АНОТАЦІЯ

Усенко Д.В. Міцність цегляної кладки при діагональному розколюванні – 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 цегляної кладки при сумісній дії вертикального і горизонтального навантаження на основі варіаційного методу теорії пластичності та експериментальних досліджень.

У розділі 1 «Огляд літератури з питань міцності кам’яної кладки при сумісній дії вертикальних і горизонтальних сил» зазначено, що сейсмічні впливи, як найбільш небезпечні із горизонтальних навантажень, приводять до характерних пошкоджень у будівлях із несучими кам'яними стінами, серед яких необхідно виділити похилі та хрестоподібні тріщини в простінках та суцільних стінах. Наголошено, що однією з найбільш уразливих конструкцій таких будівель за показниками сейсмостійкості є простінки, котрі згідно результатів досліджень знаходяться в умовах, які близькі до тих, що виникають у каркасі при його перекосі: третя стадія деформування простінків характеризується суттєвим скороченням довжини стиснутої зони за рахунок розповсюдження контурних горизонтальних тріщин у рівні перемички і супроводжується утворенням діагональних тріщин. Експериментальні дослідження роботи цегляних простінків на комбіновану дію вертикальних і горизонтальних навантажень проводилися шляхом випробуванні елементів кладки на перекіс. У більшості випадків дослідні зразки випробовували на зосереджене навантаження, прикладене вздовж їх діагоналей. Було проаналізовано характер руйнування, визначальні фактори впливу на граничне навантаження: матеріал кладки, міцність каменю і розчину, внутрішнє і зовнішнє армування кладки, підсилення розчинними і бетонними аплікаціями, перехресними та горизонтальними

залізобетонними смугами, вуглеволокном, діагональними металевими тяжами й інші.

У розділі 2 «Розрахунок кам'яної кладки за наявності горизонтальної складової навантаження» розглянуто нормативний розрахунок кам’яної кладки на сумісну дію вертикального та горизонтального навантаження, котрий полягає в застосуванні: ексцентриситетів унаслідок дії горизонтальних навантажень e_{hi} або e_{hm} при визначенні коефіцієнта зменшення міцності Φ; підвищеного розрахункового опору кам'яної кладки розтягу при згині в площині, паралельній горизонтальному шву (за неперев'язаним перерізом). Проведений паралельно аналіз існуючих авторських методик, які в більшості випадків мають емпіричний характер, свідчить про їх недосконалість та необхідність розроблення методу розрахунку кам’яної кладки на сумісну дію вертикального і горизонтального навантаження, котра базувалася б на загальній теоретичній основі.

У розділі 3 «Розрахунок міцності кам'яної кладки при діагональному розколюванні варіаційним методом у теорії пластичності» для визначення несучої здатності кам'яних простінків застосовано варіаційний метод у теорії пластичності, розроблений у Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» для розрахунку конструкцій, опір матеріалів яких стиску та розтягу суттєво відрізняється. Базуючись на загальних положеннях варіаційного методу врахована специфіка роботи кам’яної кладки. На основі аналізу характеру руйнування дослідних зразків запропоновано кінематичні схеми, покладені в основу розрахунку. Отримані залежності для визначення граничного навантаження прямокутних кам’яних елементів при діагональному розколюванні при несиметричному завантаженні в функції від геометричних параметрів поверхні руйнування та відношення швидкостей руху жорстких дисків на кінематичній схемі. Задача міцності розв’язується шляхом пошуку мінімуму функції граничного навантаження, при цьому можуть бути використані як альтернативні обчислювальні засоби «Solver» та програма у середовищі VBA. Уточнена існуюча нормативна методика розрахунку несучої здатності стін будівлі при сумісній дії вертикального і горизонтального

навантаження, при цьому враховано обидві характеристики міцності кладки: при стиску і розтязі; розміри елемента, ділянок навантаження та їх співвідношення; кількість, характеристики міцності та розташування елементів підсилення.

