

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ВІСТІ

ДОНЕЦЬКОГО ГІРНИЧОГО ІНСТИТУТУ

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Виходить 2 рази на рік

Заснований у липні 1995 року

2 (51)' 2022

В журналі публікуються наукові статті за результатами досліджень і розробок в галузі технічних наук. Журнал розрахований на наукових співробітників, інженерно-технічних робітників підприємств, проектних організацій, навчальних та науково-дослідних інститутів, докторантів та аспірантів.

Засновник та видавець – Донецький національний технічний університет

Головний редактор: С.В. Подкопаєв, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна).

Заступник головного редактора: Д.А. Чепіга, канд. техн. наук (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна)

Відповідальний секретар: О.О. Ісаєнков, канд. техн. наук доцент, (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна).

Англомовний редактор: М.М. Кабанець, д-р. пед. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна).

Міжнародна редакційна колегія: R. M. Bhattacharjee, Professor (Indian Institute of Technology, Dhanbad Jharkhand, India); Nestor Oszczypko, Professor, Dr of Sciences (Institute of Geological Sciences Jagellonian University, Krakow, Poland); Józef Parchański, Prof. Dr.-Ing., Dr.h.c. (Politechnika Śląska, Gliwice, Poland); Andrzej Solecki, Professor, Dr of Sciences (Institute of Geological Sciences Wrocław University, Wrocław, Poland); Upendra Kumar Singh, Professor (Indian Institute of Technology, Dhanbad Jharkhand, India).

Національна редакційна колегія: О.В. Агафонов, д-р техн. наук, с.н.с. (ПрАТ «Донецьксталь», м. Покровськ, Україна); С.М. Александров, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); В.І. Альохін, д-р геолог. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); Б.В. Болібрех, д-р техн. наук, проф. (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна); І.М. Бубняк, канд. геол. наук, доц. (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна); О.В. Вовна, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); С.М. Гапєєв, д-р техн. наук., доц. (НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна); В.А. Глива, д-р техн. наук, проф. (Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна); В.Б. Гого, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); І.О. Єфремов, д-р техн. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); І.В. Іорданов, канд. техн. наук (ТОВ «ТЕТЗ-Інвест», м. Київ, Україна); О.Е. Кіпко, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); В.К. Костенко д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); О.С. Кружилко, д-р техн. наук, с.н.с. (ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м.Маріуполь, Україна); В.В. Левіт, д-р техн. наук, проф. (ПрАТ «Донецьксталь», м. Покровськ, Україна); Я.О. Ляшок, д-р економ. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); А.В. Мерзлікін, канд. техн. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); С.П. Мінеєв, д-р техн. наук, проф. (Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, м. Дніпро, Україна); С.Г. Негрій, канд. техн. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); Т.О. Негрій, канд. техн. наук, доц. (ДВНЗ «Київський національний університет будівництва і архітектури», м. Київ, Україна); І.О. Садовенко, д-р техн. наук, проф. (НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна); І.Г. Сахно, д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); Н.Ю. Ляшок, канд. ек. наук, доц. (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна); С.В. Сукач, д-р техн. наук, доц. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна); О.М. Шашенко, д-р техн. наук, проф. (НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна); С.І. Чеберячко, д-р техн. наук, проф. (НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна).

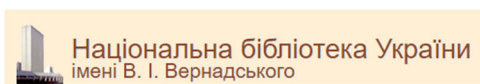
Технічні редактори: А.В. Петренко, М.О. Григорєць (ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна).

Журнал «Вісті Донецького гірничого інституту» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (технічні науки)», затвердженого рішенням Атестаційної колегії МОН України щодо діяльності спеціалізованих вчених рад, наказ №374 від 13 березня 2017 р.

Журнал «Вісті Донецького гірничого інституту» внесено до категорії “Б” “Переліку наукових фахових видань України”, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за спеціальностями 184–“Гірництво” та 263–“Цивільна безпека” (рішення Атестаційної колегії МОН України щодо діяльності спеціалізованих вчених рад, наказ №975 від 11 липня 2019 р. Діє з 11.07.2019 р.)

Журнал зареєстрований в Державному комітеті інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво: серія КВ, №7378 від 03.06.2003.

