

ISSN 2415-377X

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

ВІСНИК

***ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ***

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Випуск № 75
червень 2019**

ОДЕСА 2019

ВІСНИК ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ISSN 2415-377X

Випуск № 75, червень 2019

Збірник наукових праць видається з 2000 р., періодичність – 4 рази на рік.

Засновник і видавець – Одеська державна академія будівництва та архітектури.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 4761 від 25.12.2000 р.

Збірник наукових праць входить до переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт. Наказ МОН України № 374 від 13.03.2017 року.

З 2016 р. збірник наукових праць включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus.

У збірнику представлені результати наукових і експериментально-теоретичних досліджень у галузі будівництва та архітектури; будівельних конструкцій; будівельних матеріалів та технологій; гідротехнічного та транспортного будівництва; інженерних мереж та обладнання; основ та фундаментів; технології та організації будівельного виробництва.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ та виробничих підприємств будівельної галузі, аспірантів та магістрів навчальних закладів.

Головний редактор – Ковров А.В. – к-т техн. наук, проф., ОДАБА;

Відповідальний редактор – Кровяков С.О. – к-т техн. наук, доц., ОДАБА;

Відповідальний секретар – Антонюк Н.Р. – к-т техн. наук, доц., ОДАБА.

Редакційна колегія:

Азізов Т.Н. – д-р техн. наук, проф., Уманський державний педагогічний університет ім. П. Тичини (за згодою);

Вировой В.М. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Горик О.В. – д-р техн. наук, проф., Полтавська державна аграрна академія (за згодою);

Карпюк В.М. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Клименко Є.В. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Кривенко П.В. – д-р техн. наук, проф., Науково-дослідний інститут в'язаних матеріалів ім. В.Д. Глуховського (за згодою);

Крутий Ю.С. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Ляшенко Т.В. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Менейлюк О.І. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Мішутін А.В. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Плугін А.А. – д-р техн. наук, проф., Український державний університет залізничного транспорту (за згодою);

Саницький М.А. – д-р техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка» (за згодою);

Сур'янінов М.Г. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Ткачук О.А. – д-р техн. наук, проф., Національний університет водного господарства та природокористування (за згодою);

Шинкевич О.С. – д-р техн. наук, проф., ОДАБА;

Czarnecki Lech – Professor, Instytut Techniki Budowlanej, ITB, Warsaw, Польща (за згодою);

Iskhakov Iakov – Phd., Professor, Ariel University, Ariel, Ізраїль (за згодою);

Fischer Hans-Bertram – Dr.-Ing., Bauhaus-Universität, Weimar, Німеччина (за згодою);

Hareesh N Ramanathan – Dr., Professor, Tcc H Institute of Science and Technology, Arakkunnam, Kochi, Kerala, Індія (за згодою);

Kozina Goran – Professor, University North, Хорватія (за згодою);

Milkovic Marin – Phd., University North, Хорватія (за згодою);

Slapac Mariana – Dr. Habilitat of Art, Cultural Heritage Institut, Chisinau, Молдова (за згодою).

Технічна редакція:

Зайцева О.Ю. – к.філ.н., доц., ОДАБА, завідувача кафедрою «Іноземних мов»;

Кусаковська В.А. – к.філ.н., доц., ОДАБА, доцент кафедри «Іноземних мов».

Рекомендовано до видання Вченою радою ОДАБА

Протокол № 10 від 30.05.2019 р.

Свідоцтво КВ № 4761 від 25.12.2000 р.

Наказ МОН України № 374 від 13.03.2017 р.

ISSN 2415-377X

© Одеська державна академія
будівництва та архітектури
(ОДАБА), 2019

ISSN 2415-377X

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

ODESSA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

BULLETIN

***OF ODESSA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE***

COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

**Issue № 75
June 2019**

ODESSA 2019

BULLETIN OF ODESSA STATE ACADEMY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS
ISSN 2415-377X

Issue № 75, June 2019

Collection of scientific works has been published since 2000, frequency – 4 times a year.

Founder and publisher – Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (OSACEA).

Certificate of state registration KB № 4761, 25 December, 2000.

Collection of scientific works enters the list of scientific editions of Ukraine, in which thesis results can be published. Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 374, 13 March, 2017.

Since 2016 collection of scientific works is included into International scientometric base of the Index Copernicus.

Results of scientific and experimental-theoretical researches in the field of construction and architecture; building structures, building materials and techniques; hydrotechnical and transport construction; utility networks and facilities; basement and foundations; technology and organization of building production are presented in the collection.

It is assigned for scientific workers, specialists of design organizations and manufacturing enterprises of construction domain, postgraduates, masters of educational institutions.

Editor-in-chief – Kovrov A.V. – Ph.D., Professor, OSACEA;

Executive editor – Kroviakov S.O. – Ph.D., Associate Professor, OSACEA;

Executive Secretary – Antoniuk N.R. – Ph.D., Associate Professor, OSACEA.

