

## АНОТАЦІЯ

*Кузнєцова І.Г.* Міцність фібробетонних елементів при місцевому стисненні – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія (19 «Архітектура і будівництво»). – Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». – Полтава, 2022.

Дисертаційна робота присвячена вдосконаленню інженерної методики розрахунку міцності фібробетонних (бетонних) елементів при місцевому стисненні на основі варіаційного методу теорії пластичності та експериментальних досліджень.

У розділі 1 «Огляд літератури із питань перспективи застосування фібробетонів у будівництві в умовах місцевого стиснення» зазначено, що у практиці будівництва досить часто зустрічаються випадки передачі на бетонні стінові або фундаментні елементи великих зосереджених навантажень. В якості прикладу наводяться варіанти обпирання залізобетонних колон багатоповерхових будинків або опор висячих стін на бетонні елементи різної висоти, товщини та розмірів у плані, які входять до складу цокольної, підвальної або інших конструктивних частин будівель (споруд). При цьому виникає місцеве стиснення бетону в конструктивних елементах та ймовірність їх руйнування від зминання або продавлювання залежно від геометричних розмірів, які підпадають під прийняті у нормативних документах відповідні розрахункові схеми. Представлено галузі застосування, види, переваги та недоліки, особливості технології виготовлення фібробетонів та зроблено висновок щодо перспективності застосування базальтової фібри в будівництві й оптимальних її розмірів та відсоткового вмісту при виготовленні фібробетону. Висвітлено фактори, які обумовлюють міцність бетонних елементів при зминанні: форма, розміри зразка (штампа), а також їх співвідношення; схема та спосіб передачі навантаження; вид бетону. Більшість існуючих методів розрахунку базуються на формулі Баушингера й її варіаціях, оперують максимум 2 – 3 значущими

факторами. Це призводить до суттєвих розбіжностей дослідних і теоретичних результатів. Експериментальних досліджень фібробетону при місцевому стисненні недостатньо (для базальтофібробетону вони взагалі відсутні).

У розділі 2 «Методика і результати експериментальних досліджень міцності бетону та фібробетону при місцевому стисненні» підібрано склад бетону (фібробетону), представлено методику виготовлення та випробування дослідних зразків. Проаналізовані отримані нові експериментальні дані про характер руйнування та граничне навантаження бетону (фібробетону) при місцевому односторонньому центральному стисненні квадратними, прямокутними та смуговими штампами.

У розділі 3 «Розв'язання задач міцності при односторонньому зминанні варіаційним методом у теорії пластичності бетону» для визначення граничного навантаження застосовано варіаційний метод у теорії пластичності, розроблений у Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Запропоновано кінематичні схеми руйнування бетонного куба при центральному односторонньому зминанні в умовах об'ємного та плоского напружених станів, які базуються на картині руйнування, отриманій в експериментальних дослідженнях. Надано формулу для визначення міцності при зминанні куба для прямокутної площадки завантаження. Проаналізовано вплив визначальних факторів на міцність при місцевому стисненні.

У розділі 4 «Порівняння результатів теоретичних та експериментальних досліджень» виконано порівняльний розрахунок на місцеве стиснення бетонної стіни підвалу при обпиранні на неї колони за нормативними документами, а також за деякими авторськими методами.

Проаналізувавши збіжність теоретичної міцності, підрахованої за нормативними та деякими авторськими з дослідною для 78 зразків. Найкращі статистичні показники серед нормативних має методика ДСТУ та В.Г. Кваші серед авторських.

Виконаний порівняльний аналіз теоретичної міцності, отриманої варіаційним методом теорії пластичності бетону, з експериментальними даними показав їх добру збіжність.

*Ключові слова: міцність; місцеве стиснення; фібробетон; базальтові волокна; варіаційний метод; теорія пластичності.*

## **ABSTRACT**

*Kuznietsova I.H.* Strength of fiber concrete elements under local compression – Qualifying scientific work as a manuscript.

The thesis for the PhD scientific degree on specialty 192 – Construction and civil engineering (19 “Architecture and construction”) – National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”. – Poltava, 2022.

The dissertation is devoted to the improvement of the engineering methodology for calculating the strength of fiber concrete (concrete) elements under local compression based on the variational method of the theory of plasticity and experimental research.

