



КОСТРИЦЯ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технічної механіки,
Український державний університет науки і технологій
<https://orcid.org/0000-0002-7922-0975>*



МОСКАЛЬОВ ГЕННАДІЙ ЮРІЙОВИЧ

*старший викладач
кафедри військової підготовки спеціалістів Держспецтрансслужби,
Український державний університет науки і технологій
<https://orcid.org/0000-0001-9989-8014>*



ХРИПКО ІВАН СЕРГІЙОВИЧ

*здобувач освіти,
Український державний університет науки і технологій
<https://orcid.org/0009-0002-5759-8798>*

**РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МОБІЛЬНОГО УКРИТТЯ У НЕСТІЙКИХ ҐРУНТАХ
ДЛЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ СИЛ ОБОРОНИ
ВІД ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА**

Активний розвиток фортифікаційної науки відбувається у періоди ведення війн. Удосконалення озброєння і досвід війни змушують здійснювати пошук нових форм, конструкцій, матеріалів і обладнання для збереження своїх вогневих засобів і людських ресурсів. Особливо гостро постає питання виживання військових на першій лінії оборони в умовах постійного вогневого контролю противника.

Проаналізовано наявні фортифікаційні споруди. Споруди, що будуються в умовах постійного вогневого контролю противника, мають примітивну конструкцію і низьку здатність до захисту особового складу. Вони облаштовані вручну з використанням підручних матеріалів і конструкцій, а найчастіше – із дерев'яних елементів. З огляду на те, що на території України, де відбуваються бойові дії, природні запаси деревини необхідної якості дуже незначні, необхідно або підвозити деревину з іншої місцевості, або шукати альтернативні рішення.

Розроблено і запропоновано мобільне збірно-розбірне укриття, виготовлене з металоелементів. Вага найважливого елемента комплексу дає змогу переносити його одній людині. Військовослужбовець здатен самостійно встановити укриття і використовувати його багаторазово.

Ключові слова: *фортифікаційні споруди; ніша для укриття; утримання обвалів; мобільні укриття.*

Постановка проблеми. В умовах безпосереднього зіткнення з противником під час облаштування вручну позицій опорного пункту в обороні особовий склад погано захищений. У горизонтальній проекції позиції від вогню зі стрілецької зброї та уламків особовий склад захищає земляний бруствер. У вертикальній проекції позиції захисту немає.

З появою сучасних засобів ураження рівень втрат зростає в рази. Тому вкрай важливо створити умовну безпеку саме на такому етапі виконання робіт. Вирішити це питання можливо шляхом розроблення мобільного індивідуального збірно-розбірного металевого укриття, яке можливо швидко встановлювати у бічній стінці траншеї. У разі появи небезпеки

солдат зможе швидко зайняти укриття, що значно підвищує рівень його безпеки, а у більшому масштабі – рівень безпеки підрозділу. Конструкцію саме такого укриття запропоновано у цій статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Після Першої світової війни змінився підхід до облаштування фортифікаційних споруд. Під впливом позиційної війни, вдосконалення засобів ураження (авіаційні боеприпаси, хімічна зброя) виникли нові тенденції щодо організації оборони: розосередження підрозділів по площі району оборони, зведення довготривалої підземної фортифікації, вдосконалення споруд польової фортифікації для захисту особового складу [1]. У польовій фортифікації надійніший захист для солдата мали бліндажі й укриття безврубової конструкції, але їх спорудження потребувало часу, матеріалів і, найголовніше, навчених фахівців [2].

Простішими й більш поширеними спорудами та укриттями для особового складу були ніші й землянки у траншеях. Їхня конструкція була переважно безпідпірною, тобто стійкість стелі, стін землянок і ніш забезпечувалась обрисом земляної виробки та міцністю земляного масиву, в якому ця споруда розташовувалася. Облаштовували укриття, обрис яких кріпили підручними засобами (дошками, напівколодами, хмизом), розрахунків щодо кріплення стін і стелі не здійснювали, а обрис і конструкція укриттів передавались як бойовий досвід [3].

Різні країни мали свій досвід застосування фортифікаційних споруд. У країнах-членах НАТО активне застосування ніш і землянок відбулося після участі США у війні у В'єтнамі. Переймаючи досвід ворога, американські військові облаштовували одиничний окоп для ведення вогню у вигляді стакана, який у процесі ведення бойових дій дообладнувався нішею для укриття й відпочинку. У радянському союзі призначення, конструкцію та послідовність облаштування було описано у настановах і посібниках. Їх виготовляли із дерев'яних щитів, рам чи дощок. У керівних документах наводилися габаритні розміри і тип ґрунту, в якому їх доцільно використовувати. Жодних розрахунків щодо них не наводилося. Питання фортифікації та розвитком польових інженерних споруд досліджували С. Гербановський, А. Єрмолаєв, описували практичний досвід їх застосування у війнах і збройних конфліктах.