Електронна версія журналу зберігається у [Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського](#), внесено до [Національного репозитарію академічних текстів](#). Журнал індексується у загальнодержавній базі даних «Україніка наукова», а також у міжнародних наукометричних базах даних: [Index Copernicus](#), [Citefactor](#), [International Society for Research Activity \(ISRA\) Journal Impact Factor \(JIF\)](#), [International Accreditation and Research Council \(IARC\)](#), [Root Society for Indexing and Impact Factor, Service \(Rootindexing\)](#), [General Impact Factor \(GIF\)](#), [Academic Resource Index \(ResearchBib\)](#).



**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STATE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION
“DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY”**

**JOURNAL
OF DONETSK MINING INSTITUTE**

Ukrainian scientific and technical journal

Published 2 issues per year

Founded in July, 1995

2 (51)' 2022

Lutsk-2022

The journal publishes research papers on the results of research and development in the field of engineering sciences. The journal is intended for scientists, engineers and technicians of enterprises, design organizations, educational and research institutions, doctorates and postgraduates.

Founder and publisher - Donetsk National Technical University

Editor-in-chief: S. Podkopaiev, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine)

Deputy Editor-in-chief: D. Chepiga, PhD. Tech. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine)

Executive Editor: O. Isayenkov, PhD. Tech. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine)

English language editor: M. Kabanets, PhD. Ped. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine).

International Editorial Board: R. M. Bhattacharjee, Professor (Indian Institute of Technology, Dhanbad Jharkhand, India); Nestor Oszczytko, Professor, Dr of Sciences (Institute of Geological Sciences Jagellonian University, Krakow, Poland); Józef Parchański, Prof. Dr.-Ing., Dr.h.c. (Politechnika Śląska, Gliwice, Poland); Andrzej Solecki, Professor, Dr of Sciences (Institute of Geological Sciences Wrocław University, Wrocław, Poland); Upendra Kumar Singh, Professor (Indian Institute of Technology, Dhanbad Jharkhand, India).

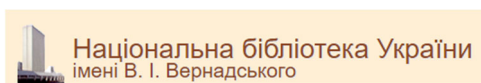
National Editorial Board: O. Agafonov, Dr. Econ. Sci., Prof. (PJSC “Donetskstal”, Pokrovsk, Ukraine); S. Aleksandrov, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); V. Alokhin, Dr. Geolog. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); B. Bolibrukh, Dr. Tech. Sci., Prof. (Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine); I. Bubniak, Dr. Geolog. Sci., Prof. (Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine); A. Vovna, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); S. Hapchiev, PhD. Tech. Sci. (National Technical University Dnipro Polytechnic, Dnipro, Ukraine); V. Glyva, Dr. Tech. Sci., Prof. (National Aviation University, Kiev, Ukraine); V. Hoho, Dr. Tech. Sci., Prof. (Industrial institute SHEI “Donetsk National Technical University”, Pokrovsk, Ukraine); I. Yefremov, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); I. Iordanov, PhD. Tech. Sci. (LLC “TETZ-Invest”, Kiev, Ukraine); O. Kipko, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); V. Kostenko, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); O. Kruzhilko, Dr. Tech. Sci., Sen. Research (Technical University Metinvest Polytechnic LLC, Mariupol, Ukraine); V. Levit, Dr. Tech. Sci., Prof. (PJSC “Donetskstal”, Pokrovsk, Ukraine); I. Liashok, Dr. Econ. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); A. Merzlikin, PhD. Tech. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); S. Miniciev, Dr. Tech. Sci., Prof. (Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine); T. Nehrii, PhD. Tech. Sci (Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, Ukraine); I. Sadovenko, Dr. Tech. Sci., Prof. (National Technical University Dnipro Polytechnic, Dnipro, Ukraine); I. Sakhno, Dr. Tech. Sci., Prof. (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); S. Nehrii, PhD. Tech. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); S. Sukach, Dr. Tech. Sci., Prof. (Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Kremenchuk, Ukraine); O. Shashenko, Dr. Tech. Sci., Prof. (National Technical University Dnipro Polytechnic, Dnipro, Ukraine); N. Liashok, PhD Econ. Sci (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine); S. Cheberyachko, Dr. Tech. Sci., Prof. (National Technical University Dnipro Polytechnic, Dnipro, Ukraine).