In chapter 1 “Review of the literature on the perspective of the use of fiber concrete in construction in conditions of local compression” it is stated that in the practice of construction there are quite often cases of transfer of large concentrated loads to concrete wall or foundation elements. As an example, there are options for supporting reinforced concrete columns of multi-story buildings or supports of hanging walls on concrete elements of different heights, thicknesses and dimensions in plan, which are part of the socle, basement or other structural parts of buildings (structures). At the same time, there is a local compression of concrete in the structural elements and the probability of their failure due to punching shear or crushing, depending on the geometric dimensions, which fall under the relevant design schemes accepted in the regulatory documents. Fields of application, types, advantages and disadvantages, features of fiber concrete production technology are presented, and a conclusion is drawn regarding the prospects of using basalt fiber in construction and its optimal dimensions and percentage content in the production of fiber concrete. The factors determining the strength of concrete elements during crushing are highlighted: the shape, dimensions of the sample (stamp), as well as their ratio; scheme and method of load transfer; type of concrete. Most of the existing calculation methods are based on

the Bauschinger formula and its variations, operate with a maximum of 2 – 3 significant factors. This leads to significant discrepancies between experimental and theoretical results. Experimental studies of fiber concrete under local compression are not enough (for basalt fiber concrete they are completely absent).

In chapter 2 "Methodology and results of experimental studies of the strength of concrete and fiber concrete under local compression" the composition of concrete (fiber concrete) is selected, the method of manufacturing and testing samples is presented. New experimental data obtained are analyzed concerning the character of destruction and ultimate load of concrete (fiber concrete) under local one-sided central compression with square, rectangular and strip stamps.

In chapter 3 "Solution of strength problems under one-sided crushing by the variational method in the theory of plasticity of concrete" the variational method in the theory of plasticity developed at the National University "Yury Kondratyuk Poltava Polytechnic" is used to determine the ultimate load. The kinematic failure schemes of a concrete cube in the case of central one-sided crushing under the conditions of volumetric and plane stress states are proposed, which are based on the failure pattern obtained in experimental studies. A formula for determining the cube's crushing strength for a rectangular loading platform is given. The influence of determining factors on strength under local compression was analyzed.

In chapter 4 "Comparison of the results of theoretical and experimental studies" a comparative calculation of the local compression of a concrete basement wall when a column is supporting on it is performed according to regulatory documents, as well as according to some author's methods.

The convergence of the theoretical strength, calculated according to the normative and some author's methods, with the experimental strength for 78 samples was analyzed. The best statistical indicators among the normative methods has the DSTU method and V.G. Kvasha method – among author's ones.

A comparative analysis of the theoretical strength obtained by the variational method of the theory of plasticity of concrete with experimental data showed their good convergence.

*Key words: strength; local compression; fiber concrete; basalt fibers; variational method; theory of plasticity.*

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, В ЯКИХ НАВЕДЕНІ ОСНОВНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Публікації у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз**

1. Pohribnyi V. The improved technique for calculating the concrete elements strength under local compression/ V. Pohribnyi, O. Dovzhenko, I. Kuznietsova, D. Usenko // MATEC Web Conferences. – Vol. 230. – 2018. – 02025. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201823002025> (Indexed in Scopus)

*Особистий внесок: Розглянуто та проаналізовано нормативні та авторські залежності для визначення міцності бетону в умовах місцевого центрального одностороннього стиснення.*

2. Kuznietsova I. Influence of the sizes and the loading platform form on the strength of concrete elements at local compression / I. Kuznietsova, O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, I.Usenko // Proceedings of the 2020 Session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, 2020. – pp. 63-69. [https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings\\_phdsymp\\_2021.pdf](https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings_phdsymp_2021.pdf)

(Indexed in Scopus)

*Особистий внесок: Запропонована кінематична схема руйнування співставлена з картиною руйнування дослідних зразків. Виконаний розрахунок теоретичної міцності варіаційним методом у теорії пластичності бетону в залежності від міцносних характеристик міцності бетону, співвідношення розмірів площадки навантаження та конструктивного елемента, характеру прикладання навантаження. Виконано порівняння теоретичної міцності з дослідною.*

### **Публікації у наукових фахових виданнях України**

3. Кузнєцова І. Міцність бетону за місцевого стиснення з урахуванням відношення висоти елемента до розміру ділянки навантаження / І.Кузнєцова,

О. Довженко., В. Погрібний // Український журнал будівництва та архітектури.  
– Вип. 5 (005). – 2021. – С. 61-67.