У зв'язку з широким використанням металевих елементів, конструкцій у будівельній галузі з'являються рішення і проекти металевих конструкцій на болтовому з'єднанні для облаштування фортифікаційних споруд. У 1960-х роках у настановах та інструкціях НАТО розглядається застосування металевих хвилястих листів для облаштування укриттів, сховищ, пунктів управління. Захисна конструкція збиралася за допомогою болтів і мала вигляд арки [4]. Застосування таких споруд передбачалося в обсипному виконанні. Радянська армія застосовувала проекти металевих збірних фортифікаційних споруд (КВС-А, КВС-У) у підземному виконанні.

Підсумовуючи, зазначимо таке:

- ніші як спосіб захисту особового складу під час бойових дій існує давно;
- матеріал для виготовлення ніш тільки дерево;
- існують металеві збірно-розбірні споруди на болтовому з'єднанні, але розрахунок їх не наведено.

Отже, очевидним є брак глибокого наукового обґрунтування і розрахункових методів для проектування ніш у траншеях. Попередні дослідження зосереджувалися на описі конструкцій і правил їх застосування, не надаючи інженерних розрахунків. Особливо актуальною стає потреба в розробленні таких розрахунків для сучасних матеріалів та умов, аби підвищити ефективність захисту особового складу та оптимізувати процес їх спорудження. Варто наголосити на необхідності забезпечення підрозділів такими конструкціями, які ефективно стримуватимуть ґрунт від обвалу під впливом навантаження.

Метою статті є розроблення збірно-розбірної металевої конструкції індивідуального укриття в нішах траншей опорних пунктів підрозділів для підвищення їхніх захисних властивостей, здійснення розрахунків укриття, перевірка конструкції на міцність, надання рекомендацій щодо використання за призначенням.

Виклад основного матеріалу. Одним із головних видів фортифікаційних споруд є траншеї. Облаштування траншейних укриттів як частини фортифікаційного обладнання опорного пункту підрозділу становить критично важливе завдання для збереження життя військовослужбовців. Фортифікаційні споруди дають змогу вести оборонний бій, забезпечують базовий захист від більшості вражаючих факторів зброї противника [5]. Ніші можуть також використовуватися для розміщення і зберігання

запасу боєкомплекту та інших господарських потреб. Однак обсіпання й обвал ґрунту неукріплених ніш під дією навантажень унеможливає їх використання за призначенням.

Для досягнення поставленої мети цієї роботи передбачається вирішити такі завдання:

- накреслити й розрахувати конструкцію для визначення необхідних матеріалів;
- розробити конструкцію за розрахунковою схемою;

- провести експериментальні випробування з метою визначення технічних характеристик конструкції;

- описати послідовність установлення конструкції і надати рекомендації щодо розміщення конструкції у стінці траншеї;

- провести аналіз підвищення живучості підрозділів у результаті використання індивідуального укриття.

У поданій праці пропонується конструкція мобільного укриття для особового складу та боєприпасів, яке встановлюється у відризу у боковій стіні окопу нішу й забезпечує базовий захист від обвалів (рис. 1, 2).

Запропонована конструкція являє собою сталевий паралелепіпед (без передньої стінки), який укріплено ребрами жорсткості. Він складається з 4 верхніх кутиків, до яких кріпиться сталевий лист 1500x600 мм, і 4 кутиків-стійок, до яких кріпляться бокові сталеві листи 500x600 мм та стінка 1500x500 мм. Габаритні розміри зібраної конструкції становлять 1500x500x600 мм, розібраної – 1500x500x60 мм. Основні конструктивні елементи виконано зі сталевого гарячекатаного листа завтовшки 3 мм і рівнобічних кутиків 40x4 мм, 63x5 мм. Матеріал – сталь Ст3. Вага комплексу конструкції – 70 кг. Для з'єднання конструктивних елементів використовуються болти з гайками М8.



Рисунок 1 – Вигляд зібраного укриття з боку стінки

Джерело: фото розроблено авторами



Рисунок 2 – Вигляд укриття спереду

Джерело: фото розроблено авторами

Дослідження напружено-деформованого стану конструкції мобільного укриття здійснювалося методом скінченних елементів (МСЕ). Сьогодні цей метод є основним інструментом інженерного аналізу через наявність пакетів комп'ютерних програм, що не тільки реалізують обчислювальний процес МСЕ, а й мають зручний інтерфейс для введення вихідних даних, контролю процесу обчислень і оброблення результатів розрахунку. Для проведення розрахунків застосовано програмний комплекс Structure CAD (SCAD) [6, 7].