Editorial Board:

Azizov T.N. – D.Sc., Professor, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical;

Vyrovoy V.N. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Goryk O.V. – D.Sc., Professor, Poltava State Agrarian Academy;

Karpiuk V.M. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Klymenko I.V. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Kryvenko P.V. – D.Sc., Professor, Scientific Research Institute for Binders and Materials named after V.D.Glukhovsky

Krutiyy Yu.S. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Lyashenko T.V. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Meneiliuk A.I. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Mishutin A.V. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Plugin A.A. – D.Sc., Professor, Ukrainian State University of Railway Transport;

Sanytsky M.A. – D.Sc., Professor, Lviv Polytechnic National University;

Surianinov M.G. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Tkachuk O.A. – D.Sc., Professor, National University of Water And Environmental Engineering;

Shinkevich E.S. – D.Sc., Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Czarnecki Lech – Professor, Instytut Techniki Budowlanej, ITB, Warsaw;

Iskhakov Iakov – Phd., Professor, Ariel University, Ariel, Israel;

Fischer Hans-Bertram – Dr.-Ing., Bauhaus-Universität, Weimar, Germany;

Hareesh N Ramanathan – Dr., Professor, Toc H Institute of Science and Technology, Arakkunnam, Kochi, Kerala, India;

Kozina Goran – Professor, University North, Croatia;

Milkovic Marin – Phd., University North, Croatia;

Slapac Mariana – Dr. Habilitat of Art, Cultural Heritage Institut, Chisinau, Moldova.

Technical editorship:

Zaytceva J.Y. – Ph.D., Associate Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture;

Kusakovska V.A. – Ph.D., Associate Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Recommended for publication by the Academic Board of the OSACEA

Protocol № 10, 30 May, 2019.

Certificate KB № 4761, 25 December, 2000.

Order of Ministry of Education and Science of Ukraine № 374, 13 March, 2017.

ISSN 2415-377X

© Odessa State Academy
of Civil Engineering and Architecture
(OSACEA), 2019

ЗМІСТ

АРХІТЕКТУРА

Vasilenko A.B., Namchuk A.V. To the state building norms Ukraine (B.2.5-28-2018) «Natural and artificial lighting».....	9
Zakharchuk V., Tretenkov V., Shishkalova N. Geodesic monitoring during temple restoration.....	16

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Бекирова М.М., Кобринец В.М. Статика внецентренно сжатых стержней.....	27
Klymenko Ye.V., Boiadzhi A.O., Polianskyi K.V. About the experimental investigation of residual bearing capacity of damaged reinforced concrete beams inclined sections.....	37
Михайловська О.В., Олексієнко О.Б. Закріплення стінок захисних споруд із застосуванням ґрунтоцементних елементів.....	44
Перельмутер А.В., Юрченко В.В. Дослідження області несучої здатності тонкостінних стержневих елементів із холодногнутих профілів.....	53
Ромашко В.М., Ромашко О.В. Основні положення загальної теорії деформування залізобетонних елементів і конструкцій.....	61

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Гоц В.І., Ластівка О.В., Томін О.О. Вплив плівкоутворюючих компонентів на корозійну стійкість порошкового покриття.....	70
Кривенко П.В., Петропавловський О.М., Руденко І.І., Константиновський О.П. Вплив органо-мінеральних комплексів на міцність і власні деформації шлаколузних цементів.....	81
Кровяков С.О., Мішутін А.В., Дудник Л.В., Заволока М.В., Ткаченко Г.Г. Порівняння міцності і довговічності бетонів на сульфатостійкому портландцементі ССПЦ 400-Д0 та портландцементі з добавкою пуцолани ПЦ П/А-П-500 Р-Н.....	91
Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю. Перспективи застосування вогнезахищеного очерету на об'єктах різного призначення..	99

ГІДРОТЕХНІЧНЕ ТА ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

Рогачко С.И., Мацей Р.А. Инновационное устройство для создания постелей и контрфильтров наклонного типа..	108
---	-----

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА ОБЛАДНАННЯ**Tkachuk O., Yaruta Ya., Shevchuk O.**

Studies of filling, flooding and emptying processes of infiltration basins..... 115

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ**Новський В.О., Бічев І.К., Вівчарук В.В., Войтенко І.В., Єресько О. Г.**

Експериментальне обґрунтування проектних рішень фундаментів багатоповерхової будівлі в місті Одеса..... 125

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**Беспалова А.В.**

Методика исследования пылеобразования в процессах резки каменных материалов..... 132

Лучко Й.Й., Назаревич Б.Л., Чечін В.В.

Щодо методики влаштування мембранної гідроізоляції ін'єкційними методами підземних споруд..... 141

Самченко Р.В., Юхименко А.І.

Ліквідація деформованого стану будівель, споруд у водонасичених умовах..... 151

CONTENTS

ARCHITECTURE

Vasilenko A.B., Namchuk A.V. To the state building norms Ukraine (B.2.5-28-2018) «Natural and artificial lighting».....	9
Zakharchuk V., Tretenkov V., Shishkalova N. Geodesic monitoring during temple restoration.....	16

BUILDING STRUCTURES

Bekirova M.M., Kobrinets V.M. Statics of eccentrically compressed rods.....	27
Klymenko Ye.V., Boiadzhi A.O., Polianskyi K.V. About the experimental investigation of residual bearing capacity of damaged reinforced concrete beams inclined sections.....	37
Mykhailovska O.V., Oleksiienko O.B. Fixing the walls of protective structures with the use of ground cement elements.....	44
Perelmuter A.V., Yurchenko V.V. Load-bearing capacity region analysis of thin-walled structural members from cold-formed profiles.....	53
Romashko V.M., Romashko O.V. Basic provisions of the general theory of deformation of reinforced concrete elements and constructions	61

