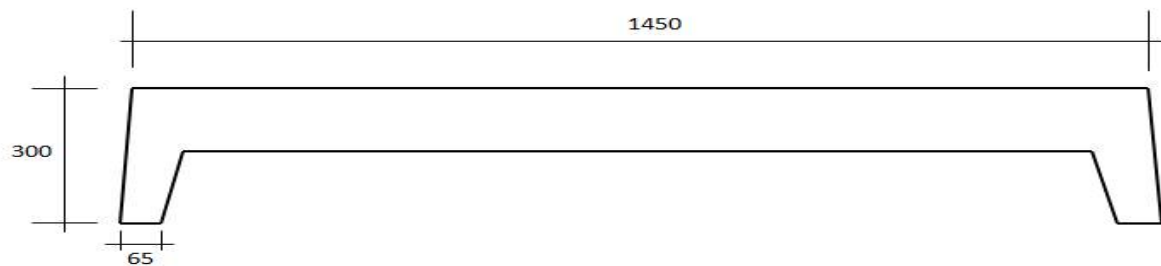


Рис. 2. Схема перерізу досліджуваної ребристої залізобетонної плити.

Для розв'язання задачі застосовано спеціальний програмний комплекс. Використовуючи кінцево-елементний спосіб побудована відповідна сітка. У якості кінцевих елементів використовувались гексаедри у кількості 1.200.000 одиниць, для отримання найбільш достовірних результатів, що наведено на рис. 2.

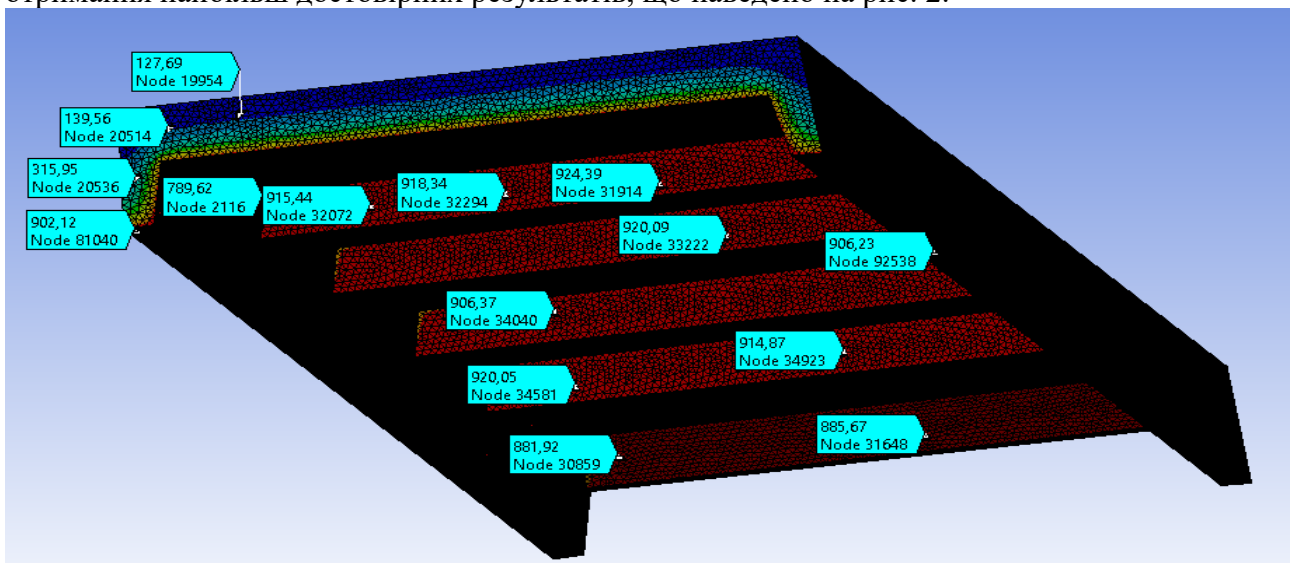


Рис. 2. Показники розподілу температури по ребристій залізобетонній плиті.

За результатами отриманих показників розподілу температури, з'являється можливість проведення механічного розрахунку вже з врахуванням впливу температури за умовами стандартного температурного режиму.

#### ЛІТЕРАТУРА

2. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги ДБН В.1.1-7-2016 Міністерство регіонального розвитку та будівництва – 2017. – 35 с.
3. R. P. Johnson, Y. C. Wang, Composite Structures of Steel and Concrete: Beams, Slabs, Columns and Frames for Buildings (2019).
4. T. Shnal, S. Pozdieiev, R. Yakovchuk, O. Nekora, Development of a Mathematical Model of Fire Spreading in a Three-Storey Building Under Full-Scale Fire-Response Tests (Lecture Notes in Civil Engineering, 2021), 100 LNCE, pp. 419–428.
5. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. (ISO 834: 1975) ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. [Чинний від 1998-10-28.] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 20 с – (Національний стандарт України).
6. EN 13501 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.
7. EN 1992-1-2 (2004) Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].
8. Sanin Dzidic, FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE SLABS ACCORDING TO EC2 AND BRANZ TR8TY, (Conference: 13th Scientific Conference with International Participation "Contemporary Theory and Practice in Construction. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. 25.05. 2018), Volume: Book of Proceedings, ISSN 2566-4484.
9. Поздєєв С.В. Розробка уточненого розрахункового методу для визначення межі вогнестійкості несучих залізобетонних конструкцій. / Поздєєв С.В., Левченко А.Д. // Науковий вісник національного технічного університету «Львівська політехніка». – Львів: НТУ «Львівська політехніка». - 2011. – С. 264 – 269.
10. Emidio Nigro, Giuseppe Cefarelli, Antonio Bilotta, Gaetano Manfredi, Edoardo Cosenza, Fire resistance of concrete slabs reinforced with FRP bars. Part II: Experimental results and numerical simulations on the thermal field (Composites Part B: Engineering, 2011), 42 (6), pp. 1751-1763.
10. Concrete Reinforcing Steel Institute - CRSI [2015]. "Fire Resistance of Reinforced Concrete Buildings", CRSI Technical Note ETN-B-1-16, (Schaumburg, Illinois, 2015).

#### **RESEARCH OF THE TEMPERATURE DISTRIBUTION OVER A RIBBED SLAB UNDER THE INFLUENCE OF THE STANDARD FIRE TEMPERATURE REGIME**

*S. V. Pozdieiev Doctor of Technical Sciences, Professor*

*O. V. Nekora PhD, Senior Researcher*

*Rudeshko I. V., I. O. Nesen*

*S. O. Sidnei PhD*

*Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes National University of Civil Protection of Ukraine*

Abstract. During the design of any buildings and structures, it is necessary to use building structures that must guarantee the safe evacuation of people in the event of a fire. Such problems are solved thanks to the assessment of fire resistance of building structures. The purpose of the work is to determine the temperature distribution in a ribbed reinforced concrete slab using a refined calculation method. Based on the results of the obtained indicators of temperature distribution, it is possible to carry out mechanical calculations.