Сутність методу скінченних елементів полягає в тому, що конструкція розбивається на деяку кількість малих, але кінцевих за розмірами елементів. Останні мають назву скінченних елементів (СЕ), а сам процес розбиття називають дискретизацією. З'єднання скінченних елементів здійснюють у вузлових точках.

Залежно від типу конструкції і характеру її деформації СЕ можуть мати різну форму: стрижні, пластини (трикутні і прямокутні) та об'ємні СЕ (тетраедри або паралелепіпеди). Для побудови скінченно-елементної моделі укриття використано стрижневі та пластинчасті СЕ.

Розрахунки проводяться за першим граничним станом під час дії вертикального розподіленого навантаження від тиску насипного ґрунту на глибині 1,2 м – глибині розміщення горизонтального листа конструкції, що сприймає навантаження. Для розрахунку приймаємо щільність насипного ґрунту:

$$\gamma = 1,3 \text{ т/м}^3, a = 1,5 \text{ м}, b = 0,6 \text{ м}, h = 1,2 \text{ м}.$$

Визначаємо об'єм ґрунту, що створює тиск на горизонтальний лист конструкції

$$V = a \times b \times h = 1,5 \times 0,6 \times 1,2 = 1,08 \text{ м}^3.$$

Маса ґрунту $m = V \times \gamma = 1,08 \times 1,3 = 1,4 \text{ т}$.

Вага ґрунту $F = m \times g = 1,4 \times 9,81 = 13,6 \text{ кН}$.

Розподілене навантаження становить

$$P = \frac{F}{S} = \frac{13,6}{0,9} = 15,1 \text{ кН/м}^2.$$

Приймаємо до розрахунку розподілене навантаження $15,1 \text{ кН/м}^2$.

Скінченно-елементний аналіз. Розрахункова схема. Скінченно-елементна 3-D модель конструкції укриття побудована з використанням стрижневих і пластинчастих скінченних елементів у середовищі Structure CAD (рис. 3) і призначена для проведення розрахунку та оцінювання міцності конструкції.

Розрахункова схема рами подана на рис. 4. Рама складається зі стрижневих елементів із поперечним перерізом у вигляді кутиків, розміри яких зазначено вище.

Після завантаження моделі програма дає загальний вигляд деформованої конструкції

(див. рис. 5). Найбільша деформація спостерігається на верхніх пластинчастих елементах.

Аналізуючи значення переміщень від дії вертикального навантаження (див. рис. 6), можливо зробити висновки, що по осі Z найбільше переміщення спостерігається посередині верхнього листа і становить 27 мм (див. рис. 7), по осі X – 2 мм (бокові листи, див. рис. 8), по осі Y – 8 мм (задній лист, див. рис. 9).

Поля напружень під час дії вертикального розподіленого навантаження наведено на рис. 10. Найбільш напружену зону листа позначено темно-сірим кольором, напруження становить 226 МПа (див. рис. 11).

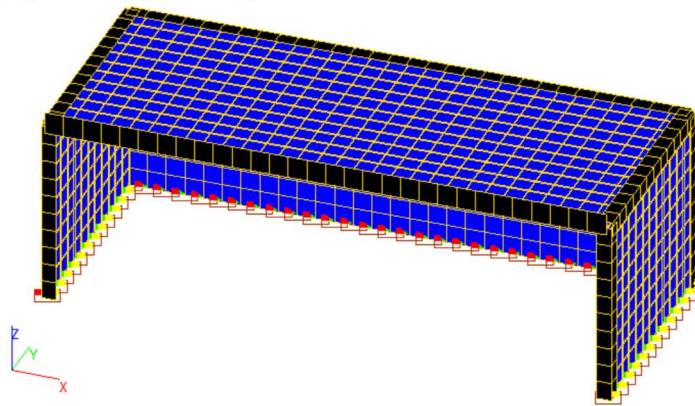


Рисунок 3 – Скінченно-елементна конструкція укриття
Джерело: модель розроблено авторами

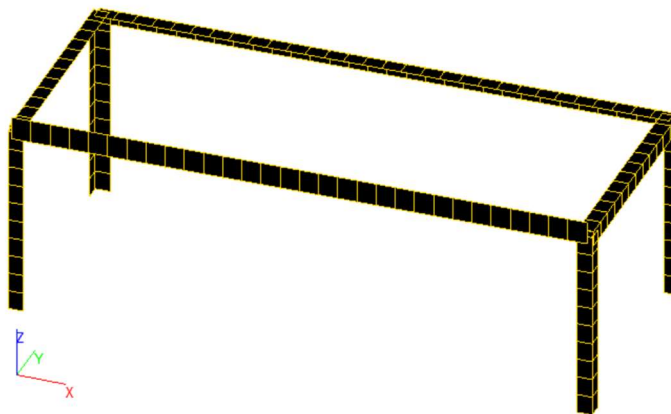


Рисунок 4 – Рама конструкції, що складається з кутиків, до яких кріпляться сталеві листи
Джерело: модель розроблено авторами

