

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



20-22 листопада 2024 року, м. Харків

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

Харків 2024

Kharkiv 2024

10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниця, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.

The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

- [5] Gul A., Alam B., Khan F. A., Badrashi Y. I., & Shahzada K. (2015) Strengthening and evaluation of reinforced concrete beams for flexure by using external steel reinforcements / *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, April 2015, vol.4 (№4), pp. 260–263. <https://doi.org/10.17950/ijset/v4s4/409>
- [6] Issa C.A., Nasr A. (2006): An experimental study of welded splices of reinforcing bars. *Build Environ.* 41 (10), 1394–1405. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.025>
- [7] Nikolaou G.D., Papadimitriou M. (2004): Mechanical properties of lap-welded reinforcing steel bars used for repairing damaged reinforced concrete structures. *Mater. Struct.* 37, 698–706.
- [8] Caprili, S., Salvatore, W. & Valentini, R. (2021) Micro and macro structural investigations on welded joints of composite truss steel concrete beams. *Advances in Materials Science and Engineering*, Article ID 6183178, 13 pages, DOI: 10.1155/2021/6183178.

УДК 624.07+624.03:699.85

**ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ
МАЛОГАБАРИТНИХ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ ЗАХИСНИХ
СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ МОДУЛЬНОГО ТИПУ**

**ON THE IMPROVEMENT OF STRUCTURAL SOLUTIONS OF SMALL-
DIMENSION QUICK-ERECTION CIVIL DEFENSE STRUCTURES OF THE
MODULAR TYPE**

*докт. техн. наук О.В. Семко¹, канд. техн. наук Т.А. Галінська¹,
доктор філософії Д.М. Овсій¹, О.М. Овсій¹*

*¹Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(м. Полтава)*

*Dr.Sc. (Tech), O. Semko¹, PhD (Tech), T. Galinska¹,
PhD (Tech), D. Ovsii¹, O. Ovsii¹*

¹National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» (Poltava)

На сьогодні в результаті агресії збоку сусідньої держави в Україні виникла необхідність у створенні і улаштуванні малогабаритних швидкосторуджуваних захисних споруд цивільного захисту модульного типу (МШЗСЦЗМТ). Проектування цих споруд ускладнене тим, що на сьогодні діючі нормативні документи ДСТУ 9195:2022 [1], ДБН В.2.2-5:2023 [2] та ДСТУ Б В.2.2-22:2008 [3] подають загальні принципи і вимоги щодо проектування та улаштування захисних споруд укриття і тому не мають чітких взаємних посилянь і вимог щодо проектування МШЗСЦЗМТ, які б розмежовували різні випадки їх застосування за призначенням. В окремих випадках положення норм мають суперечні трактування вимог, в інших – вони їх занадто підвищують, так як вони є узагальненими для всіх видів укриття, а окремі положення зовсім трактуються загальними фразами, особливо відносно конструктивних рішень модулів, їх стиків між собою, вузлів з'єднання їх елементів.

Для удосконалення методики проектування МШЗСЦЗМТ необхідно спочатку встановити їх чітку класифікацію залежно від призначення, а потім відповідно до умов їх експлуатації і вимог щодо забезпечення ними ступеня

захисту здійснювати їх проектування. Пропонується наступна класифікація МШЗСЦЗМТ залежно від призначення, місця розташування і ступеня їх захисту:

а) за призначенням:

- для розміщення осіб, що підлягають укриттю: тимчасове розміщення осіб терміном до 1...2 годин; тимчасове розміщення осіб терміном від 2 годин до доби; постійне розміщення осіб терміном від доби до невизначеного часу;
- для розташування спеціального обладнання та інженерно-технічних систем;
- для постійного розміщення осіб та розташування обладнання;

б) за місцем розташування:

- окремо розташовані: на відкритій місцевості; в міській забудові; наземні; підземні з підземним сполученням; підземні без підземного сполучення;
- прибудовані: підземні; наземні;
- вбудовані: підземні; наземні;

в) за положенням відносно поверхні землі:

- наземні: окремо стоячі без або з захисними стінками у вигляді кладки із блоків, габіонів, контрфорсів, контрбанкетів (додаткова присипка до стін на величину від 1/3 до 2/3 їх висоти із щебня з піском чи ґрунту), тощо;
- напівзаглиблені: з частковою присипкою або повним засипанням шаром із щебня з піском чи ґрунту; без обсіпання додатковим шаром;
- заглиблені: верхній рівень покриття споруди розташований нижче рівня поверхні землі;

г) за ступенем впливу зовнішніх небезпечних чинників побічної дії:

- надмірного тиску від вибухової і повітряної ударної хвилі на фронті величиною не менше ніж $p=100$ кПа ($\Delta P_f=100$ кПа (1 кгс/см²) [1, 2]);
- місцевої і загальної дії уламків і звичайних засобів ураження (стрілецької зброї, уламків ручних гранат, артилерійських боєприпасів та авіаційних бомб);
- високих температур та продуктів горіння при пожежі;
- дії отруйних речовин, радіоактивних речовин і бактеріальних засобів;
- додаткового навантаження динамічного і ударного характеру при розташуванні в зоні потенційно можливого обвалення будівель і споруд.

В результаті аналізу МШЗСЦЗМТ із збірних залізобетонних елементів, які на сьогодні пропонують споруджувати в Україні підприємства для виготовленню збірних залізобетонних виробів, були виявлені ряд конструктивних рішень, які впливають на їх несучу здатність і відповідно безпеку осіб, що в них укриваються, а саме:

- майже в усіх МШЗСЦЗМТ зовнішні стіни мають прямокутну чи квадратну у плані форму з вертикальними стінами, що призводить до збільшення величини надмірного тиску від фронту вибухової ударної хвилі на їх поверхні у 1,15...2,3 рази (особливо значний вплив надмірного тиску здійснюється на вертикальні стіни наземних укриттів, що окремо розташовані), див. порівняльну таблицю коефіцієнтів лобового тиску на рис. 4-24 і рис. 4D-4 в додатку D роботи [4];
- у більшості споруд стикування конструктивних елементів: елементів стін з нижньою опорною плитою; стінових елементів між собою; верхніх плитних

елементів з вертикальними елементами стін здійснюється відкритими стиками за допомогою ззовні відкритих вузлів з'єднання, які встановлені вільно конструктивно вздовж граней стикування (від 2-ох до 5...6-ти вузлів по довжині граней стикування). При прикладенні зовнішніх динамічних навантажень елементи вузлів стикування сприймають значні зусилля зсуву і відриву, що призводить до появи значної концентрації напружень у зварних швах між їх з'єднувальними елементами, а потім руйнування зварних швів, деформування з'єднувальних накладок із листового прокату та відриву і зміщення закладних деталей, руйнування і випадення захисного шару бетону у місцях їх встановлення;

- в окремих спорудах стикування елементів по довжині здійснюється за допомогою закритого стику з однобічним виступом, але недоліком є те, що однобічний виступ улаштований не симетрично відносно центру мас споруди, а послідовно, що може при дії навантажень вибухового динамічного характеру призвести до одностороннього зсуву елементів в один бік по горизонталі.

Для підвищення несучої здатності і надійності МШЗСЦЗМТ необхідно застосувати в практику їх проектування і виготовлення ряд заходів, які рекомендуються в роботах [5-11] для улаштування залізобетонних споруд (укриттів) із збірних залізобетонних елементів та вузлів їх з'єднання, а саме:

- улаштування споруди круглої, овальної, гранчастої чи комбінованої у плані форми з покриттями конічного (пірамідального, шатрового) чи круглого (купольного) типу з зовнішніми боковими захисними вертикальними елементами у вигляді пористих стінок із залізобетону чи сталезалізобетону, габіонів, підкосів (контрфорсів), підсіпок (контрбанкерів) і ін.;

- зменшення стиків між елементами споруди за рахунок улаштування Г-подібних, U-подібних, П-подібних, сферичних чи об'ємних збірних залізобетонних конструктивних елементів;

- улаштування закритих стиків по довжині стикування між збірними елементами з однобічними чи двобічними поздовжніми виступами чи штробами;

- улаштування закритих вузлів з'єднання у вигляді ніш чи вставок з визначеним кроком вздовж площини стикування, величина якого залежить від їх несучої здатності;

- улаштування в збірних елементах стін і покриття по контуру додаткових ребер жорсткості у вигляді виступів, які дозволять збільшити загальну жорсткість споруди у поперечному і поздовжньому напрямках та улаштувати в них додаткові закладні елементи з отворами для встановлення в них внутрішніх анкерних чи болтових з'єднань для закріплення елементів між собою;

- улаштування поперечного армування із хрестоподібних похилих (під кутом 45°) арматурних стержнів, симетрично встановлених у протилежних напрямках, та додаткових поздовжніх анкерів у поздовжньому напрямку споруди, які встановити у попередньо улаштовані отвори у збірних залізобетонних елементах споруди та ін.