BUILDING MATERIALS AND TECHNIQUES

Gots V.I., Lastivka O.V., Tomin O.O. Influence of film-forming components on the corrosion resistance of powder coating.....	70
Krivenko P.V., Petropavlovskyi O.M., Rudenko I.I., Konstantynovskyi O.P. The influence of organic-mineral complex additives on strength and proper deformations of alkali-activated slag cements.....	81
Kroviakov S.O., Mishutin A.V., Dudnik L.V., Zavoloka M.V., Tkachenko G.G. Comparison of strength and durability of concretes on sulfate-resistant Portland cement CEM I 32.5 R/SR and Portland cement with the addition of pozzolan CEM II/A-P 42.5 R.....	91
Tsapko Yu., Bondarenko O., Tsapko A. Perspectives for the application of the fireproof cane in objects of different purposes.....	99

HYDROTECHNICAL AND TRANSPORT CONSTRUCTION

Rogachko S.I., Mathey R.A. Innovative device for creating basis and contrfiltres of the slopping type.....	108
--	-----

UTILITY NETWORKS AND FACILITIES

Tkachuk O., Yaruta Ya., Shevchuk O.

Studies of filling, flooding and emptying processes of infiltration basins..... 115

BASEMENT AND FOUNDATIONS

Novskiy V.A., Bichev I.K., Vivcharuk V.V., Voitenko I.V., Yresko E. G.

The experimental basis of the design solutions of the foundations of a high-rise building in the city of Odessa..... 125

TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF BUILDING PRODUCTION

Bespalova A.V.

Method of research of dust formation in the process of cutting stone materials..... 132

Luchko J.J., Nazarevich B.L., Chechin V.V.

Regarding the methods of membrane hydro insulation mutualization by injection methods of linear spirits 141

Samchenko R.V., Yukhymenko A.I.

Elimination of deformed state of buildings and constructions in water-saturated conditions... 151

ЗАКРІПЛЕННЯ СТІНОК ЗАХИСНИХ СПОРУД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Михайловська О.В., к.т.н., с.н.с.,

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
emikhaylovskaya27@gmail.com, ORCID:0000-0001-7451-3210

Олексієнко О.Б., к.т.н.

Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
mb-elena@ukr.net, ORCID:0000-0002-5329-2217

Анотація. Проведено аналіз методів закріплення стінок споруд для захисту від уражуючих факторів. Наведено класифікацію методів захисту стінок фортифікаційних споруд від обвалів при дії динамічного навантаження. Обґрунтовано переваги та недоліки відомих способів захисту стінок захисної споруди. З запропонованих розрахунків впливає, що при закріпленні стінок фортифікаційних споруд ґрунтоцементними елементами зменшується глибина проникнення боєприпасу в захисну споруду. Розрахунки проведено за емпіричними формулами з достатнім ступенем точності. Запропоновано застосувати ґрунтоцементні елементи в якості закріплення стінок захисних споруд і з метою їх ізоляції від потрапляння ґрунтових вод.

Ключові слова: захисні фортифікаційні споруди, динамічне навантаження, ґрунтоцементний елемент, ґрунтоцемент.

Вступ. Для захисту військових в екстремальних умовах та в умовах бойових дій використовуються різні способи. Серед них укриття в захисних спорудах. Крім того, захисні споруди використовувалися для захисту військових в зонах збройних конфліктів та «гарячих точках» для розгортання пунктів життєзабезпечення аварійно-рятувальних формувань: харчування, обігріву, надання медичної та іншої невідкладної допомоги, збору потерпілих тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У широких масштабах захисні споруди були використані під час Великої Вітчизняної війни в 1941 – 1945 роках. Вони відіграли важливу роль у порятунку людей. Про ефективність застосування захисних споруд свідчать такі дані: втрати серед населення в першій половині 1942 р. склали 15% від втрат в 1941 р, а в другій половині року – не більше ніж 6%. Таким чином, з ростом забезпечення населення укриттями різко знизився відсоток людських втрат [1]. При влаштуванні захисних споруд важливим є забезпечення кріплення стінок [1 – 3]. Ю. Веремєєв наводить основні види захисту відкосів захисних споруд від обсіпання. Однак, на даний час таке кріплення має достатню кількість недоліків та переважно не забезпечує водонепроникність стінок при піднятті рівня ґрунтових вод.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В сучасних умовах укриття людей в захисних спорудах, як спосіб захисту від небезпек в поєднанні з евакуацією зі зон ураження (забруднення) та використанням засобів індивідуального захисту, підвищує надійність захисту населення. В умовах, коли можуть бути ускладнені евакуаційні заходи з великих міст в короткі терміни, цей спосіб захисту стає єдино можливим і ефективним. Тому важливим завданням є забезпечити водонепроникність та стійкість таких споруд.

Метою статті є розглянути захисні споруди для захисту військових у зоні бойових дій та військових операцій, запропонувати інженерне рішення закріплення стінок захисних споруд за допомогою ґрунтоцементних елементів та обґрунтувати його ефективність.