Technical editors: A. Petrenko, M. Hryhorets (Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine).

Journal of Donetsk mining institute is included in the “List of scientific professional publications of Ukraine in which results of doctoral and PhD dissertations in engineering can be published” approved by the Certifying Board of MES of Ukraine on academic boards, order number 374 of March 13, 2017.

Journal of Donetsk mining institute is indexed in international scientometric database «Google Scholar», presented in the top research libraries of Ukraine, electronic version of the journal is included in the Vernadsky National Library of Ukraine.

The journal is registered in the State Committee on Information Policy, Television and Broadcasting of Ukraine. Certificate: KB 7378 from 03.06.2003.



ISSN 1999-981X

© The authors of the publications, 2022

ЗМІСТ

Безуглий Я.П., Отрош Ю.А., Майборода Р.І., Рашкевич Н.В. Будівництво дрібних захисних фортифікаційних споруд – залізобетонних бліндажів циліндричної форми заводського виготовлення	7
Бойченко Е.Г., Ткачук О.М. Дослідження деформаційних характеристик ціликів вугілля як охоронних споруд підготовчих виробок	14
Голінько В.І., Грідяєв В.В. Прогнозування ризику виникнення професійних захворювань пилової етіології	25
Єжов В.В., Рясний В.М., Євстратенко І.А., Чухарєв С.М., Корнієнко В.Я. Розроблення рекомендацій щодо попередження аварій та аварійно-небезпечних ситуацій на гірничорудних підприємствах України	35
Ковальов А.І., Пурденко Р.Р., Отрош Ю.А., Томенко В.І., Качкар Є.В., Майборода Р.І. Оцінювання вогнестійкості вогнезахищених сталевих балок	43
Круковський О.П., Круковська В.В., Адорська Л.Г., Буліч Ю.Ю. Розвиток і застосування технології опорно-анкерного кріплення гірничих виробок в умовах вугільних шахт України	54
Малашкевич Д.С., Петльований М.В., Сай К.С., Саїк П.Б., Клименко І.Ю. Підвищення енергетичного потенціалу вугілля при відпрацюванні малопотужних запасів шахт Західного Донбасу	67
Мінєєв С.П., Демченко С.В., Янжула О.С., Макаренко Р.В. Експериментальні дослідження теплофізичних властивостей гірських порід	78
Рудаков Д.В., Ядзюнь Сунь, Інкін О.В. Методика оцінки балансу та якості підземних і шахтних вод у системі гідравлічно поєднаних шахт	85
Руднєв Є.С., Антощенко М.І., Філатьєва Е.М., Філатьєв М.В. Сукупності шахтопластів за вмістом водню в органічній (горючій) масі та мінеральних домішках викопного вугілля	93
Сергієнко О.І., Ляшок Я.О., Сергієнко Л.В., Подкопаєв С.В., Когтєва О.П. Прогнозування параметрів вивалоутворення в очисних вибоях глибоких вугільних шахт	108
Хорольський А.О. Результати досліджень із розробки системи підтримки прийняття рішень для проектування процесів освоєння родовищ корисних копалин	122
Ярошовець-Баранова К.А., Вдовиченко А.І. Торф як альтернативне джерело енергії	136