<https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261021.61.802>

*Особистий внесок: Проаналізовано результати випробування бетонних елементів та оцінювання їх міцності на основі теорії пластичності. Складено програму експериментального дослідження фібробетону на базальтових волокнах за місцевого стиснення.*

#### **В інших виданнях**

4. Кузнєцова І. Міцність фібробетонних елементів при місцевому стисненні / І. Кузнєцова / Findings of modern engineering research and developments: Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2022, – Р. 214-232.  
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-207-4-8>

#### **Тези доповідей на наукових конференціях**

5. Кузнєцова І. Г. Сучасні каркасні системи для багатопверхових будівель (РКД «Іркутський каркас») / І. Г. Кузнєцова, О. О. Довженко. // Тези 69-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Ю. Кондратюка. – 2017. – №2. – С. 48-50.

6. Погрібний В. В. Вдосконалена методика розрахунку міцності бетонних елементів при місцевому стисненні / В. В. Погрібний, О. О. Довженко, І. Г. Кузнєцова, Д. В. Усенко. // Тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті, присвячена 110-річчю зі дня народження Заслуженого діяча науки і техніки України д.т.н. професора Ангелейка В.І. – 2018. – №1. – С. 143-145.

7. Довженко О. О. Дослідження фібробетонів при місцевому стисненні та зрізі / О. О. Довженко, В. В. Погрібний, І. Г. Кузнєцова, І. В. Шостак. // Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві». – 2019. – №1. – С. 93-34.

8. Кузнєцова І. Г. Перспективи застосування фібробетону на базальтових волокнах в Україні / І. Г. Кузнєцова, О. О. Довженко. // Тези 71-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Ю. Кондратюка. – 2019. – №1. – С. 275.
9. Кузнєцова І. Г. Використання і дослідження фібробетона на базальтових волокнах / І. Г. Кузнєцова, О. О. Довженко. // Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». – 2019. – №1. – С. 24-26.
10. Довженко О. О. Теорія пластичності в розрахунках міцності бетонних і кам'яних елементів при місцевому стисненні / О. О. Довженко, В. В. Погрібний, І. Г. Кузнєцова, Д. В. Усенко. // Тези II Міжнародної українсько-азербайджанської конференції «BUILDING INNOVATIONS – 2019». – 2019. – №1. – С. 78-80.
11. Довженко О. О. Міцність бетонних елементів при центральному односторонньому стисненні / О. О. Довженко, В. В. Погрібний, І. Г. Кузнєцова, Т. О. Совенко. // Збірник тез V Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві». – 2020. – №1. – С. 147-148.
12. Мальована О. О. Нові види бетонів та матеріалів для підсилення цегляної кладки / О. О. Мальована, І. Г. Кузнєцова, Д. В. Усенко та ін. // Тези доповідей III Міжнародної українсько-азербайджанської конференції «BUILDING INNOVATIONS – 2020». – 2020. – №1. – С. 124-126.
13. Кузнєцова І. Г. Місьцеве стиснення фібробетону на базальтових волокнах / І. Г. Кузнєцова, Т. О. Совенко, В. В. Погрібний. // Тези 72-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Ю. Кондратюка. – 2020. – №1. – С. 399.
14. Кузнєцова І. Г. План експериментальних досліджень міцності базальтофібробетону при місцевому стисненні / І. Г. Кузнєцова, М. В. Пенц, О. О. Довженко, В. В. Погрібний. // Тези 73-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського

національного технічного університету імені Ю. Кондратюка. – 2021. – №1. – С. 149-151.

15. Довженко О. О. Вдосконалені конструктивні рішення шпонкових стиків сучасних збірних і збірно-монолітних конструктивних систем із залізобетону / О. О. Довженко, В. В. Погрібний, І. Г. Кузнєцова та ін. // Тези XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі». – 2021. – №1. – С. 150-152.

16. Кузнєцова І.Г. Аналіз характеру руйнування фібробетонних елементів при місцевому стисненні / І. Г. Кузнєцова, О.О. Довженко, В.В. Погрібний // Комплексні композитні конструкції будівель та споруд в умовах воєнного стану (CSCS-2022) // Зб. наук. пр. за матеріалами XIV Міжнародної науково-технічної конференції – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2022. – С. 72-74.

17. Патент на корисну модель № 13905 Україна, МПК (2019.01) G01N 3/00. Спосіб визначення міцності бетону на стиск і розтяг / Довженко О.О., Погрібний В.В., Кузнєцова І.Г.; заявник та власник Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка. – № u 2019 04573; заявл. 26.04.2019, опубл. 10.01.2020, Бюл. №1.

18. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №106452. Кузнєцова І.Г., Довженко О.О., Погрібний В.В., Усенко І.С. Стаття «Influence of the sizes and the loading platform form on the strength of concrete elements at local compression», дата реєстрації 20.07.2021.