Матеріали та методика дослідження. Захисні споруди в зоні бойових дій – це споруди, призначені для захисту від вражаючих факторів сучасних засобів ураження (боєприпасів зброї масового ураження), а також від вторинних факторів, що виникають при руйнуванні (пошкодженні) потенційно небезпечних об'єктів. Найпростіші укриття – це споруди, які забезпечують частковий захист від повітряної ударної хвилі, світлового випромінювання

ядерного вибуху і уламків зруйнованих будівель, захищають від негоди та інших несприятливих умов. Найпростіші укриття це щілини, землянки [2]. Такі споруди можуть бути збудовані досить швидко і на короткі терміни. Однак, якщо необхідно передбачати захист військових та населення на довгі терміни, то при проектуванні і будівництві захисних споруд необхідно передбачати найбільш економічні об'ємно-планувальні рішення з урахуванням вимог щодо їх ефективного використання.

Наприклад, споруди для спостереження відкритого типу будуються у вигляді щілини глибиною 1,4 м з примкнутим ходом і осередком для спостерігача.

Укриття для особового складу призначаються для збереження боєздатності і забезпечення захисту військ від засобів ураження на позиціях і в районах розташування.

Важливою частиною будівництва є влаштування захисту від обсіпання стінок споруд. Для влаштування покриття та «одягу крутості» щілин можуть застосовуватися лісоматеріали (колоди, накатник, жердини, дошки), хмиз, фашины з очерету, а також різні залізобетонні вироби, металопрокат та інші підручні матеріали (рис. 1).

Щілина з перекриттям з жердин або колод має місце в міцних ґрунтах.

Однак влаштування закріплення відкосів споруд з «підручних» матеріалів мають низку недоліків, серед них висока водопроникність та змочуваність в умовах розташування ґрунтових вод вище лінії днища споруди. В такому випадку виникає необхідність спорудження дренажів, будівництво яких збільшує трудомісткість робіт. При неналежному захисті від обсіпання можна звести нанівець зусилля з будівництва захисних споруд.

На даний час відомі технології ефективного захисту стінок захисних споруд від обсіпання. Наприклад, відомий спосіб закріплення стінок дерниною (родючим ґрунтом, пронизаним кореневою системою трави), в результаті чого вирізані шматки дернини мають досить значну міцність (рис. 2).

Дернина найбільш доступний, дешевий і легко використовуваний матеріал. В місцевостях, де росте трава, дернина може використовуватися і влітку і взимку. Хоча, взимку внаслідок промерзання ґрунту її використати з метою закріплення стінок фортифікаційних споруд вкрай важко.



Рис. 1. Види закріплення стінок захисних споруд

Недоліком влаштування «одягу крутості» дерниною є значне збільшення обсягу земляних робіт. Крім того, як правило, дернини знятої при викопуванні споруди для влаштування «одягу» недостатньо, і його доводиться нарізати і підвозити. Також суттєвим недоліком є те, що необхідно періодично зволожувати дернину (залежно від сухості ґрунту і погоди). Якщо відновилася зростання трави в дернину, то через нетривалий час одяг набуває міцність цільного ґрунту [3].

Відомий спосіб влаштування «одягу крутості» хмизом. Цей вид одягу крутості доцільно застосовувати в насипах, оскільки порядок робіт вимагає, щоб позаду стінки, що створюють був вільний простір. При створенні одягу крутості із хмизу спочатку встановлюється каркасна рама з жердин, після цього впритул до каркасу укладаються пучки

хмизу. Після цього починається відсипання ґрунту для утворення насипу. У міру відсипання ґрунту додаються пучки хмизу. Цей спосіб закріплення стінок споруди є трудомістким, однак не завжди ефективним.

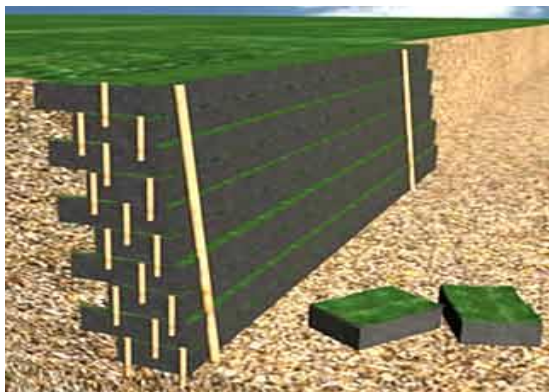


Рис. 2. Влаштування «одягу крутості» дерниною [3]

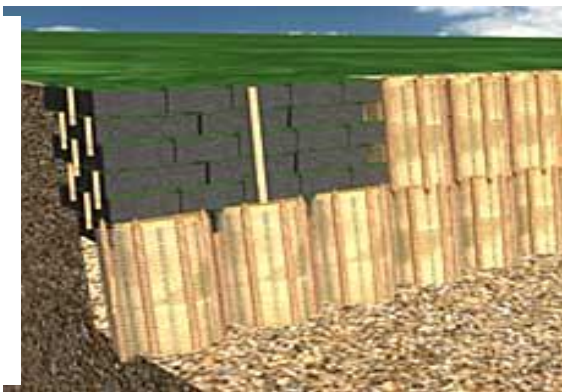


Рис. 3. Влаштування «одягу крутості» напівтурами [3]

Частіше за все закріплення стінок фортифікаційних споруд виконують із місцевих та переносних матеріалів. Цей вид «одягу крутості» для насипів і виїмок створюється аналогічно закріплення стінок споруд хмизом. Для виїмок різниця в тому, що до відтягненні кріпиться тільки верхній кінець жердин тину (відтягнення для нижньої частини тину в виїмці зробити просто неможливо). Якщо тин переносний, то його низ прив'язується до вбитих в ґрунт коротких кілків [3].