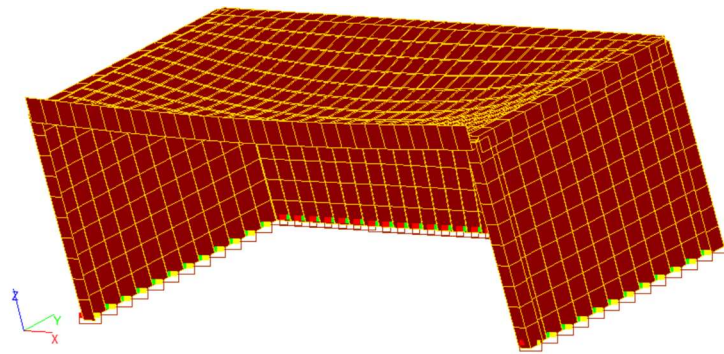


Рисунок 5 – Вигляд деформованої конструкції
 Джерело: модель розроблено авторами

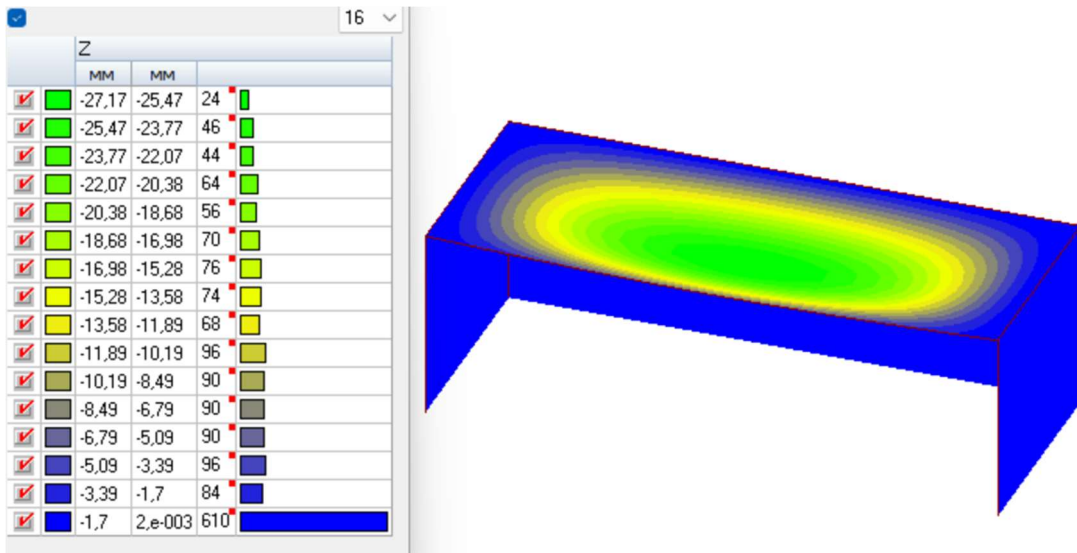


Рисунок 6 – Загальний вигляд переміщень моделі
 Джерело: модель розроблено авторами

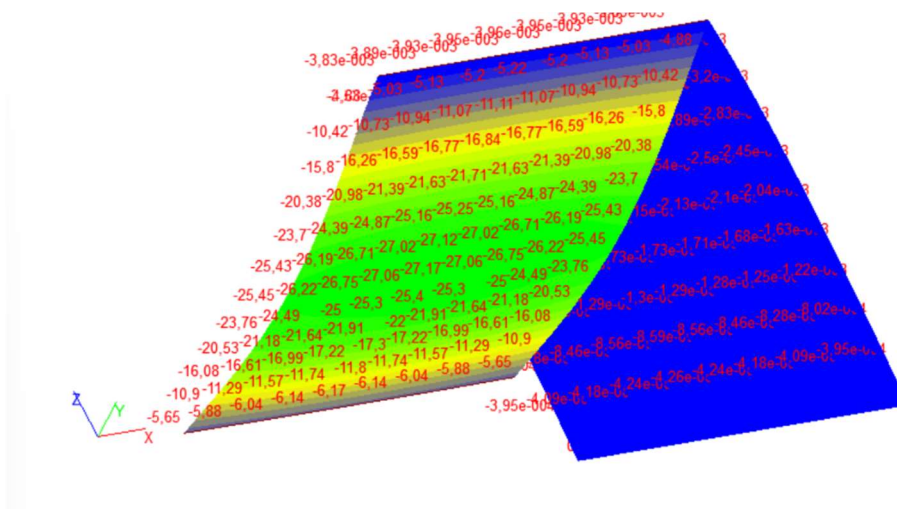


Рисунок 7 – Найбільші числові значення переміщень по осі Z
 Джерело: модель розроблено авторами

