

УДК 355.02

<https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-2-7-13>

Я.П. Безуглий
Ю.А. Отрош
Р.І. Майборода
Н.В. Рашкевич

БУДІВНИЦТВО ДРІБНИХ ЗАХИСНИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД – ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БЛІНДАЖІВ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ ЗАВОДСЬКОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

Мета. Навести конструкцію бліндажу, виготовленого в заводських умовах, для подальшого впровадження в систему забезпечення надійного захисту бійців в бойових умовах з урахуванням швидкого монтажу та простоти використання на передовій.

Методи. Аналіз та синтез, узагальнення, теорія ймовірності, теорія прийняття рішень.

Результати. На основі аналізу закордонного досвіду будівництва фортифікаційних споруд наведена конструкція бліндажу циліндричної форми з залізобетону, що направлена на зменшення часу їх розгортання, підвищення мобільності та міцності, простоти виготовлення, можливості багаторазового використання в різних місцях проведення бойових дій.

Наукова новизна. Конструкція бліндажу являє собою залізобетонну трубу (бочку, контейнер, бункер) діаметром 2,5÷3,0 м, довжиною 4,0÷6,0 м та товщиною стінки 150÷200 мм з поперечними стінками в її кінцях, котрі утримують броньовані двері. В порожнині труби монтується металевий каркас для кріплення полиць для відпочинку, який можна повертати в трубі та фіксувати у відповідне положення, використовуючи розпірні гвинти. Подібним шляхом повертаються та фіксуються круглі броньовані двері в поперечних стінках, навколо яких передбачені 6÷8 отворів діаметром 120-150 мм для вентиляції, освітлення та спостереження. Подальшим напрямком дослідження є формування розрахункових сполучень зусиль для вирішення задач динаміки в часі, а саме групи D1 - розрахунок на аварійне навантаження, вибух, удар, відмову елементів при розрахунку на прогресуюче обвалення за допомогою програмного забезпечення ЛПА-САПР.

Практична значимість. Впровадження результатів розробок в систему забезпечення надійного захисту бійців в бойових умовах дозволить мінімізувати втрати серед військових за рахунок використання залізобетонних споруд циліндричної форми, виготовлених в заводських умовах.

Ключові слова: фортифікаційна споруда, міцність, потужність, швидкість, монтаж, циліндрична форма, скочування (зіштовхування), орієнтування, фіксація, каркас.

Вступ.

На сьогодні у світі гостро стоїть завдання більш швидкого, надійного та безпечного будівництва фортифікаційних споруд шляхом впровадження практики виготовлення їх в заводських умовах, транспортування, легкого та швидкого монтажу в умовах бойових дій. Використання міцних бетонів, потужної автотранспортної техніки, швидкої технології монтажу споруд в бойових умовах є актуальним напрямом вирішення існуючого завдання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Основним будівельним матеріалом для влаштування бліндажів, фортифікаційних споруд на передовій сьогодні, як і понад 70 років тому, використовуються переважно місцеві матеріали (круглий ліс, хмиз, камінь тощо),

інколи елементи й конструкції промислового виготовлення зі сталі, залізобетону. Процес будівництва їх потребує витрат часу та праці військових, часто в небезпечних умовах [1].

Після Другої світової війни удосконалювання фортифікаційних споруд було направлено, насамперед, на скорочення часу їх зведення, зменшення маси конструкцій та підвищення захисних властивостей. Зміна характеру бойових дій викликана появою ядерної зброї, потребує корінного перегляду засобів та способів фортифікаційного обладнання позицій і районів розташування військ. Різке скорочення термінів, що відводять на фортифікаційне обладнання, поставило вимогу створення фортифікаційних споруд, що дозволяють механізоване зведення й індустріальне виготовлення конструкцій [2, 3].