У розділі 4 «Методика та аналіз результатів експериментальних досліджень» описано результати випробування цегляних стовпчиків, які підтвердили вплив на міцність додавання до цементно-піщаного розчину 20% Церезіту. Проаналізовано характер руйнування дослідних зразків, котрі використовуються для визначення міцності кладки на стиск: їх руйнування відбувається за похилою площиною або супроводжується утворенням вертикальних відривних тріщин у середній за висотою частині зразка та похилих зсувних тріщин в опорних ділянках. Отримані раніше варіаційним методом теорії пластичності рішення задач міцності призми при зсувові за однією площиною та за гранями клину ущільнення добро узгоджуються з дослідами. Формула для визначення міцності цегляного стопчика при двохсторонньому розколюванні може бути використана при теоретиних розрахунках міцності цегляних простінків при сумісній дії вертикальних і горизонтальних (сейсмічних) навантажень.

У розділі 5 «Чисельне дослідження функції міцності кам'яної кладки при діагональному розколюванні, порівняння теоретичної міцності з дослідною» досліджено нелінійну форму багатопараметричної залежності граничного навантаження елемента кам’яної кладки при діагональному розколюванні від характеристик її міцності: опору стиску f_d та розтягу f_t при сталих геометричних параметрах зразка та опорного майданчика. Ізолінії значень на графіку залежності граничного навантаження f_{loc} дозволяють оперувати варіантами наборів міцносних характеристик кладки f_d і f_t для розв’язання задач забезпечення міцності кам’яної кладки. Аналітично та графічно встановлено абсолютний мінімум граничного навантаження f_{loc} й отримано відповідні значення для відношення швидкостей жорстких дисків на кінематичній схемі k та кута нахилу клину ущільнення γ. Виконано порівняння теоретичної міцності, підрахованої за запропонованою методикою з дослідною, а також картини руйнування експериментальних зразків з кінематичною схемою руйнування,

котра являється основою для визначення граничного навантаження при діагональному розколюванні варіаційним методом у теорії пластичності.

Ключові слова: кам'яна кладка, міцність, діагональне розколювання, варіаційний метод, теорія пластичності.

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: Підтверджено переваги варіаційного методу у теорії пластичності шляхом порівняння з іншими розрахунковими залежностями.

2. Usenko D. Masonry strengthening under the combined action of vertical and horizontal forces/D. Usenko, O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, and O. Zyma // Proceedings of the 2020 session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, 2020. – p. 193-199.
https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings_phdsymp_2021.pdf (Indexed in Scopus)

Особистий внесок: На основі аналізу роботи цегляних простінків при землетрусах обґрунтовано їх кінематично можливу схему руйнування, покладену в основу розрахунку несучої здатності.

3. Pohribnyi V. Plasticity Theory in Strength Calculations Concrete Elements Under Local Compression / V. Pohribnyi, O. Dovzhenko, O. Fenko, D. Usenko. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, 2022. – Vol. 181. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_32 (Indexed in Scopus)

Особистий внесок: реалізація варіаційного методу у теорії пластичності при розрахунках на місцевий стиск.

Публікації у наукових фахових виданнях України

4. Dovzhenko O. Work of masonry under the combined action of vertical and horizontal loads: an analysis of experimental studies// O. Dovzhenko, V.Pohribnyi, D. Usenko, and K. Mahlinza // Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – 2020. – 2(55). – p. 44-51. https://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/55_2020/5.pdf

Особистий внесок: проаналізовано результати експериментальних досліджень кам'яних елементів на перекіс, як моделей роботи простінків при сумісній дії вертикальних і горизонтальних (сейсмічних сил); досліджено фактори впливу на їх міцність.

5. Dovzhenko O. The masonry calculation strength under the vertical and horizontal loads combined action by the variational method in the plasticity theory/ O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, V.Usenko, and D.Usenko //Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – 2021. – 2(57). – p. 26-31.

Особистий внесок: Отримано розв'язок задачі міцності при сумісній дії вертикального та горизонтального навантаження прямокутного кам'яного елемента при діагональному розколюванні за умови несиметричного прикладання навантаження.