CONTENTS

Bezugliy Y., Otrosh Y., Maiboroda R., Rashkevich N. Construction of small protective fortification structures - factory-produced cylindrical reinforced concrete dugouts	7
Boichenko He., Tkachuk O. Research of the deformation characteristics of coal pillars protective structures of haulage drifts	14
Golinko V., Hrydyaev V. Prediction of the risk of occupational diseases of dust etiology	25
Ezhov V., Riasnyi V., Yevstratenko I., Chukharev S., Korniyenko V. Developing recommendations for preventing accidents and emergencies at mining enterprises in Ukraine	35
Kovalov A., Purdenko R., Otrosh Yu., Tomenko V., Kachkar E., Maiboroda R. Assessment of fire resistance of fireproof steel beams	43
Krukovskiy O., Krukovska V., Adorska L., Bulich Yu. Development and application of the bearing-bolt supporting technology in the conditions of Ukrainian coal mines	54
Malashkevych D., Petlovanyi M., Sai K., Saik P., Klymenko I. Increasing the energy potential of coal while development of low-thickness reserves in the Western Donbas mines	67
Minieiev S., Demchenko S., Yanzhula O., Makarenko R. Experimental studies of thermophysical properties of mountain solids	78
Rudakov D., Sun Yajun, Inkin O. A method for evaluating the balance and quality of groundwater and mine water in the system of hydraulically connected mines	85
Rudniev Ye., Antoshchenko M., Filatieva E., Filatiev M. Sets of coal seams by hydrogen content in the organic (combustible) mass and mineral impurities of fossil coals	93
Serhiienko A., Liashok Ia., Serhiienko L., Podkopaiev S., Kohtieva O. Prediction of the parameters of the cave-in rock formation in roof of the longwall of coal mines	108
Khorolskiy A. Results of research on the development of a decision support system for the design of mineral deposits development processes	122
Yaroshovets-Baranova K., Vdovichenko A. Peat as an alternative source of energy	136

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 $2,5 \div 3,0$ м, довжиною $4,0 \div 6,0$ м та товщиною стінки $150 \div 200$ 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 $6 \div 8$ 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.

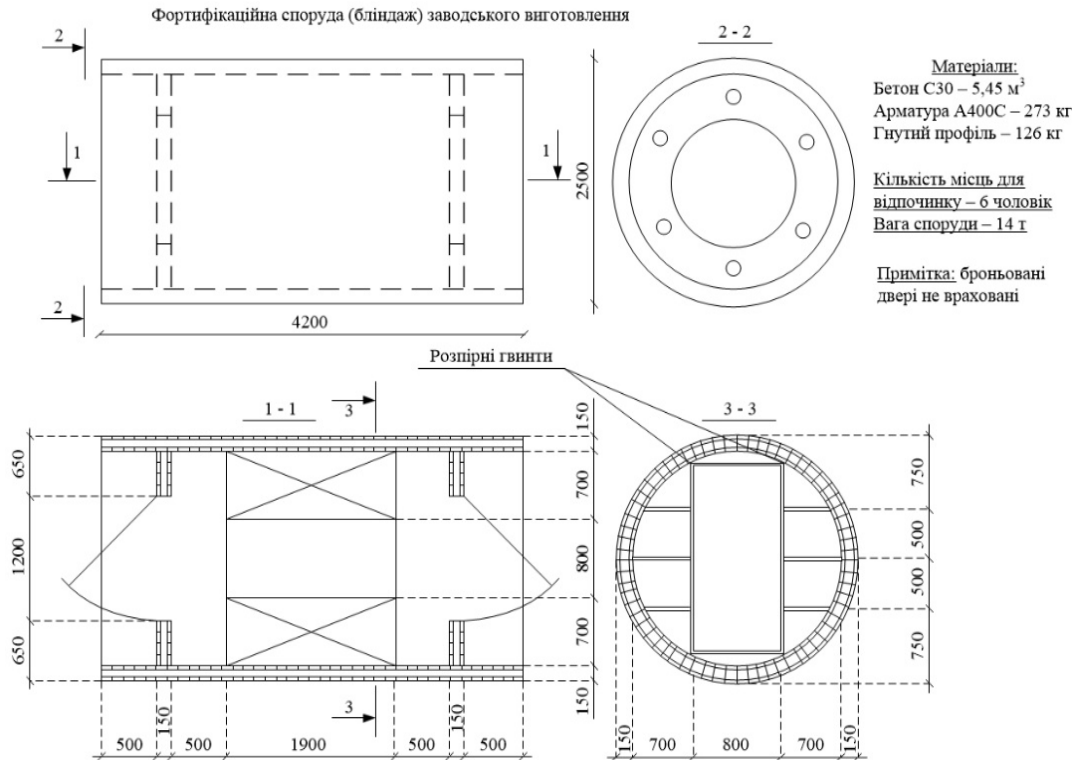


Рис. 5. Конструкція бліндажу заводського виготовлення.

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 задалегідь 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://repositsc.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 naselennia 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