Наукові дослідження багатьох вчених присвячені питанням вивчення фортифікаційних споруд, зокрема: розглянута актуальність сучасних засобів фортифікації та формулювання нових орієнтирів просторово-містобудівних рішень для спеціальних оборонних споруд, правоохоронної та пенітенціарної систем, охорони кордону [4]; обговорені та порівняні різні типи композитних матеріалів з потенційним застосуванням у балістичному захисті статичних об'єктів, такі як: бетони з армуванням або без нього, металеві коробки з внутрішнім зазором заповненим різними матеріалами, кераміко-металевий композитний щит [5]; описано використання методів ультразвукового контролю для дослідження плит з цементних матеріалів (неармованого бетону, сталеві фібробетону та високоефективного фібробетону) з метою виявлення тріщин в плитах до і після вибуху [6]; проведені

польові експерименти та математичне моделювання поведінки діючих структур до дії вибухової хвилі [7]; розглянуто призначення фортифікаційних споруд, пошук комбінації відповідних методів неруйнівної технології (NDT), які б використовувалися в майбутньому, визначення залишкової міцності конструкції [8]; можливість тимчасового укриття цивільного населення, яке укривається, до проведення евакуаційних заходів із зони ураження [9, 10].

В останні роки для фортифікаційного обладнання місцевості в Збройних силах (ЗС) провідних зарубіжних країн як основні засоби замість мішків з піском, що широко застосовувалися раніше, використовуються засипні каркаси промислового виготовлення (рис. 1–4).

Дані споруди встановлюються на ґрунті, а їх висота регулюється в залежності від поставлених завдань.



Рис. 1. Варіанти пірамідальних конструкцій стін.

Заглиблювані споруди промислового типу із застосуванням бетонних конструкцій не набули широкого поширення у ЗС іноземних держав.

На озброєнні ЗС США, більшості країн НАТО, а також у військових формуваннях ООН, знаходяться комплекти «Концертейнер» (Concertainer), призначені для будівництва фортифікаційних споруд фірми «Хеско» (Великобританія).

Вироби запатентовані як багатосекційні захисні загородження. Дане виробництво розпочалося в 1991 році. Ця продукція застосовувалася в військових конфліктах на територіях Афганістану,

Іраку, Боснії, Косово, Ємені, Шрі-Ланці, Йорданії, ОАЕ та Туреччині.

Комплекти Concertainer призначені для будівництва наступних фортифікаційних споруд: периметрова огорожа польових таборів; захист обладнання та боеприпасів; укриття для особового складу, техніки та майна; наглядові пункти; вогневі точки; контрольно-пропускні пункти на магістралях та на кордоні; контроль проїжджої частини; споруди побутового призначення; тимчасові приміщення для польових медичних пунктів.

Оптимальний наповнювач для конструкції є суміш піску з гравієм, що

забезпечує захист та зручність обслуговування.



Рис. 2. Встановлення комплекту «Концептейнер» (Concertainer) на задалегідь підготовленому місці.



Рис. 3. Зовнішній вигляд та інтер'єр укриття НАВ.



Рис. 4. Система швидкого встановлення RAID (Rapid in-theatre Deployment).

З метою скорочення часу зведення протяжних загороджень використовується система швидкої установки RAID (Rapid in-theatre Deployment).

З огляду фортифікаційних споруд закордонних держав видно, що основним шляхом захисту військових є комплекти «Концертейнер» (Concertainer), що призначені для будівництва фортифікаційних споруд фірми «Хеско» у вигляді багатосекційних загороджень наповнених переважно піском з гравієм та можливістю швидкого встановлення системою RAID.

Недоліком закордонної конструкції є час, який втрачається на зведення, наявність спеціалізованої техніки для наповнення комплектів «Концертейнер» (Concertainer) відповідним наповнювачем та його наявність на передовій.

Огляд наукових досліджень дозволив визначити подальші потреби пошуку та впровадження ефективних засобів захисту військових на передовій.

Так, використання залізобетону для зведення подібних споруд успішно практикується в монолітному варіанті при відносно спокійних умовах їх заводського виготовлення.

Міцність залізобетону та потужність транспорту на теперішній час забезпечують можливість оперативної доставки дрібних важких споруд від місця виготовлення до місць влаштування.