6. Погрібний В. До визначення міцності кам'яної кладки при стисненні / В. Погрібний, О. Довженко, Д. Усенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Вип.41. – Рівне: УДУВГП, 2022. – С. 200-207. https://doi.org/10.31713/budres.v0i41.22

Особистий внесок: Описано результати експериментальних досліджень. Проаналізовано характер руйнування дослідних зразків, котрі використовуються для визначення міцності кладки на стиск. Отримані рішення задач міцності для характерних випадків руйнування варіаційним методом.

В інших виданнях

7. Dovzhenko O. Masonry strength under diagonal splitting / O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, D. Usenko / Findings of modern engineering research and developments: Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2022, – P. 41-63. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-207-4-3

Особистий внесок: Проаналізовано типові пошкодження будівель із несучими цегляними стінами за наявності горизонтальної (сейсмічної) складової навантаження; представлено характер руйнування цегляних простінків при землетрусах; розв'язано задачу міцності прямокутного кам'яного елемента при несиметричному навантаженні.

8. Соловйов В. Відновлення експлуатаційної придатності кам'яної кладки, пошкодженої в умовах надзвичайних ситуацій / В. Соловйов, О. Довженко, В. Погрібний, Д. Усенко // Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022: колективна монографія Полтава – Львів: НУПП імені Юрія Кондратюка, НУ «Львівська політехніка» – Дніпро: Середняк Т. К., 2022, – С. 485-496. https://doi.org/10.23939/monograph2022

Особистий внесок: Проаналізовано характер руйнування дослідних зразків та визначальні фактори впливу. Розроблено кінематично можливу схему, котра базується на характері руйнування, отриманому в дослідах. Запропонована формулу для визначення граничного навантаження. Розглянуто приклади розв'язання задач міцності при різних варіантах підсилення вуглеволокном.

Тези доповідей на наукових конференціях

9. Usenko D. Resonance during seismic activity and city destruction / D. Usenko, O.O. Dovzhenko, V.V. Strilets // Widening our horizons: The 12-th International Forum for Students and Young Researchers – Dnipro, 2017 – С. 69-70.

10. Довженко О.О. Підсилення пошкодженої цегляної кладки вуглеволокном/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, Д.В.Усенко// Тези другої міжнародної конференції «Експлуатація та реконструкція будівель і споруд» – Одеса: ОДАБА, 2017 – С. 37-39.

11. Довженко О.О. Дефекти і пошкодження кам'яної кладки / О.О.Довженко, В.В.Погрібний, Д.В.Усенко // Тези 69-ої наукової конференції професорів,

викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету – Полтава: ПолтНТУ, 2017 – С. 28-30.

12. Погрібний В.В. Вдосконалена методика розрахунку міцності бетонних елементів при місцевому стисненні/ В.В.Погрібний, О.О.Довженко, Кузнєцова І.Г., Усенко Д.В.// Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції, що присвячена 110-річчю зі дня народження Заслуженого діяча науки і техніки України д.т.н., професора Ангелейка В.І., 14-16 листопада 2018 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – С. 143-145.

13. Погрібний В.В. Характер руйнування цегляної кладки при сумісній дії вертикальних і горизонтальних навантажень / Погрібний В.В., Усенко Д.В.// Тези 71-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету – Полтава: ПолтНТУ, 2019 – С. 281-282.

14. Погрібний В.В. Теорія пластичності в розрахунках міцності бетонних і кам'яних елементів при місцевому стисненні/ В.В.Погрібний, О.О.Довженко, Кузнєцова І.Г., Усенко Д.В.// Збірник наукових праць за матеріалами II Міжнародної українсько-азербайджанської конференції «Building innovations – 2019», 23-24 травня 2019 року – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – С. 78-80.

15. Погрібний В.В. Підсилення цегляної кладки при сумісній дії вертикальних і горизонтальних сил/ В.В.Погрібний, О.О.Довженко, Д.В.Усенко// Тези доповідей Ш Міжнародної конференції «Експлуатація та реконструкція будівель і споруд» (26 – 28 вересня 2019, м. Одеса). – Одеса: ОДАБА. – 2019. – С. 61.