Влаштування захисту стінок споруди від обсіпання турами вважається найміцнішим. Може використовуватися як у виїмках, так і в насипах. Якщо тури ставляться в один ярус, то, як правило, анкерні палі не потрібні. Після установа турів в них засипається і утрамбовується ґрунт.

Також широко застосовувалося закріплення стінок споруд напівтурами під час Великої Вітчизняної Війни. Влаштовується цей вид закріплення аналогічно закріпленню стінок відкритих споруд турами в один ярус, однак цей спосіб забезпечує економію матеріалів.

У польовий фортифікації XIX століття тури і напівтури застосовувалися при зведенні польових укріплень (батареї, люнети, редути) оскільки забезпечували максимальну міцність стінок насипів того часу. Вони були чи не єдиним способом укріплень стінок. Тому, що для військових того часу тин був звичним в селянському побуті виробом.

Влаштування «одягу крутості» фашинами є швидким способом особливо, якщо фашини заготовлені заздалегідь (рис. 4). За міцністю, таке закріплення майже не відрізняється від одягу турами. Нижній ряд закопується на глибину в половину свого діаметра і прибивається до основи через кожні дві перев'язки дерев'яними кілками довжиною 60 – 70 см.



Рис. 4. Влаштування «одягу крутості» фашинами [3]

Відомий метод захисту стінок земляних споруд для захисту військових в зоні бойових дій стандартними земляними мішками.

Тобто мішками, виготовленими з підкладкового полотна, що мають довжину 46 см та діаметр 23 см. Заповнений мішок важить близько 16 кг. При цьому ґрунт засипається приблизно на 3/4 його висоти. Тому, при укладанні земляного мішка він набуває плоско-овальної форми.

«Одяг крутості» з мішків із землею створюється аналогічно одягу із дернини, однак, мішки кілками не прибиваються до землі. Недоліком є те, що зазвичай військові роти не мають запасу мішків або полотна. Крім того, полотно є достатньо дорогим та швидко починає гнити

під впливом ґрунтової та атмосферної вологи [3].

При створенні вище зазначених «одягів крутостей» в першу чергу слід використовувати наявні в достатній кількості місцеві матеріали. Так хмиз замінюють соломою, очеретом сплетеними в джуги. Дернину, там, де досить глини і мало трави, замінюють сирцем. Однак, пиломатеріали не розглядаються як рекомендований матеріал для спорудження захисту стінок споруд від обсіпання.

В армії США для влаштування «одягу крутості» застосовують комплект з мішковини і металевої сітки (сітка «рабиця») чим забезпечується найбільш швидке облаштування стінок бойових траншей. У комплект входять рулони мішковини, рулони металевої сітки, анкерні металеві кілки і тросові відтягнення. На місці заготовлюються тільки дерев'яні стійки. Такий спосіб влаштування «одягу крутості» є досить швидким, однак він досить не надійний при влаштування захисних споруд нижче рівня ґрунтових вод. В державах НАТО на даний час стінки траншей влаштовують вертикальними, при цьому широко застосовують в якості «одягу крутостей» з жердин, хмизу, фашин, сітки з дроту, елементів хвилястої сталі з розпірними рамами.

Результати досліджень. Авторами пропонується для закріплення стінок щілин, траншей застосувати ряд ґрунтоцементних паль, за відомою технологією. Її сутність полягає в тому, що під час буріння свердловин одночасно подається під тиском рідкий розчин цементу, внаслідок чого ґрунт перемішується з цементом і після його затвердіння утворюється паля, основою якої є ґрунтобетон (рис. 5) [4].

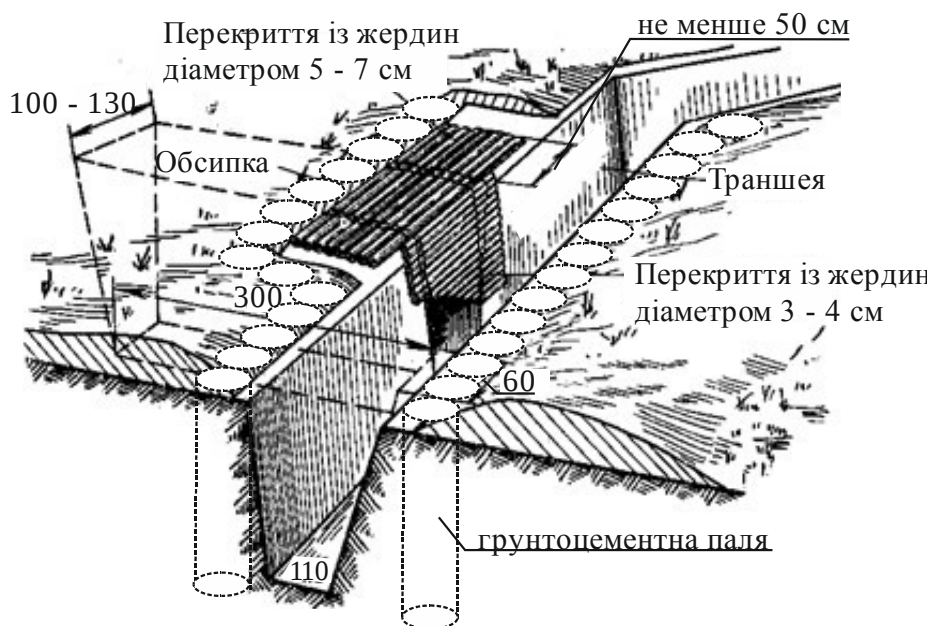


Рис. 5. Споруда відкритого типу – щілина із влаштуванням закріплення стінок за допомогою ґрунтоцементних елементів

