

Любич В. В.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ФОРТИФІКАЦІЙНОМУ БУДІВНИЦТВІ В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ВОЄН

Анотація. У роботі розглядаються основні напрями розвитку фортифікаційного будівництва в умовах гібридних воєн XXI століття. Проаналізовано зміни у характері бойових дій, що впливають на архітектуру й функціональність інженерних споруд, визначено сучасні підходи до проектування, матеріально-технічного забезпечення та автоматизації процесів будівництва захисних об'єктів. Окрема увага приділяється досвіду України та країн НАТО щодо організації оборонних рубежів у реальних бойових умовах.

Ключові слова: фортифікація, гібридна війна, інженерне забезпечення, укриття, BIM-технології, інноваційні матеріали, мобільні споруди.

Abstract. The paper examines the main directions of development in fortification construction under the conditions of hybrid wars in the 21st century. The study analyzes changes in the nature of military operations that influence the architecture and functionality of engineering structures, identifies modern approaches to design, material and technical support, and automation of protective facility construction. Particular attention is given to the experience of Ukraine and NATO countries in organizing defensive lines under real combat conditions.

Keywords: fortification, hybrid war, engineering support, shelter, BIM technologies, innovative materials, mobile structures.

У XXI столітті фортифікаційне будівництво набуло нового стратегічного змісту, зумовленого трансформацією характеру воєнних конфліктів. Гібридні війни, що поєднують традиційні, інформаційні, кібернетичні та асиметричні засоби боротьби, вимагають від інженерних військ і будівельної галузі принципово нових підходів до створення систем оборони. На зміну статичним, довготривалим укріпленням приходять мобільні, адаптивні, технологічно насичені комплекси, здатні швидко розгортатися, маскуватися та інтегруватися у загальну систему управління боєм.

Сучасні фортифікаційні споруди перестали бути лише фізичним бар'єром між противником і оборонцями. Вони дедалі більше перетворюються на елементи єдиної інформаційно-логістичної інфраструктури, де поєднано функції захисту, спостереження, зв'язку, управління та забезпечення. Поширення безпілотних літальних апаратів, високоточного озброєння, засобів радіоелектронної боротьби та дистанційного ураження потребує підвищеної стійкості й низької помітності споруд, а також можливості їх швидкої реконфігурації відповідно до змін бойової обстановки.

Провідним трендом стає використання мобільних фортифікаційних комплексів, які дозволяють у найкоротші терміни створювати ефективні польові укріплення. Модульні бліндажі, збірно-щитові укриття, контейнери подвійного призначення та інженерні системи на основі геосинтетичних матеріалів (зокрема типу HESCO) забезпечують необхідний рівень протибалистичного й протиосколкового захисту при мінімальних витратах часу і ресурсів. Такі рішення особливо актуальні в умовах постійного вогневого впливу та високої маневреності бойових дій.

Інтенсивний розвиток матеріалознавства сприяв появі інноваційних конструкційних матеріалів для фортифікацій: композитів, армованих ґрунтів, полімерних в'язучих, георешіток і швидкотверднучих бетонів. Вони дозволяють зменшити масу споруд, підвищити їхню міцність, зносостійкість і довговічність, а також спростити транспортування й монтаж у польових умовах. Це забезпечує гнучкість та ефективність інженерних рішень навіть за обмежених логістичних можливостей.

Перспективним напрямом є автоматизація будівництва, зокрема через застосування 3D-друку та дронів-будівельників. Технології адитивного зведення бетонних споруд дають змогу створювати укриття та допоміжні інженерні об'єкти без залучення значної кількості персоналу, що істотно знижує ризики для будівельників і скорочує терміни спорудження. Такі експериментальні технології вже проходять апробацію у країнах НАТО та демонструють потенціал для масового впровадження у військовій інженерії. Важливе місце у розвитку фортифікаційного будівництва займає цифровізація проектних процесів. Використання BIM-технологій (Building Information Modeling) відкриває можливість створення інтегрованої інформаційної моделі об'єкта, що охоплює всі етапи його життєвого циклу — від проєктування до експлуатації. Це дозволяє проводити розрахунки стійкості конструкцій до вибухових навантажень, моделювати сценарії обстрілів, оптимізувати розташування укриттів і управляти ресурсами у режимі реального часу. В умовах гібридних війн BIM стає інструментом стратегічного планування, що поєднує інженерну точність із оперативною гнучкістю.

Повномасштабна війна в Україні стала потужним каталізатором розвитку нової філософії фортифікаційного забезпечення. Масове спорудження оборонних рубежів, укриттів для особового складу й техніки сприяло появі ефективних типових рішень, стандартизації елементів та автоматизації процесів виготовлення збірних конструкцій. Водночас активна участь цивільних підрядників у фортифікаційному будівництві засвідчила нову модель взаємодії військових і цивільних інженерних структур, що є надзвичайно важливою в умовах тривалих конфліктів.

Сьогодні спостерігається тенденція до інтеграції військових і цивільних аспектів фортифікації. Інженерні рішення, відпрацьовані на фронті, знаходять застосування у системах цивільного захисту — при проєктуванні сховищ для населення, захищених пунктів управління, комунікаційних центрів, енергетичних об'єктів. Такий підхід забезпечує підвищення рівня стійкості національної інфраструктури до воєнних і техногенних загроз.

Отже, сучасні тенденції у фортифікаційному будівництві визначаються поєднанням мобільності, модульності, цифровізації та високого ступеня автоматизації. Головною метою стає не лише створення стійких оборонних споруд, а формування комплексної системи захисту, здатної швидко адаптуватися до мінливих умов бойових дій. Фортифікація поступово перетворюється з галузі інженерного забезпечення на високотехнологічний елемент військової стратегії, що поєднує класичні принципи оборони з інноваційними технологіями майбутнього.

Список використаних джерел:

1. Нормативний документ НД 2.04-3.2007. *Споруди цивільного захисту. Основні положення проєктування*. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007.
2. Звіт Міністерства оборони України (2024). *Інженерне забезпечення оборони держави: сучасний стан та перспективи розвитку*. – Київ, 2024.
3. Field Manual FM 5-15. *Field Fortifications*. – Department of the Army, Washington, D.C., USA, 2022.
4. NATO STANAG 2280. *Engineering Support to Operations*. – NATO Standardization Office, Brussels, 2021.
5. Лобанов І. М., Ковальчук В. В. *Фортифікаційне забезпечення військових дій: навчальний посібник*. – Харків: ХНУПС, 2020.
6. Tiwari, A., Kumar, P. (2023). *Use of 3D Printing in Military Infrastructure Construction*. – *Journal of Military Engineering and Technology*, Vol. 8(2), pp. 45–52.

7. BIM for Infrastructure Projects: Defense Applications. – NATO CCDCOE Report, Tallinn, 2023.

8. Кириченко О. В., Громовий С. П. Сучасні матеріали для фортифікаційних споруд: технологічні та експлуатаційні аспекти. – Вісник будівництва і архітектури, №2 (2024), с. 35–42.

9. Шаповал В. О. Інженерні укріплення в зоні бойових дій: практика застосування та удосконалення. – Збірник наукових праць ЦНДІ ЗСУ, 2023.

10. HESCO Bastion Technical Manual. – Hesco Group, Leeds, UK, 2022.

Любич Володимир Володимирович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.

Lyubich Volodymyr V. – lecturer at the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.