16. Усенко Д.В. Підсилення цегляної кладки при сумісній дії вертикальних і горизонтальних сил / Д.В.Усенко, М.С. Малик, В.В.Погрібний, О.О.Довженко // Тези 72-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету – Полтава: НУПП, 2020 – С. 394.

17. Усенко Д.В. Розрахунок цегляних простінків на діагональне зминання-розколювання / Д.В.Усенко, В.В.Погрібний, О.О.Довженко // Тези 72-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету – Полтава: НУПП, 2020 – С. 392.

18. Довженко О.О. Розрахунок підсиленої цегляної кладки при сумісній дії вертикальних і горизонтальних сил/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, Д.В.Усенко //Ефективні технології в будівництві: програма та тези доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції (19 листопада 2020 р., м. Київ). – Київ: Видавництво Ліра-К., 2020. – С. 148-149.

19. Довженко О.О. Нові види бетонів та матеріалів для підсилення цегляної кладки/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, Мальована О.О., Кузнєцова І.Г., Усенко Д.В.// Збірник наукових праць за матеріалами III Міжнародної азербайджансько-української науково практичної конференції «Building innovations – 2020», 1-2 червня 2020 року – Баку-Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2020. – С. 124-126.

20. Усенко Д.В. Результати випробування цегляної кладки на діагональний стиск / Д.В.Усенко, Мехлінзе Кінісо, Погрібний В.В.// Тези 73-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 1. (Полтава, 21 квітня – 13 травня 2021 р.) – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. – С. 145-146.

21. Довженко О.О. Варіаційний метод у розрахунках міцності кам'яної кладки при сумісній дії вертикального і горизонтального навантаження/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, Д.В.Усенко, Махлінза Кінісо// Тези 74-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету – Полтава: НУПП, 2022 – С. 119-120.

22. Solovyov V.V. Composite materials use to brick structures reinforcement / V.V. Solovyov, D.V. Usenko, H. Settou, M. Imhanwa // I International Scientific and Practical Conference "Overcoming environmental risks and threats to the environment in emergency situations - 2022", (May 26-27, 2022, Poltava - Lviv). Poltava: NUPP, 2022. – pp. 72-74.

23. Погрібний В.В. Міцність кам’яної кладки при осьовому стисненні / В.В. Погрібний, О.О. Довженко, Д.В.Усенко // 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. 154.

ANNOTATION

Usenko D.V. Strength of masonry during diagonal splitting – Qualification scientific work on the copyright of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Philosophy Doctor in the field 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 masonry strength under the combined action of vertical and horizontal loads based on the variational method of the plasticity theory and experimental research.

Chapter 1 "Review of the literature on the strength of masonry under the combined action of vertical and horizontal forces" states that seismic influences, as the most dangerous of horizontal loads, lead to characteristic damage in buildings with bearing masonry walls, among which it is necessary highlight inclined and cross-shaped cracks in walls and solid walls. It is emphasized that one of the most vulnerable structures of such buildings in terms of seismic resistance is the partitions, which, according to the results of research, are in conditions that are close to those that occur in the frame when it is skewed: the third stage of deformation of the walls is characterized by a significant reduction in the length of the compressed zone due to expansion contour horizontal cracks at the level of the bridge and is accompanied by the formation of diagonal cracks. Experimental studies of the operation of brick blocks under the combined action of vertical and horizontal loads were carried out by testing masonry elements for skew. In most cases, test samples were tested for a concentrated load applied along their diagonals. The nature of the destruction, determining factors affecting the ultimate load were analyzed: masonry material, strength of stone and mortar, internal and external reinforcement of the masonry, reinforcement with mortar and concrete applications, cross and horizontal reinforced concrete strips, carbon fiber, diagonal metal ties, and others.

In Chapter 2 "Calculation of masonry in the presence of a horizontal load component" the standard calculation of masonry for the combined action of vertical and horizontal load is considered, which consists in the application of: eccentricities due to the action of horizontal loads e_{hi} or e_{hm} when determining the reduction factor strength Φ; increased calculated tensile strength of masonry during bending in a plane parallel to the horizontal seam (on an untied cross-section). A parallel analysis of the existing author's methods, which in most cases are empirical in nature, indicates their imperfection and the need to develop a method for calculating masonry for the joint effect of vertical and horizontal load, which would be based on a general theoretical basis.