Впровадження в практику використання на передовій бліндажів,

виготовлених на заводах залізобетонних конструкцій, є прогресивним та надійним варіантом захисту бійців, а економічна ефективність забезпечується стандартизованими умовами виготовлення, транспортування, монтажу та можливість демонтажу, переміщення за необхідністю в інші місця.

Мета статті (постановка завдання).

Навести конструкцію бліндажу, виготовленого в заводських умовах, для подальшого впровадження в систему забезпечення надійного захисту бійців в бойових умовах з урахуванням швидкого монтажу та простоти використання на передовій.

Методи дослідження.

У ході досліджень комплексно використовувались методи аналізу та синтезу, узагальнення, теорії ймовірностей, теорії прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу.

Аналіз руйнування конструкцій вибуховою хвилею показує, що найбільш надійною поверхнею, що протистоїть вибуховій хвилі є циліндрична, яка розклинає її. При цьому, тіло циліндричної конструкції під дією цієї хвилі працює на стиск, з яким, краще ніж інші матеріали, впорається саме бетон.

Конструкція бліндажу (рис. 5) являє собою залізобетонну трубу (бочку, контейнер, бункер) діаметром $2,5 \div 3,0$ м,

довжиною 4,0÷6,0 м та товщиною стінки 150÷200 мм з поперечними стінками в її краях, котрі утримують броньовані двері. В порожнині труби монтується металевий каркас для кріплення полиць для

відпочинку, який можна повертати в трубі та фіксувати у відповідне положення, використовуючи розпірні гвинти.

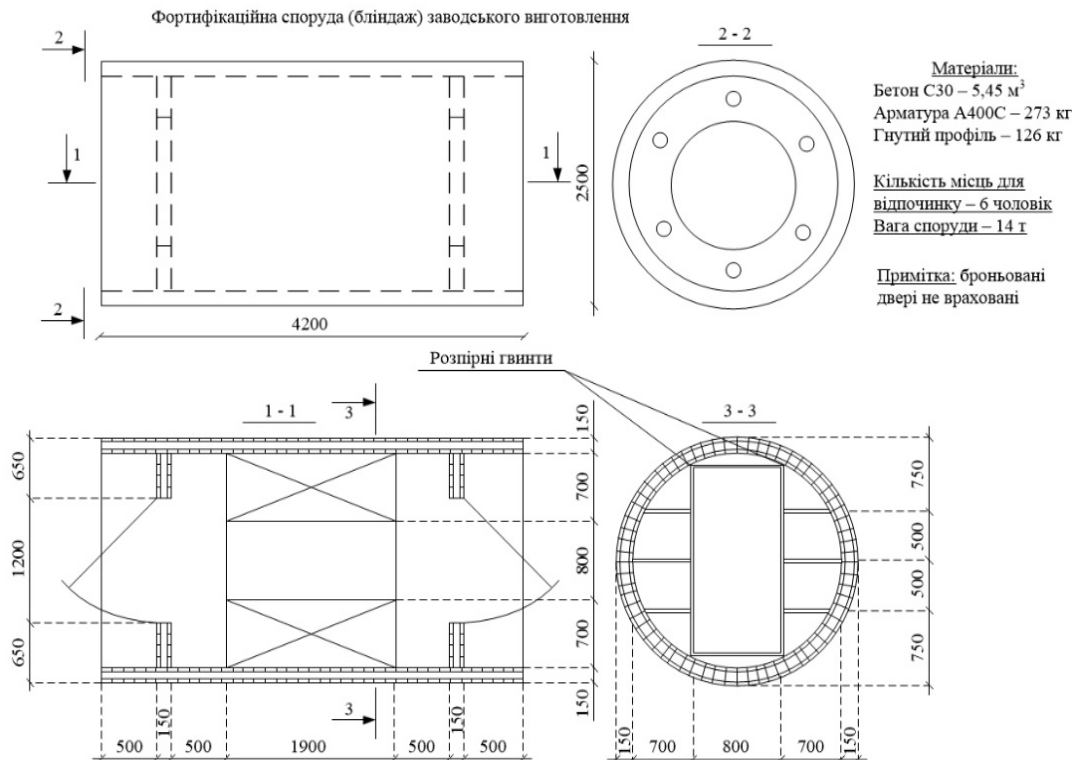


Рис. 5. Конструкція бліндажу заводського виготовлення.