- [1] ДСТУ 9195:2022 Швидкоспоруджувані захисні споруди цивільного захисту модульного типу. Основні положення.- Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 06 грудня 2022 р. № 237, чинні з 01.03.2023 р.– К., ДП «УкрНДНЦ», 2023.– 15 с.
- [2] ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту.– Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10 серпня 2023 року № 702, чинний з 01.11.2023. – К.: Мінрегіонрозвитку України, 2023.- 131 с.
- [3] ДСТУ Б В.2.2-22:2008 Будинки і споруди. Будівлі мобільні (інвентарні). Загальні технічні умови.- Затв. наказом Мінрегіонбуду України від 25.12.2008 № 646, чинний з 01.01.2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.- 26 с.
- [4] Baker W. E., J. J. Kulesz, R. E. Ricker, R. L. Bessey, P. S. Westine, v. b. Parr, and g. a. Oldham. 1977. Workbook for Predicting Pressure Wave and Fragmentation Effects of Exploding Propellant Tanks and Gas Storage Vessels, NASA CR-134906, NASA Lewis Research Center.
- [5] Twisdale, Lawrence A., Jr.; Frank, Robert A.; Lavelle, Francis M. Airmobile Shelter Analysis. Volume 2.-Applied Research Associates Inc Raleighnc.- Final rept. 1 Jun 1991-1 Nov 1992.- 328 p. https://www.researchgate.net/publication/235112874_Airmobile_Shelter_Analysis_Volume_2
- [6] FIB, Bond of reinforcement in concrete, fib bulletin, Fédération Internationale du Béton - fib Bulletin, Vol.°10; state-of-art report prepared by Task Group Bond models, 427 p., Lausanne, Switzerland, 2000.
- [7] FIB, Structural connections for precast concrete buildings. Guide to good practice, Fédération Internationale du Béton, fib bulletin, Vol. 43, 370 p., Lausanne, Switzerland, 2008.
- [8] FIB, Bond and anchorage of embedded reinforcement: Background to the fib Model Code for Concrete Structures 2010, Fédération Internationale du Béton, fib bulletin, Vol. 72, 161 p., Lausanne, Switzerland, 2014.
- [9] FIB, Advances on bond in concrete, Fédération Internationale du Béton, fib bulletin, Vol. 106, 316 p., Lausanne, Switzerland, 2022.
- [10] TM 5-1300: Structures to resist the effect of accidental explosions, U. S. Army Corps of Engineers: Washington, D.C., 1990, (Navy NAVFAC P-397 or Air Force AFR 88-22).
- [11] Dusenberry D., Handbook for Blast-Resistant Design of Buildings, 486 p., John Wiley & Sons, INC. New Jersey, USA, 2010.

УДК 625.014.2

ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ МОДЕЛЕЙ (ВИПАДКІВ) КОРОЗИЙНОГО УШКОДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

FORMATION OF GENERALIZED MODELS (CASES) OF CORROSION DAMAGE TO THE CROSS-SECTION OF STEEL ELEMENTS OF BUILDING STRUCTURES

канд. техн. наук Т.А. Галінська¹, доктор філософії Д.М. Овсій¹, О.М. Овсій¹
¹Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
(м. Полтава)

PhD (Tech), T.A. Galinska¹, PhD (Tech), D. Ovsii¹, O. Ovsii¹
¹ National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» (Poltava)

Корозійне руйнування металу має значний вплив на довготривалу експлуатацію сталевих конструкцій. В п.7.2.3 діючих на сьогодні нормах ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [1] корозійне пошкодження поперечних перерізів сталевих елементів враховується тільки, як рівномірне за периметром, що у більшості випадків відрізняється від реального їх стану. Відсутність методики оцінки