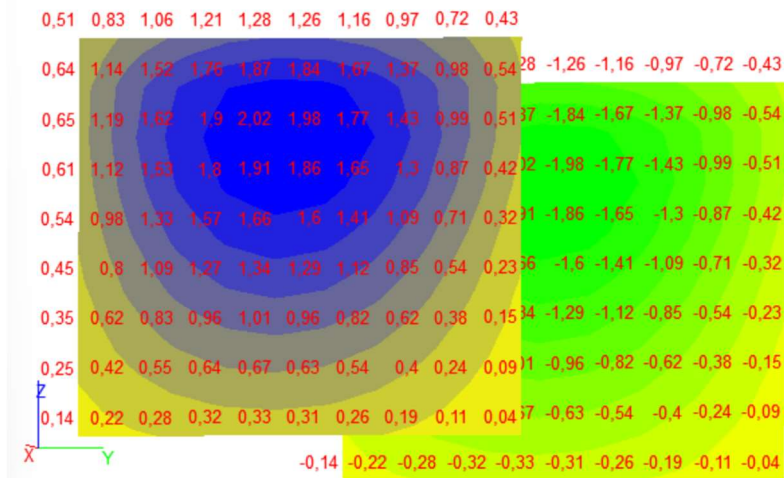


Рисунок 8 – Найбільші числові значення переміщень по осі X
Джерело: модель розроблено авторами

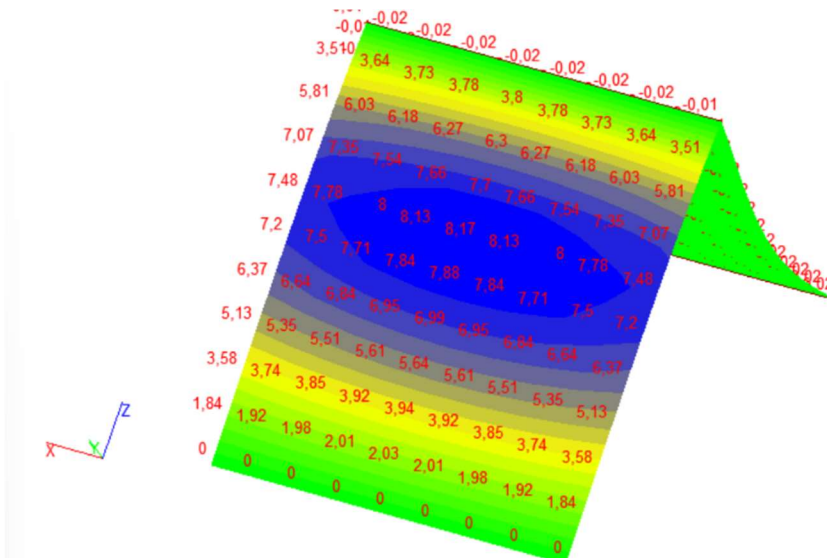


Рисунок 9 – Найбільші числові значення переміщень по осі Y
Джерело: модель розроблено авторами