Подібним шляхом повертаються та фіксуються круглі броньовані двері в поперечних стінках, навколо яких передбачені 6÷8 отворів діаметром 120-150 мм для вентиляції, освітлення та спостереження. Внутрішнє обладнання порожнини бліндажу передбачається в залежності від його габаритів та призначення.

Виготовлення такого бліндажу доступне майже кожному заводу залізобетонних виробів, який має спеціальну технологію.

Транспортування готового бліндажу вагою 15–25 тон здійснюється за допомогою трейлера до заздалегідь підготовленого місця його монтажу.

Розвантаження споруди виконується шляхом зштовхування (скочування) її з платформи трейлера на землю за допомогою військової машини, спроможної штовхнути або тягнути тросом. В бойових умовах бліндаж уже може бути використаним навіть

на платформі. При необхідності, споруду можливо заглибити в землю шляхом зштовхування її в підготовлену траншею.

Внутрішнє облаштування виконують після повороту каркасу та дверей в необхідне положення та фіксації їх на залізобетонній оболонці. Для підтримання необхідної температури слід використовувати піч на твердому паливі з випуском газів в отвір біля дверей, додатково встановлюється мийка, тумбочки, вішалка, шафа.

До переваг влаштування споруд циліндричної форми заводського виготовлення слід віднести:

- оперативне влаштування укріплених позицій для бійців;
- швидкий монтаж бліндажу без використання кранового обладнання;
- підвищення міцності споруди до дії вибухової хвилі шляхом надання їй циліндричної форми;

– виготовлення готового до використання бліндажу в заводських умовах;

– маневреність – демонтаж за допомогою підйомного крану та перевезення в інше місце.

Перспективним напрямком даного дослідження є формування розрахункових сполучень зусиль для вирішення задач динаміки в часі, а саме групи D1 - розрахунок на аварійне навантаження, вибух, удар, відмову елементів при розрахунку на прогресуюче обвалення за допомогою програмного забезпечення ЛПА-САПР [11–13].

Висновки.

Виготовлення фортифікаційних споруд циліндричної форми з використання бетону дозволить мінімізувати втрати серед військових за рахунок зменшення часу на їх розгортання, підвищення мобільності та міцності споруди, простоти виготовлення, можливості багаторазового їх використання в різних місцях проведення бойових дій.