Водонепроникність ґрунтоцементну доведено результатами наукових та лабораторних досліджень. Наприклад, для зразків ґрунтоцементну, виготовленого в лабораторних та польових умовах з лесового легкого суглинку з додаванням 20% портландцементу М400 від ваги сухого ґрунту, В/Ц = 1, без додаткового ущільнення і гідрофобних добавок, методом «микрої плями» й експрес-методом, який полягає у визначенні повітропроникності, визначено марку ґрунтоцементу, що відповідає W12 – W16 класифікації бетонів за водонепроникністю [4 – 7]. Що стосується процесу тужавіння ґрунтоцементу у часі, то він проходив у водному середовищі і простежений протягом двох років. Коли порівняти параметри міцності отримані у віці 28 діб з тими, що отримані через два роки, маємо збільшення міцності R у три рази, а модуля деформації E – близько двох разів [8].

У результаті експериментальних досліджень проникності ґрунтоцементу на приладі ГК-5 за методикою стандарту визначено, що газопроникність ґрунтоцементу становить 0,13 мД,

тобто ґрунтоцемент належить до практично непроникних матеріалів.

Однією з особливостей ґрунтоцементу є те, що він не розмокає у водному середовищі [11 – 15], тобто такі елементи можливо утворювати у водонасиченому ґрунті (нижче від рівня ґрунтових вод). Надійність, технологічність, економічність, невеликі енергосмність і матеріаломісткість – це основні показники, які обґрунтовують актуальність досліджень використання ґрунтоцементу для закріплення ґрунтів [5].

Важливим аспектом є стійкість захисної споруди. В статті досліджували стійкість бокових стінок споруд обсіпаних ґрунтом на дію фугасних снарядів МТ-12 «Рапіра» (рис. 6) з близьких відстаней на удар.



Рис. 6. МТ-12 «Рапіра» (загальний вигляд)

МТ-12 «Рапіра» перебуває на озброєнні Міністерства оборони України. Конструктивно знаряддя є гладкоствольною протитанковою гарматою. Боєкомплект знаряддя включає в себе кілька типів підкаліберних, кумулятивних і осколково-фугасних снарядів, а також керовані протитанкові ракети «Кастет». Знаряддя МТ-12 можна використовувати як для ураження танків, бронетранспортерів та інших засобів бронетехніки, так і для стрільби по амбразурах довготривалих і дерево-земляних вогневих точках. Вагомою перевагою МТ-12 є швидкострільність. Середній темп прицільної стрільби з 100-мм МТ-12 становить приблизно 6 пострілів в хвилину [9-10].

Розрахунки провели за відомими емпіричними формулами (1 – 3).

Глибина воронки вибуху:

$$H_{\text{в}} = H_{\text{пр}} + R_{\text{роз}} - Ц, \text{ м} \quad (1)$$

де: $H_{\text{пр}}$ – глибина проникнення боєприпасу у захисну споруду, м;

$R_{\text{роз}}$ – радіус розриву боєприпасу, м;

$Ц$ – відстань від центру вибуху до поверхні, м. Приймаємо 0,05 м.

Радіус розриву боєприпасу:

$$R_{\text{роз}} = K_{\text{роз}} K_{\text{заб}} C^{1/3}, \text{ м} \quad (2)$$

де: $K_{\text{роз}}$ – коефіцієнт піддатливості вибуху; прийняли 0,5 для суглинку, для ґрунтоцементу прийняли 0,3 (0,18 – для бетону);

$K_{\text{заб}}$ – коефіцієнт забивання, чим краще забивання, тим сильніше вплив вибуху на перешкоду:

1 – вибух на поверхні споруди або землі, погане забивання;

C – маса вибухової речовини в заряді, 4 кг.

Глибина проникнення боєприпасу у захисну споруду розраховується за уточненою формулою:

$$H_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{пр}} K_{\text{ф}} K_{\text{к}} M V \cos((\beta_{\text{н}} + \beta) \cdot 0,5)}{D^2}, \text{ м} \quad (3)$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт податливості проникненню матеріалу. Для суглинку приймаємо 0,000006. Коефіцієнт визначений емпіричним шляхом. Пропонується для попередніх

розрахунків прийняти $K_{пр}$ для ґрунтоцементу на рівні 0,0000020.

K_{ϕ} – коефіцієнт форми головної частини снаряда;

1,3 – для бетонобійного у випадку проникнення в бетон, залізобетон, скелю;

1,0 – для усіх інших випадків. Приймаємо в розрахунках 1,0;

K_k – коефіцієнт калібру (діаметру) снаряда;

M – маса снаряду, кг; маса снаряду МТ-12 21 кг;

V – швидкість снаряда, м/с (швидкість снаряда приймаємо 300 м/с);

n – коефіцієнт можливості зміни траєкторії снаряда в процесі проникнення;

1,5 – бетонобійний снаряд в бетон;

1 – в інших випадках. Приймаємо не змінну траєкторію руху снаряду, тобто $n=1$;

β – кут між траєкторією падіння та перпендикуляром до перепони;

Діаметр снаряда приймаємо 0,1 м.