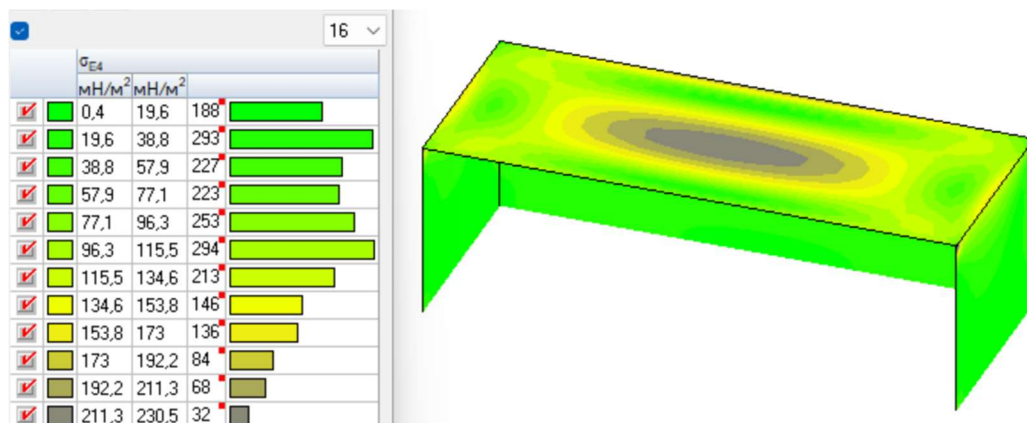


Рисунок 10 – Загальний вигляд напружень
Джерело: модель розроблено авторами

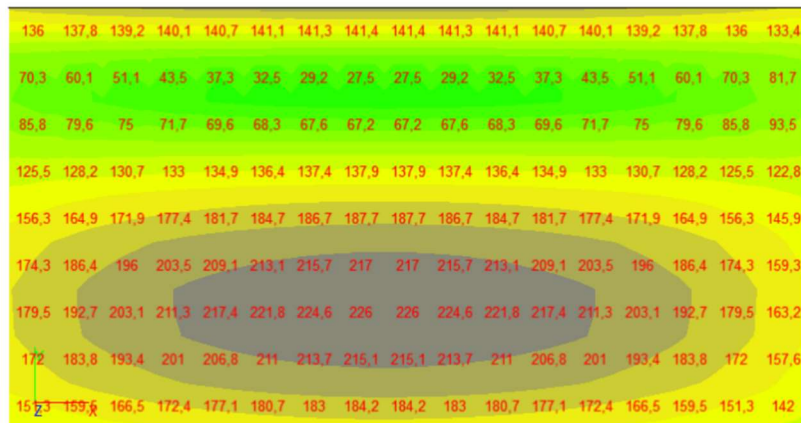


Рисунок 11 – Найбільші числові значення напруження у верхніх пластинчастих елементах
Джерело: модель розроблено авторами

Аналіз результатів проведених розрахунків показав, що максимальні еквівалентні (за 4-ю теорією міцності) напруження у конструктивних елементах укриття становлять 226 МПа і не перевищують 245 МПа – границі текучості сталі Ст3 [8]. Отже, конструкція витримає розрахункове розподілене навантаження 15,1 кН/м² і може використовуватися за призначенням.

Проведений розрахунок, розроблення конструкції, а також практичне застосування може бути об'єктом подальшого вивчення та розвитку.

Наведемо послідовність виконання робіт з облаштування укриття.

1. Підготовчі роботи облаштування ніш. Відкопати нішу за розмірами укриття. Об'єм вибитого ґрунту зі стінки траншеї $\approx 0,5 \text{ м}^3$. Час облаштування ніші становить 30 – 35 хв.

2. Збирання конструкції. У траншеї навпроти ніші встановити вертикальні елементи (бічні елементи та стінку), об'єднати їх болтами за допомогою кутиків-стійок. Приєднати до об'єднаних вертикальних елементів горизонтальний лист із кутиком 63х63х5 мм.

3. Установлення конструкції. Установити конструкцію в нішу окопу й затягнути болти. Час збирання конструкції та встановлення її в нішу становить 45 хв.

4. Демонтаж конструкції. Роботи з демонтажу конструкції виконуються у зворотному порядку. Час демонтажу – 15 хв.

Рекомендації щодо облаштування. Для зручності користування укриттям можливо використовувати лист OSB розміром 1500х500х3 мм (див. рис. 2).

Для закриття ніші з боку траншеї можна використовувати дерев'яні щити та інші підручні засоби для захисту й маскуванню укриття (у роботі не розглядалися).

Під час облаштування укриття необхідно пам'ятати, що, відкопуючи нішу, слід зберігати

захисний верхній шар ґрунту (не менше 1 м), а дно укриття має бути вище за дно траншеї не менше ніж на 30 см, аби запобігти підтопленню поверхневими водами.

В особливих умовах облаштування (піски, високо розташовані підземні води) доцільно встановлювати укриття на ґрунт, захистивши його по периметру насипними габійними конструкціями. У вертикальній проекції позицій можливо здійснити вкладання у 1–2 ряди мішків із місцевим ґрунтом [9].

Стосовно аналізу підвищення живучості підрозділів у результаті використання індивідуального укриття варто зауважити, що показники часу і трудомісткості робіт з облаштування групового укриття (перекритої щілини, бліндажу) значно більші за показники споруди, що розглядається. Середнє значення часу облаштування укриття становить 1,5 год, а перекритої щілини – 2 год 20 хв. Одним із критеріїв збільшення живучості підрозділу є час облаштування фортифікаційного обладнання і зайняття його підрозділом, а також час виявлення його розташування противником [10]. Тому облаштування укриттів у бічних стінках траншей є першочерговим заходом.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Конструкція запропонованого мобільного укриття перевірена розрахунком і може використовуватися для захисту особового складу за умови сипучої ґрунтової товщі до 1,5 м.