Список літератури

1. Розпорядж. КМУ від 14.05.2015 р. № 439-р : станом на 19 трав. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/439-2015-r#Text> (дата звернення: 23.07.2022).
2. *Військові фортифікаційні споруди*: підручник / С.І. Дяков, О.Л. Колос, А.А. Верстівський та ін. Львів : НАСВ, 2018. 318 с.
3. Пірко В.О. *Оборонні споруди*. Український культурологічний центр. Донецьке відділення НТШ, Східний видавничий дім - Донецьк, 2007. 176 с.
4. Mykhalchenko S., Tovbych V. Prospects for Modern Fortification. URL: https://www.researchgate.net/publication/353469403_PROSPECTS_OF_MODERN_FORTIFICATION
5. Rolc S. et al. Research of prospective materials for military protective structures. *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2015. Т. 796. С. 35–42.
6. Štoller J., Zezulová E., Foglar M. Non-Destructive Examination of Cement Based Materials before and after Explosion Tests. *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2015, 796. p. 125–136.
7. Zezulová E., Kroupa L. *On Diagnostics of Military Fortification Construction*. Challenges to national defence in contemporary geopolitical situation. 2020. p. 184.
8. Eva Z. et al. Ndt methods suitable for evaluation the condition of military fortification construction in the field. *Applied Sciences*. 2020, 10 (22), p.161.
9. Майборода Р.І., Отрош Ю.А., Ромін А.В. *Проблемні питання захисту цивільного населення від небезпечних чинників артилерійського та ракетного вогню під час воєнних (бойових) дій*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations». Харків: Національний університет цивільного захисту України, 19 травня 2022: URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15422> (дата звернення: 28.08.2022).
10. Maiboroda R., Otrosh Y., Rashkevich N., E. Shcholokov. *Ensuring the protection of the civilian population against the dangerous factors of artillery and rocket fires during combat actions*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Eurasian Scientific Discussions», 1-3.08.2022 р. Барселона, Іспанія. С. 49–53.
11. Барабаш М.С., Гензерський Ю.В., Покотило Я.В. Методи мінімізації ймовірності прогресуючого руйнування висотної будівлі при дії сейсмічних навантажень. *Нові технології в будівництві*. 2011. №. 1. С. 17–22.
12. Васильченко О.В., Савченко О.В., Отрош Ю.А., Стельмах О.А. *Забезпечення інженерного захисту території, будівель і споруд в умовах надзвичайних ситуацій*: практикум. 2019. 220 с.
13. Белятинський А.О., Лисницька К.М., Барабаш М.С., Першаков В.М. *Проблеми протидії конструкції прогресуючому обваленню будівель та споруд*: монографія. Київ, 2015. 456 с.

References

1. Rozporiadzh. KМУ vid 14.05.2015 r. № 439-r : stanom na 19 trav. 2021 r. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/439-2015-r#Text>.
2. *Viiskovi fortyfikatsiini sporudy: pidruchnyk* / S.I. Diakov, O.L. Kolos, A.A. Verstivskiyi ta in. Lviv: NASV, 2018. 318 s.
3. Pirko V.O. *Oboronni sporudy*. Ukrainskiy kulturlohichnyi tsentr. Donetsk viddilennia NTSh, Skhidnyi vydavnychiy dim - Donetsk, 2007. 176 s.
4. Mykhalchenko S., Tovbych V. Prospects for Modern Fortification. URL: https://www.researchgate.net/publication/353469403_PROSPECTS_OF_MODERN_FORTIFICATION
5. Rolc, S. et al. (2015). Research of prospective materials for military protective structures. *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 796, 35–42.
6. Štoller, J., Zezulová, E., Foglar, M. (2015). Non-Destructive Examination of Cement Based Materials before and after Explosion Tests. *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 796, 125–136.
7. Zezulová, E., Kroupa, L. (2020). *On Diagnostics of Military Fortification Construction*. Challenges to national defence in contemporary geopolitical situation, p. 184.
8. Eva, Z. et al. (2020). Ndt methods suitable for evaluation the condition of military fortification construction in the field. *Applied Sciences*, 10 (22) 8161.
9. Maiboroda R.I., Otrosh Yu.A., Romin A.V. *Problemnii pyttannia zakhystu tsyvilnoho naseleattia vid nebezpechnykh chynnykiv artyleriiskoho ta raketnoho vohniu pid chas voiennykh (boiovykh) dii*: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii

- «Problems of Emergency Situations». Kharkiv: Natsionalnyi universytet tsyvilnoho zakhystu Ukrainy, 19 travnia 2022, <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15422>
10. Maiboroda, R., Otrosh, Y., Rashkevich, N., Shchokolov, E. (2022). *Ensuring the protection of the civilian population against the dangerous factors of artillery and rocket fires during combat actions: materialy VII Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Eurasian Scientific Discussions», Barselona, Ispaniya, 49–53.*
 11. Barabash M.S., Henzerskyi Yu.V., Pokotylo Ya.V. Metody minimizatsii ymovirnosti prohresuiuchoho ruinovannia vysotnoi budivli pry dii seismichnykh navantazhen. *Novi tekhnologii v budivnytstvi*. 2011. №. 1. S. 17–22.
 12. Vasylichenko O.V., Savchenko O.V., Otrosh Yu.A., Stelmakh O.A. *Zabezpechennia inzhenernoho zakhystu terytorii, budivel i sporud v umovakh nadzvychainykh sytuatsii: praktykum*. 2019. 220 s.
 13. Bieliatynskyi A.O., Lysnytska K.M., Barabash M.S., Pershakov V.M. *Problemy protydii konstrukttsii prohresuiuchomu obvalenniu budivel ta sporud: monohrafiia*. Kyiv, 2015. 456 s.