Результати розрахунку зведено до таблиці 1.

Таблиця 1 – Фортифікаційні розрахунки споруд

№ з/п	Опис	Глибина проникнення боєприпасу у захисну споруду, $H_{пр}$, м	Коефіцієнт податливості проникненню матеріалу $K_{пр}$, м	Радіус розриву боєприпасу, $R_{роз}$, м	Глибина воронки вибуху, H_v , м
1	Споруда з незакріпленими стінками у суглинках, або закріплена підручними матеріалами.	3,78	0,000006	0,79	4,52
2	Споруда з закріпленими стінками у суглинках з улаштуванням закріплення ґрунтоцементними елементами.	1,26	0,000002	0,48	1,68

Висновки. Виконано огляд відомих способів закріплення стінок споруд, оцінено їх переваги та недоліки. Значним недоліком наведених «одягів крутостей» є водонепроникність та неможливість спорудження в складних інженерно-геологічних умовах. Ці недоліки можливо усунути застосуванням закріплення стінок споруд ґрунтоцементними елементами. З приведених розрахунків випливає, що при закріпленні стінок фортифікаційних споруд ґрунтоцементними елементами зменшується глибина проникнення боєприпасу у захисну споруду на 2,52 м. Розрахунки проведені за емпіричними формулами з достатнім ступенем точності.

Коефіцієнт податливості матеріалу для ґрунтоцементу прийнято як для піщовикової скелі без тріщин 0,000002, він також потребує уточнення.

Література

1. Обеспечение населения защитными сооружениями гражданской обороны / Под общ. ред. П.В. Плата; МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2007. – 272 с.
2. Отрывка и оборудование окопов (укрытий) для личного состава и штатной техники [Електронний ресурс]. – Военсервис. – 2016-2019. – URL. – Режим доступу: http://voenservice.ru/boevaya_podgotovka/ingenernaya_podgotovka/otryivka-i-oborudovanie-okopov-ukryitiy-dlya-lichnogo-sostava-i-shtatnoy-tehniki/ (дата звернення 22.04.2019 р).
3. Веремеев Ю. Полевые фортсооружения Русской Армии в конце XIX века. Часть 3 Одежда для крутостей. [Електронний ресурс] / Ю. Веремеев. – Режим доступу: <http://army.armor.kiev.ua/fort/rus-okop-1897-c.php> (дата звернення 22.04.2019 р).
4. Зоценко М.Л. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: Монографія / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, В.М. Зоценко. – Харків: Друкарня

Мадрид, 2016. – 94 с.

5. Грунтоцементные сваи – технология устройства и погружения. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://opalubok.ru/gruntocementnye-svai.html> (дата звернення 22.04.2019 р).

6. Петруняк М.В. Бурунабивна паля у оболонці з грунтоцементу : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Петруняк Марина Валентинівна. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2011. – 21 с.

7. Ларцева І.І. До визначення водонепроникності грунтоцементу / І.І. Ларцева, М.В. Петруняк, К.А. Тимофєєва // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2013. – Вип. 3(2). – С. 193-199.

8. Ларцева І.І. Закріплення зсувонебезпечних територій за допомогою цементації ґрунтів за бурозмішувальною технологією: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Ірина Ігорівна Ларцева. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2010. – 20 с.

9. 100-мм противотанковая пушка МТ-12. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/100-мм_противотанковая_пушка_МТ-12 (дата звернення 22.04.2019 р).

10. Наземна артилерія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mil.gov.ua/ministry/ozbroennya-ta-texnika/suxoputnix-vijsk/nazemna-artileriya.html> (дата звернення 22.04.2019 р.).

11. Marchenko V. Influence of vibration time during preparation soil-cement piles on their bearing capacity / V. Marchenko, T. Nesterenko // Conference reports materials «Problems of energy saving and nature use 2013». – Budapest, 2014. – pp. 78-83.

12. Rios S. Poposity/cement index to evaluate geomechanical properties of an artificial cemented soil / S. Rios, A. Viana da Fonseca // Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris. – 2013. – Vol. 3. – pp. 2562-2589.

13. Strength properties of densely compacted cement-mixed gravelly soil / A. Ezaoui, F. Tatsuoka, S. Furusawa, K. Yirao, T. Kataoka // Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris. – 2013. – Vol. 1. – pp. 329-332.

14. Topolnicki M. Soil mixing – challenges of applications ranging from ground improvement to structural elements / M. Topolnicki // Proc. of the XIII Danube-European Conf. on Geotechnical Engineering. – Ljubljana, 2006. – S.2. – pp. 177-182.

15. Characteristics of manmade stiff grounds improved by drill-mixing method / [M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, I. Lartseva et al.] // Proc. of the 15th European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Athens, 2011). – Amsterdam: IOS Press, 2011. – pp. 1097-1102.