In Chapter 3 "Calculation of the strength of masonry with diagonal splitting by the variational method in the theory of plasticity " to determine the bearing capacity of masonry partition, the variational method in the theory of plasticity developed at the National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» is used to calculate structures, resistance materials whose compression and tension are significantly different. Based on the general provisions of the variation method, the specifics of masonry work are taken into account. Based on the analysis of the nature of the destruction of the test samples, kinematic schemes are proposed, which are the basis of the calculation. The obtained dependences for determining the ultimate load of rectangular masonry elements during diagonal splitting under asymmetric loading as a function of the geometric parameters of the failure surface and the ratio of the speeds of movement of hard disks on the kinematic diagram. The strength problem is solved by searching for the minimum of the ultimate load function, and the "Solver" and the program in VBA workspace can be used as alternative calculation tools. The existing normative method of calculating the bearing capacity of the walls of the building under the combined action of vertical and horizontal load has been clarified, while taking into account both characteristics of masonry strength: in compression and tension; dimensions of the element, load areas and their ratio; number, strength characteristics and location of reinforcement.

Chapter 4 "Methodology and analysis of the results of experimental studies" describes the results of the test of masonry post, which confirmed the effect on the

strength of adding 20% Ceresite to the cement-sand solution. The nature of the failure of test samples, which are used to determine the compressive strength of masonry, is analyzed: their failure occurs along an inclined plane or is accompanied by the formation of vertical separation cracks in the middle part of the sample and inclined shear cracks in the supporting areas. The previously obtained solutions of the problems of the strength of the prism when sheared along one plane and along the edges of the sealing wedge by the variational method of the theory of plasticity are in good agreement with the experiments. The formula for determining the strength of a masonry partition with two-way splitting can be used in theoretical calculations of the strength of masonry partition under the combined action of vertical and horizontal (seismic) loads.

In Chapter 5 "Numerical study of the strength function of masonry during diagonal splitting, comparison of theoretical strength with experimental" the nonlinear form of the multi-parameter dependence of the ultimate load of a masonry element during diagonal splitting on its strength characteristics: compressive strength f_d and tensile strength f_t with constant geometric parameters of the sample and the support platform. The isolines of the values on the graph of the dependence of the limit load f_{loc} allow you to operate with variants of the sets of masonry strength characteristics f_d and f_t to solve the problems of ensuring the strength of the masonry. The absolute minimum limit load f_{loc} was analytically and graphically determined, and the corresponding values for the ratio of the speeds of the hard disks on the kinematic diagram k and the angle of inclination of the sealing wedge were obtained γ. The theoretical strength calculated by the proposed method is compared with the experimental one, as well as the failure schemes of experimental samples with a kinematic failure scheme, which is the basis for determining the ultimate load during diagonal splitting by the variational method in the theory of plasticity.

Key words: masonry, strength, diagonal splitting, variational method, theory of plasticity.

THE RESEARCHER LIST OF PUBLICATION WHICH CONTAIN THE MAIN SCIENTIFIC RESULTS OF THIS DISSERTATION

Publications in publications included in international scientometric databases

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)

Personal contribution: The advantages of the variational method in the theory of plasticity were confirmed by comparison with other calculated dependencies.

2. Usenko D. Masonry strengthening under the combined action of vertical and horizontal forces/D. Usenko, O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, and O. Zyma // Proceedings of the 2020 session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, 2020. – pp. 193-199.
https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings_phdsymp_2021.pdf
(Indexed in Scopus)

Personal contribution: On the basis of the analysis of the operation of masonry walls during earthquakes, their kinematically possible destruction scheme, which is the basis for calculating the bearing capacity, is substantiated.

3. Pohribnyi V. Plasticity Theory in Strength Calculations of Concrete Elements Under Local Compression / V. Pohribnyi, O. Dovzhenko, O. Fenko, D. Usenko. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, 2022. – Vol. 181. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_32 (Indexed in Scopus)

Personal contribution: implementation of the variational method in the theory of plasticity in calculations for local compression.