Надійшла до редакції 03.10.2022

Рецензент д-р. техн. наук, проф. Роман ШЕВЧЕНКО

Безуглий Яків Павлович – Остерський фаховий коледж будівництва та дизайну, (вул. Незалежності, 19, м. Остер, Чернігівська область, Україна, 17044).

E-mail: otrosh@nuczu.edu.ua

Отрош Юрій Анатолійович – доктор технічних наук, професор, начальник кафедри, Національний університет цивільного захисту України, (вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023).

E-mail: otrosh@nuczu.edu.ua

Майборода Роман Ігорович – викладач, Національний університет цивільного захисту України, (вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023).

E-mail: maiboroda.roman@ukr.net

Рашкевич Ніна Владиславна – PhD, викладач, Національний університет цивільного захисту України, (вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023).

E-mail: nine291085@gmail.com

CONSTRUCTION OF SMALL PROTECTIVE FORTIFICATION STRUCTURES - FACTORY-PRODUCED CYLINDRICAL REINFORCED CONCRETE DUGOUTS

Purpose. Design a dugout made in factory conditions for further implementation in the system of ensuring reliable protection of soldiers in combat conditions, taking into account quick installation and ease of use on the front line.

Methods. Analysis and synthesis, generalisation, theory of probability, theory of decision-making.

Results. Based on the analysis of foreign experience in the construction of fortifications, the construction of a cylindrical dugout made of reinforced concrete is presented, aimed at reducing the time of their deployment, increasing mobility and strength, ease of manufacture, and the possibility of multiple use in various places of hostilities.

Scientific novelty. The structure of the dugout is a reinforced concrete pipe (barrel, container, bunker) with a diameter of 2.5÷3.0 m, a length of 4.0÷6.0 m and a wall thickness of 150÷200 mm with transverse walls at its edges that hold armoured doors. In the cavity of the pipe, a metal frame for fastening the shelves for rest is mounted, which can be turned in the pipe and fixed in the appropriate position using spacer screws. In a similar way, round armoured doors are turned and fixed in the transverse walls, around which 6÷8 holes with a diameter of 120-150 mm are provided for ventilation, lighting and observation. The further direction of the research is the formation of calculated combinations of forces for solving problems of dynamics in time, namely group D1 - calculation for emergency load, explosion, impact, failure of elements when calculating for progressive collapse with the help of LIRA-SAPR software.

Practical significance. Implementation of the development results into the system of ensuring reliable protection of soldiers in combat conditions will allow to minimise losses among the military due to the use of reinforced concrete structures of cylindrical shape, manufactured in factory conditions.

Keywords: fortification construction, strength, power, speed, installation, cylindrical shape, rolling (pushing), orientation, fixation, frame.

Yakov Bezugliy – Oster College of Construction and Design (19 Nezalezhnosti Str., Oster, Chernihiv Region, Ukraine, 17044).

E-mail: otrosh@nuczu.edu.ua

Yurii Otrosh – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Fire Prevention in Settlements, National University of Civil Defence of Ukraine, (94 Chernyshevska Str., Kharkiv, Ukraine, 61023).

E-mail: otrosh@nuczu.edu.ua

Roman Maiboroda – teacher, National University of Civil Defence of Ukraine, (94 Chernyshevska Str., Kharkiv, Ukraine, 61023).

E-mail: maiboroda.roman@ukr.net

Nina Rashkevich – PhD, teacher, National University of Civil Defence of Ukraine, (94 Chernyshevska Str., Kharkiv, Ukraine, 61023).

E-mail: nine291085@gmail.com