Конструкція не розрахована на захист від прямого влучання артилерійського снаряду чи еквівалентного зовнішнього навантаження, але ефективна для захисту від первинних і вторинних уламків засобів озброєння противника, значно зменшує вплив тиску вибухової хвилі (особливо з використанням бічних щитів).

Було виготовлено і направлено в один із підрозділів Сил оборони один зразок

розробленого укриття, де він отримав схвальний відгук: конструкція укриття збільшує захисні властивості опорного пункту підрозділу. Таке укриття доцільно розміщувати поряд із місцем ведення вогню військовослужбовцем у траншеї, що значно зменшить час на зайняття укриття у разі раптового ствольного, мінометного чи ракетного залпового вогню, скидів та інших засобів ураження з БПЛА. Крім того, за результатами використання у польових умовах отримано побажання доопрацювати конструкцію щодо зменшення загальної ваги, а також додати до комплекту захисні двері.

Вбачаються такі напрями подальшого вдосконалення конструкції.

1. З'єднання елементів конструкцій. Збирання запропонованої конструкції із болтовими з'єднаннями потребує 45 хвилин. Для скорочення часу на збирання доцільно застосовувати елементи з'єднання типу приварних навісів до вертикальних і горизонтальних елементів конструкцій.

2. Елементи захисту та маскування з боку траншеї у цій роботі не розглядалися, хоча мають велике значення. Варіантами облаштування бічної стінки з боку траншеї вбачаються дерев'яний щит, маскувальна сітка, металева ляда або поєднання цих варіантів.

Перелік джерел посилання

1. Рудик О. І. Зміна підходів до будівництва довготривалої фортифікації наприкінці XIX – на початку XX ст. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. Запоріжжя, 2014. Вип. 39. С. 204–207.

2. Військові фортифікаційні споруди: підручник / С. І. Дяков та ін. Львів : НАСВ, 2018. 318 с.

3. ПВП 11-92(439).56 : методичні рекомендації з інженерного обладнання позицій (з урахуванням досвіду російсько-Української війни 2024–2025 років). Київ : КСП, 2025. 48 с.

4. Field Manual. FM 5-103: Survivability. Headquarters Department of the Army. Washington, DC, 10 June 1985.

5. Бойовий статут механізованих і танкових військ Сухопутних військ Збройних Сил України. Частина I. Взвод, відділення, екіпаж. Київ : МОУ, 2016. 300 с.

6. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання : підручник / В. А. Баженов, А. В. Перельмутер, О. В. Шишов ; за заг. ред. В. А. Баженова. Київ : ВІПОЛ, 2013. 896 с.

7. SCAD Soft. URL: <https://scadsoft.com> (accessed: 30 May 2025).

8. ДСТУ 8803:2018. Прокат товстостіловий з вуглецевої сталі звичайної якості. Технічні умови. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 15 с.

9. Колос О. Л. Обґрунтування доцільності застосування габіонних конструкцій при фортифікаційному обладнанні районів (позицій)

військ (сил). *Військово-технічний збірник*. 2016. № 14. С. 90–94. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.14.2016.90-94>.

10. Шевченко В. К., Волощенко О. І., Бобрун О. В. Спосіб визначення величини впливу фортифікаційного обладнання на живучість системи управління військами (силами) в операції (бойових діях). *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2020. № 1 (37). С. 179–184. DOI: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-37-1-179-184>.

References

1. Rudyk O. I. (2014). *Zmina pidkhodiv do budivnytstva dovhotryvaloї fortyfikatsii naprykintsii XIX – na pochatku XX st.* [Changes in Approaches to the Construction of Long-Term Fortification in the Late 19th – Early 20th Century]. *Naukovi pratsi istorychnoho fakultetu Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*. Zaporizhzhia, vol. 39, pp. 204–207 [in Ukrainian].

2. Diakov S. I., Kolos O. L., Verstivskiy A. A. et al. (2018). *Viiskovi fortyfikatsiini sporudy* [Military Fortifications]. Lviv : NASV [in Ukrainian].

3. KSP (2025). *PVP 11-92(439).56: metodychni rekomendatsii z inzhenernoho obladnannia pozysyii (z urakhuvanniam dosvidu rosiisko-Ukrainskoi viiny 2024–2025 rokiv)* [PVP 11-92(439).56: Methodological Recommendations for Engineer Equipment of Positions (Considering the Experience of the Russian-Ukrainian War 2024–2025)]. Kyiv [in Ukrainian].

4. Field Manual. FM 5-103: Survivability. Headquarters Department of the Army. Washington, DC, 10 June 1985 [in English].

5. MOU (2016). *Boiovyi statut mekhanizovanykh i tankovykh viisk Sukhoputnykh viisk Zbroinykh Syl Ukrainy. Chastyna I. Vzvod, viddilennia, ekipazh* [Combat Regulations of Mechanized and Tank Troops of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine. Part I. Platoon, Section, Crew]. Kyiv [in Ukrainian].

6. Bazhenov V. A., Perelmuter A. V., Shyshov O. V. (2013). *Budivelna mekhanika. Kompiuterni tekhnolohii i modeliuвання* [Structural Mechanics. Computer Technologies and Modeling]. Kyiv : VIPOL [in Ukrainian].

7. SCAD Soft. Retrieved from: <https://scadsoft.com> (accessed 30 May 2025) [in Ukrainian]

8. *DSTU 8803:2018. Prokat tovstolystovyi z vuhletsevoi stali zvychnoi yakosti. Tekhnichni umovy* [DSTU 8803:2018. Hot-rolled Carbon Steel Plates of Ordinary Quality. Technical Specifications]. (2018, September 21). Kyiv : UkrNDNTs [in Ukrainian]

9. Kolos O. L. (2016). *Obgruntuvannia dotsilnosti zastosuvannia habionnykh konstruktssii*

pry fortyfikatsiinomu obladnanni raioniv (pozytsii) viisk (syl) [Substantiation of the Expediency of Using Gabion Structures in the Fortification Equipment of Areas (Positions) of Troops (Forces)]. *Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk*, no. 14, pp. 90–94. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.14.2016.90-94> [in Ukrainian].

10. Shevchenko V. K., Voloshchenko O. I., Bobrun O. V. (2020). *Sposib vyznachennia velychyny vplyvu fortyfikatsiinoho obladnannia na*

zhyvuchist systemy upravlinnia viiskamy (sylamy) v operatsii (boiovykh diiakh) [A Method for Determining the Magnitude of the Impact of Fortification Equipment on the Survivability of the Troop (Force) Command and Control System in an Operation (Combat Actions)]. *Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony*, no. 1 (37), pp. 179–184. DOI: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-37-1-179-184> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції / Received: 23.07.2025

Прорецензовано / Revised: 30.07.2025

Схвалено до друку / Accepted: 15.08.2025

KOSTRYTSIA SERHII

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department Technical mechanics,
Ukrainian State University of Science and Technologies
<https://orcid.org/0000-0002-7922-0975>*

MOSKALOV HENNADII

*Senior Lecturer at the Department of Military Training
of Specialists of the State Special Service of Transport,
Ukrainian State University of Science and Technologies
<https://orcid.org/0000-0001-9989-8014>*

KHRYPKO IVAN

cadet

*Ukrainian State University of Science and Technologies
<https://orcid.org/0009-0002-5759-8798>*

DEVELOPMENT OF A MOBILE SHELTER DESIGN IN UNSTABLE SOILS FOR PROTECTION OF DEFENSE FORCES PERSONNEL FROM ENEMY'S MEANS OF ATTACK

Over the past centuries, the rapid development of fortification equipment for strongholds has been clearly evident during periods of active hostilities. The dynamic progress of armaments and the direct experience of warfare are powerful catalysts for the continuous search for innovative forms, advanced designs, the latest materials and specialised equipment. The main goal of this search is to ensure the maximum preservation of own firepower and human resources.

The problem of soldiers' survival is especially critical on the front line of defence, where they are under constant, intense enemy fire control. Fortifications built in such extreme conditions are often of primitive design and demonstrate a low ability to effectively protect personnel from modern weapons. As a rule, such fortifications are built directly on the ground, manually, using available materials and structures, dominated by wood elements.

However, in the context of the hostilities that have unfolded on the territory of Ukraine, there is a serious problem with the availability of natural wood reserves of the required quality and in sufficient quantity directly in the conflict zone. This creates difficulties associated with the need to organise complex and costly timber deliveries from remote regions. In this regard, it is important to find alternative engineering solutions that would provide the military with reliable shelters without depending on local resources.

One of the promising ways to solve this problem may be the development and implementation of a mobile collapsible shelter made of lightweight but durable metal elements. The key requirement for such a kit is its weight, which should be optimised to ensure that it can be transported and installed by one person without significant physical effort. This will allow each soldier to independently and quickly set up the shelter at their position and use it repeatedly, depending on the tactical situation and the need to move. Such mobility and autonomy in providing protection can significantly increase the survival rate of personnel on the contact line.

Keywords: *mobile collapsible shelter; self-installation; fortifications; metal structures.*