Publications in scientific and specialized publications of Ukraine

4. Dovzhenko O. Work of masonry under the combined action of vertical and horizontal loads: an analysis of experimental studies// O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, D. Usenko, and K. Mahlinza // Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – 2020. – 2(55). – pp. 44-51.
https://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/55_2020/5.pdf

Personal contribution: the results of experimental studies of masonry elements on a skew, as models of the work of walls under the combined action of vertical and horizontal (seismic) forces, were analyzed; factors influencing their strength were investigated.

5. Dovzhenko O. The masonry calculation strength under the vertical and horizontal loads combined action by the variational method in the plasticity theory/ O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, V. Usenko, and D. Usenko, //Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – 2021. – 2(57). – pp. 26-31.

Personal contribution: A solution to the strength problem was obtained under the combined action of vertical and horizontal loads of a rectangular masonry element during diagonal splitting under the condition of asymmetric load application.

6. Pogribnyi V. To determine the strength of masonry under compression / V. Pogribnyi, O. Dovzhenko, D. Usenko // Resource-economic materials, constructions, buildings and structures: Collection of scientific works. – Issue 41. – Rivne: UDUVHP, 2022. – pp. 200-207.

Personal contribution: The results of experimental studies are described. The nature of the destruction of the test samples, which are used to determine the compressive strength of masonry, is analyzed. Obtained solutions of strength problems for typical cases of failure by the variational method.

In other editions

7. Dovzhenko O. Masonry strength under diagonal splitting / O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, D. Usenko / Findings of modern engineering research and developments: Scientific monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2022, – pp. 41-63. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-207-4-3

Personal contribution: Typical damage of buildings with bearing masonry walls in the presence of a horizontal (seismic) load component was analyzed; the nature of the destruction of masonry walls during earthquakes is presented; the problem of the strength of a rectangular masonry element under asymmetric loading is solved.

8. Solovyov V. Restoration of operational suitability of masonry damaged in emergency situations / V. Solovyov, O. Dovzhenko, V. Pogribny, D. Usenko //

Overcoming ecological risks and threats to the environment in emergency situations - 2022: collective monograph Poltava - Lviv: National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», NU "Lviv Polytechnic" - Dnipro: Serednyak T. K., 2022, – pp. 485-496. https://doi.org/10.23939/monograph2022

Personal contribution: The nature of the destruction of test samples and the determining factors of influence were analyzed. A kinematically possible scheme has been developed, which is based on the nature of the destruction obtained in the experiments. The proposed formula for determining the ultimate load. Examples of solving strength problems with different variants of carbon fiber reinforcement are considered.

Abstracts of reports at scientific conferences

9. Usenko D. Resonance during seismic activity and city destruction / D. Usenko, O.O. Dovzhenko, V.V. Strilets // Widening our horizons: The 12-th International Forum for Students and Young Researchers – Dnipro, 2017 – pp. 69-70.

10. Dovzhenko O.O. Reinforcement of damaged masonry with carbon fiber / O.O.Dovzhenko, V.V. Pohribnyi, D.V.Usenko// Abstracts of the second international conference "Operation and reconstruction of buildings and structures" – Odesa: OSACA, 2017 – pp. 37-39.

11. Dovzhenko O.O. Defects and damage of masonry / O.O.Dovzhenko, V.V.Pogribnyi, D.V.Usenko // Abstracts of the 69th scientific conference of professors, teachers, researchers, graduate students and students of the university, Poltava: PoltNTU, 2017 – pp. 28-30.

12. Pohribnyi V.V. Improved method of calculating the strength of concrete elements under local compression/ V.V. Pogribnyi, O.O. Dovzhenko, I.G. Kuznetsova, D.V. Usenko// Problems of reliability and durability of engineering structures and buildings on railway transport: theses of reports 7-th international scientific and technical conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of the Honored

Worker of Science and Technology of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor Angeleyk V.I., November 14-16, 2018. – Kharkiv: UkrSURT, 2018. – pp. 143-145.

13. Pohribnyi V.V. The nature of the destruction of masonry under the combined action of vertical and horizontal loads / V.V.Pogribnyi, D.V.Usenko // Abstracts of the 71st scientific conference of professors, teachers, researchers, graduate students and students of the university - Poltava: PoltNTU, 2019 – pp. 281-282.

14. Pohribnyi V.V. The theory of plasticity in the calculation of the strength of concrete and masonry elements under local compression/ V.V. Pogribny, O.O. Dovzhenko, I.G. Kuznetsova, D.V. Usenko// Collection of scientific works based on the materials of the II International Ukrainian-Azerbaijani of the "Building innovations – 2019" conference, May 23-24, 2019 – Poltava: PoltNTU, 2019. – pp. 78-80.

15. Pohribnyi V.V. Strengthening of masonry under the combined action of vertical and horizontal forces/ V.V. Pogribnyi, O.O. Dovzhenko, D.V. Usenko// Abstracts of reports of the International Conference "Operation and Reconstruction of Buildings and Structures" (September 26 - 28, 2019, Odesa). – Odesa: OSACA. – 2019. – p. 61.

16. Usenko D.V. Reinforcement of masonry under the combined action of vertical and horizontal forces / D.V. Usenko, M.S. Malik, V.V. Pogribnyi, O.O. Dovzhenko // Abstracts of the 72nd scientific conference of professors, teachers, researchers, postgraduate students and students of the university - Poltava: NUPP, 2020 - p. 394.

17. Usenko D.V. Calculation of masonry for diagonal buckling-splitting / D.V. Usenko, V.V. Pogribny, O.O. Dovzhenko // Abstracts of the 72nd Scientific Conference of Professors, Teachers, Research Workers, Graduate Students and Students of the University - Poltava: NUPP, 2020 – p. 392.

18. Dovzhenko O.O. Calculation of reinforced masonry under the simultaneous action of vertical and horizontal forces/ O.O. Dovzhenko, V.V. Pogribnyi, D.V. Usenko //Effective technologies in construction: program and abstracts of reports of the 5th International Scientific and Technical Conference (November 19, 2020, Kyiv). – Kyiv: Lira-K. Publishing House, 2020. – pp. 148-149.

19. Dovzhenko O.O. New types of concrete and materials for strengthening masonry/ O.O. Dovzhenko, V.V. Pogribny, O.O. Malyovana, I.G. Kuznetsova, D.V. Usenko// Collection of scientific papers based on the materials of the III International Azerbaijan- of the Ukrainian scientific and practical conference "Building innovations – 2020", June 1-2, 2020 – Baku-Poltava: National University "Poltava Polytechnic named after Yury Kondratyuk", 2020. – pp. 124-126.

20. Usenko D.V. Results of diagonal compression testing of masonry / D.V. Usenko, Mehlinze Kiniso, V.V. Pogribny// Abstracts of the 73rd scientific conference of professors, teachers, researchers, graduate students and university students. Volume 1. (Poltava, April 21 - May 13, 2021) - Poltava: Yury Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, 2021. – pp. 145-146.

21. Dovzhenko O.O. Variational method in calculating the strength of masonry under the combined action of vertical and horizontal load/ O.O. Dovzhenko, V.V. Pogribny, D.V. Usenko, Makhlinza Kiniso// Abstracts of the 74th scientific conference of professors, teachers, scientists employees, graduate students and students of the university - Poltava: NUPP, 2022 – pp. 119-120.

22. Solovyov V.V. Composite materials use to brick structures reinforcement / V.V. Solovyov, D.V. Usenko, H. Settou, M. Imhanwa // I International Scientific and Practical Conference "Overcoming environmental risks and threats to the environment in emergency situations - 2022", (May 26-27, 2022, Poltava - Lviv). Poltava: NUPP, 2022. – pp. 72-74.

23. Pohribnyi V.V. Strength of masonry under axial compression / V.V. Pogribnyi, O.O. Dovzhenko, D.V. Usenko // Complex composite structures of buildings and structures under martial law (CSCS-2022) // Collection. of science pr. based on the materials of the XIV International Scientific and Technical Conference – Poltava: NUPP named after Yuriy Kondratyuk, 2022. – p. 154.