References

- [1] Obespecheniye naseleniya zashchitnymi sooruzheniyami grazhdanskoy oborony, Pod obshch. red. P.V. Plata; MCHS Rossii, Moscow, Delovoy ekspress, 2007.
- [2] Otryvka i oborudovaniye okopov (ukrytiy) dlya lichnogo sostava i shtatnoy tekhniki. [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: http://voenservice.ru/boevaya_podgotovka/ingenernaya_podgotovka/otryvka-i-oborudovanie-okopov-ukryitiy-dlya-lichnogo-sostava-i-shtatnoy-tehniki. Accessed on: April 22, 2019.
- [3] Yu.Veremeyev, “Polevyye fortsooruzheniya Russkoy Armii v kontse KHÍKH veka. Chast' 3 Odezhd dlya krutostey”. [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: <http://army.armor.kiev.ua/fort/rus-okop-1897-c.php>. Accessed on: April 22, 2019.
- [4] M.L. Zotsenko, Yu.L. Vinnikov, V.M. Zotsenko, *Buroví ģruntotsementní palí, yaki vigotovlyayut'sya za burozmíshuval'nim metodom* : Monografiya, Kharkív, Drukarnya Madrid, 2016.
- [5] Hruntotsementnye svay – tekhnolohyya ustroystva y pohruzhenyya. [Elektronnyy resurs] Rezhym dostupu: <http://opalubok.ru/gruntocementnye-svai.html>. Accessed on: April 22, 2019.
- [6] M.V. Petrunyak, “Buronabyvna palya u obolontsi z hruntotsementu”, dis. Cand. Tech. Sciences: 05.23.02, Poltava, 2011.

- [7] I.I. Lartseva, M.V. Petrunyak, K.A. Tymofyeyeva, “Do vyznachennya vodonepronyknosti gruntotsementu”, *Zbirnyk naukovykh prats' Poltav's'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu im. YU. Kondratyuka: Haluzeve mashynobuduvannya, budivnytstvo*, vol 3(2), pp. 193-199, 2013.
- [8] I.I. Lartseva, “Zakriplennya zsuvoonebezpechnykh terytoriy za dopomohoyu tsementatsiyi gruntiv za burozmishuval'noyu tekhnolohiyeyu”: dis. Cand. Tech. Sciences: 05.23.02, Poltava, 2010.
- [9] 100-mm protyvotankovaya pushka MT-12. [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: https://ru.wikipedia.org/wiki/100-mm_protivotankovaya_pushka_MT-12. Accessed on: April 22, 2019.
- [10] Nazemna artyleriya. [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.mil.gov.ua/ministry/ozbroennya-ta-texnika/suxoputnix-vijsk/nazemna-artileriya.html>. Accessed on: April 22, 2019.
- [11] V. Marchenko, T. Nesterenko, “Influence of vibration time during preparation soil-cement piles on their bearing capacity”, *Conference reports materials «Problems of energy saving and nature use 2013»*, Budapest, pp. 78-83, 2014.
- [12] S. Rios, A. Viana da Fonseca, “Poposity/cement index to evaluate geomechanical properties of an artificial cemented soil”, *Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Paris, vol. 3, pp. 2562-2589, 2013.
- [13] A. Ezaoui, F. Tatsuka, S. Furusawa, K. Yirao, T. Kataoka, “Strength properties of densely compacted cement-mixed gravelly soil”, *Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Paris, vol. 1, pp. 329-332, 2013.
- [14] M. Topolnicki, “Soil mixing – challenges of applications ranging from ground improvement to structural elements”, *Proc. of the XIII Danube-European Conf. on Geotechnical Engineering*, Ljubljana, pp. 177-182, 2006.
- [15] M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, I. Lartseva, “Characteristics of manmade stiff grounds improved by drill-mixing method”, *Proc. of the 15th European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Athens, 2011)*, Amsterdam, IOS Press, pp. 1097-1102, 2011.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ СТЕНОК ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУНТОЦЕМЕНТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Михайловская Е.В., к.т.н., с.н.с.,

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка
emikhaylovskaya27@gmail.com, ORCID:0000-0001-7451-3210

Алексеев Е.Б., к.т.н.

Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительных конструкций»
mb-elena@ukr.net, ORCID:0000-0002-5329-2217

Аннотация. Проведен анализ методов закрепления стенок сооружений для защиты от поражающих факторов. Приведена классификация методов защиты стенок фортификационных сооружений от осыпаний при действии динамической нагрузки. В современных условиях укрытия людей в защитных сооружениях, как способ защиты от опасностей в сочетании с эвакуацией из зон поражения (загрязнения) и использованием средств индивидуальной защиты, повышает надежность защиты населения. В условиях, когда могут быть осложнены эвакуационные мероприятия из крупных городов в короткие сроки, этот способ защиты становится единственно возможным и эффективным. Поэтому важной задачей является обеспечить водонепроницаемость и устойчивость таких сооружений. Важной частью строительства является устройство защиты от осыпания стенок сооружений. Для устройства покрытия и «одежды крутостей» щелей могут применяться лесоматериалы (бревна, накатник, жерди, доски), хворост, фашинами из тростника, а также различные железобетонные изделия, металлопрокат и другие подручные материалы.

Наукове видання

ВІСНИК

**ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Випуск № 75
червень 2019**

Головний редактор *Ковров А.В.*

Технічний редактор *Антонюк Н.Р.*

Підписано до друку 14.06.2019 р.
Формат 60×84/8. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 18,37.
Наклад 300 прим. Зам. №18-38Е

Видавець і виготовлювач:
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Свідоцтво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.
тел. (048) 729-85-34, e-mail: rio@ogasa.org.ua

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА