

УДК 624.137.5

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПІДПІРНИХ СТІН СПЕЦІАЛЬНОГО ТИПУ ДЛЯ ТЕРИТОРІЙ З ОСОБЛИВИМИ УМОВАМИ

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ

CONSTRUCTIVE SOLUTIONS RETAINING WALLS SPECIAL TYPE FOR AREAS WITH SPECIAL CONDITIONS

Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Настич О.Б., к.т.н., доц., Кришко Д.А., к.т.н., ст. викл., Савенко В.О., асп. (Криворізький національний університет)

Тимченко Р.А., д.т.н., проф., Настич О.Б., к.т.н., доц., Кришко Д.А., к.т.н., ст. преп., Савенко В.О., асп. (Криворожский национальный университет)

Timchenko R.O., D.Sc., prof., Nastych O.B., Ph.D., assist. prof., Krishko D.A., Ph.D., Savenko V.O., postgrad. (Kryvyi Rih National University)

Розглянуті конструктивні рішення підпірних стін спеціального типу для освоєння територій з особливими умовами (території із підземними виробками, просідаючими і зсувними ґрунтами), а також в умовах загрози затоплення територій.

Рассмотрены конструктивные решения подпорных стен специального типа для освоения территорий с особыми условиями (территории с подземными выработками, просадочными и сдвижными грунтами), а также в условиях угрозы затопления территорий.

Specific types of retaining wall constructions for mastering of area with special conditions (undermining territories, collapsible and sliding soils, as well as area with flooding threat) are considered in this article.

Ключові слова:

Підпірні стіни, шламосховища, загроза підтоплення територій.

Подпорные стены, шламохранилища, угроза подтопления территорий.

Retaining walls, slime storages, threat of flooding areas.

Вступ. За експертними оцінками 90% площі території України характеризується складними інженерно-геологічними умовами, що погіршуються внаслідок впливу природних і техногенних факторів [1]. Усі ці

фактори ускладнюють застосування наявних типів конструкцій підпірних стін. Вибір найкращих конструктивних рішень з урахуванням конкретних умов проектування одна з головних інженерних задач [2, 3].

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні підпірні стіни знаходять широке застосування не тільки в цивільному, промисловому, автодорожньому, залізничному, а й гідротехнічному будівництві.

На підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах, при складних деформаціях основи не завжди можна реалізувати наявні технічні рішення на увазі їх непристосованості до умов роботи. Існуючі конструкції підпірних стін не розраховані на додаткові зусилля від горизонтального зрушення ґрунту, який викликає концентрацію тисків у нижній частині і відповідно призводить до руйнування конструкції.

Постановка мети і задач досліджень. Для теперішнього часу характерне прагнення до раціонального використання міських територій, що призводить до розвитку та пошуку нових видів споруд, які могли б бути економічно доцільні і менш трудомісткі. У зв'язку з цим зростає проблема і область застосування підпірних стін: специфіка, конструктивне рішення, технологічність, умови можливого влаштування, раціональність, доцільність і ряд інших факторів.

Відомо, що на територіях із особливими умовами (підземними виробками та просідаючими ґрунтами, зсувонебезпечних територіях) необхідно виконувати інженерно-геологічні вишукування. Тільки після отримання результатів цих вишукувань, аналізу умов експлуатації можливо прийняти найкраще конструктивне рішення [4-6].

Основна частина. Для територій з особливими умовами були розроблені підпірні стіни спеціального типу, деякі з них представлені нижче.

Для захисту території від зсувних зусиль ґрунту запропоновано нову конструкцію підпірної стінки спеціального типу [7]. Вона є вдосконаленою конструкцією підпірної стінки кутникового типу за рахунок формування контактних поверхонь з порожнинами на лицьовій плиті з боку ґрунту, що зумовлює зниження піків контактних напружень на поверхні за рахунок рівномірного перерозподілу тисків в ґрунті. Використовується явище "арочного ефекту", що дозволяє рівномірно ущільнювати ґрунт з однаковим рівнем тиску всіх призматичних ділянок підпірної стінки, що контактують з ґрунтом.

Порожнини виконані у вигляді пірамід однакового розміру, мають регулярну структуру, забезпечують утворення ущільненого ядра певної величини і здійснюють перерозподіл тиску на лицьову плиту підпірної стінки. Для плавного сприйняття деформаційних впливів від зсуву ґрунту, бічні грані порожнин виконані криволінійними. Для зниження діючих сил тертя бічні грані порожнин покриті антифрикційним шаром. Для ущільнення ґрунту в початковій стадії роботи підпірної стінки біля припорних і опорних ділянок на контурних поверхнях опорних елементів між порожнинами і

грунтом розміщений розділовий шар з пружно-піддатливого матеріалу (рис. 1, 2).

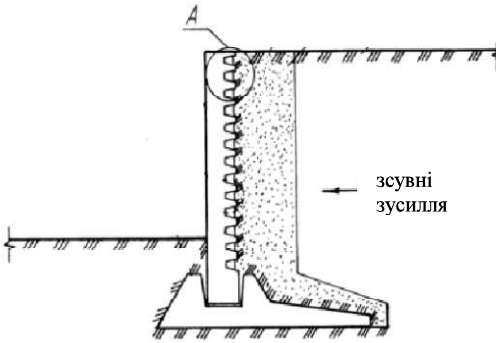


Рис. 1. Збірна підпірна стінка

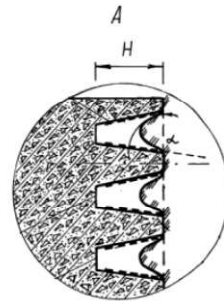


Рис. 2. Вузол А

На підроблюваних територіях запропонована підпірна стінка спеціального типу є удосконаленням підпірної стінки шляхом додавання Г-подібної форми поперечного перерізу фундаментного елемента, і шляхом формування контактних поверхонь з порожнинами на вертикальному елементі з боку ґрунту, що призводить до збільшення опору зрушенню по підшві конструкції і дозволяє знизити контактні напруги на поверхні підпірної стінки за рахунок рівномірного перерозподілу тисків у ґрунті, що зрушується, крім того збільшує опір зсуву по підшві конструкції (рис. 3) [8].

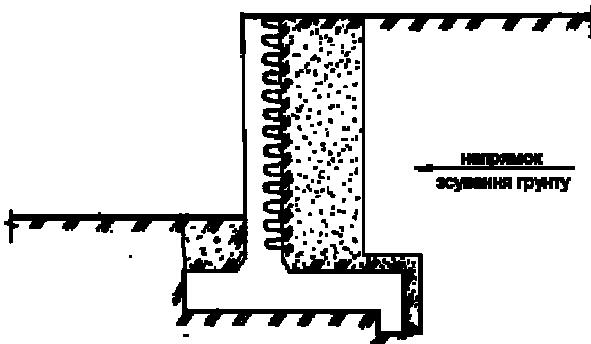


Рис. 3. Монолітна підпірна стінка спеціального типу

Одним з варіантів підпірної стінки спеціального типу є удосконалення підпірної стінки шляхом оснащення лицьової плити контрфорсом у вигляді діафрагми, а також оснащення лицьової плити контрфорсом у вигляді підкосу, які розміщено збоку вільної поверхні (рис 4, 5) [9].

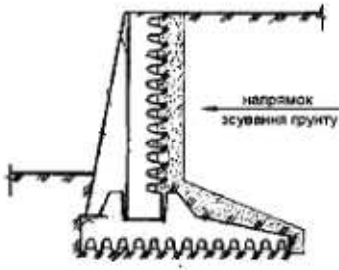


Рис. 4. Підпірна стінка спеціального типу з контрфорсом у вигляді діафрагми.

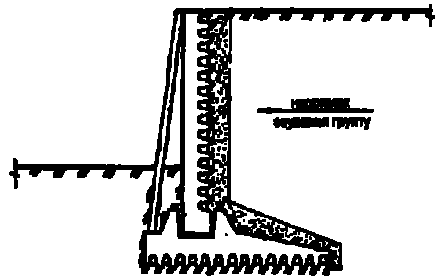


Рис.5. Підпірна стінка спеціального типу з контрфорсом у вигляді підкосу

Для зсувних схилів запропонована конструкція підпірної стінки спеціального типу [10], яка включає в себе лицьову і фундаментну плити, жорстко з'єднані один з одним і утворюють кутниковий профіль. В якості основи застосовується стовпчастий фундамент з бутобетону (монолітний залізобетонний). Між фундаментною плитою і стовпчастим бутобетонним фундаментом розташовується шов ковзання, який складається з декількох шарів руберойду з низьким коефіцієнтом тертя. Даний бутобетонний фундамент дозволяє витримувати вплив великих вертикальних навантажень від зсувних явищ. Перед пристроєм фундаменту в траншеї можна застосувати водозахисний екран, який перешкоджає би проникненню ґрунтових вод до схилу (лист поліетилену) (рис. 6).

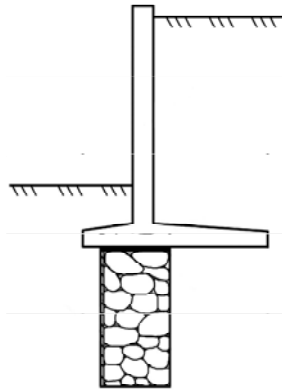


Рис.6. Підпірна стінка спеціального типу

До території з особливими умовами можна віднести і шламосховище «Миролюбівське» м. Кривий Ріг.

Прикладом використання підпірної стіни спеціального типу наведено випадок при нарощуванні дамби обвалування «Миролюбівське» (відм. 140м) для підтримки потужності ГЗК КДГМК «АрселорМіттал Кривий Ріг». На

останніх трьох етапах будівництва (від відм. 120 до відм. 135) були зведені ємності об'ємом в 7,0; 8,5 і 12, 5 млн.м³ [11].

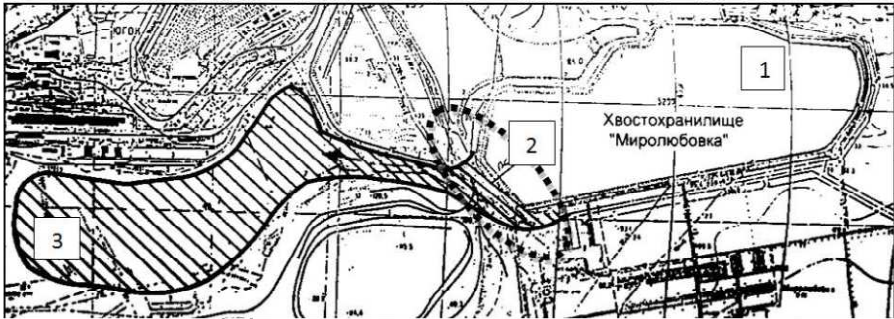


Рис. 7. Схема шламосховища «Миролубівське»

1. Шламосховище «Миролубовское»;
2. Зона прориву і потенційне місце розташування підпірних стінок;
3. Зона можливого затоплення.

Раніше, ще не розширене до таких обсягів шламосховище, в умовах неправильної експлуатації і при непередбачених змінах властивостей ґрунтів, втратило стійкість на одній зі спостережуваних ділянок, що поставило під загрозу наближений населені пункти, електростанції та відведені під сільське господарство території.

Авторами запропоновано підпірну стінку спеціального типу, яка дозволить подовжити термін експлуатації дамби обвалування та зменшити ризик затоплення територій (рис. 8).

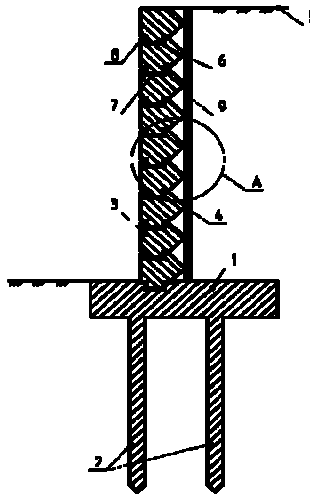


Рис. 8. Підпірна стінка блочного типу

Збірна підпірна стінка блочного типу складається з фундаментної плити 1 із палями 2 і вертикального елемента, виконаного з укладених один на один блоків 3. Вертикальний елемент містить у собі лицьову та тильну грані. Лицьова грань блоків 3 виконана прямолінійною, а тильна у вигляді структурної поверхні, котра являє собою виступаючі піраміди 4 з боку утриманого ґрунту 5.

Блоки встановлені один на один та з'єднані між собою шипами 6, що входять в пази 7 на високоміцному розчині 8. На тильній грані вертикального елемента розміщено два листи гнучкого пружно-піддатливого матеріалу 9, виконаного із біорозкладного полімеру (рис. 9).

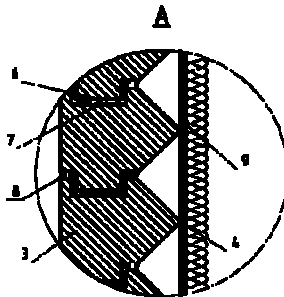


Рис. 9. Вузол А

Результати досліджень. Збірна підпірна стінка блочного типу дозволяє сприймати значні зрушуючі зусилля, що виникають у результаті роботи в умовах насування нестійких схилів та укосів, а також горизонтальні переміщення ґрунту при підробці.

Стійкість підпірної стінки забезпечується за рахунок паль, шипів і пазів блоків. Дослідження показали, що використання буро-набивних паль на даній території може викликати зсув нижніх слоїв ґрунтів і вплинути на існуючі об'єкти. Тому можуть бути застосовані: гвинтові палі; буро-змішувальна технологія виготовлення ґрунтоцементних паль.

На тильній поверхні вертикального елемента розміщено два листи пружно-піддатливого матеріалу. Листи, розташовані в два ряди та слугують для рівномірного ущільнення ґрунту засипки, при чому перший лист виконує функцію антифрикційного покриття для зниження діючих сил тертя.

Листи виконані із сучасних матеріалів, які повністю розкладаються під дією мікроорганізмів в аеробних чи анаеробних умовах на діоксид вуглецю, метан, воду, біомасу та неорганічні з'єднання.

Строк розкладення полімеру залежить від довжини та будови полімерного ланцюжка, що в свою чергу дає можливість підібрати необхідний склад полімеру для виконання поставлених задач продовж всього часу експлуатації підпірної стінки блочного типу. Вкорочення полімерних ланцюжків призводить до втрати механічних властивостей (міцність, межа міцності на розрив, межа міцності на вигин), таким чином листи пружно-піддатливого

матеріалу підбираються так: перший лист від підпірної стінки тонший, але з довгими полімерними ланцюжками, другий лист товщий, але з коротшими полімерними ланцюжками завдяки цьому перший лист буде довше виконувати функцію антифрикційного покриття, а другий сприйматиме і перерозподілятиме зусилля від горизонтального переміщення ґрунту розкладаючись швидше за перший.

Висновки. Нові конструкції підпірних стін в певній мірі поширюють існуючу класифікацію за ознаками «підпірні стінки спеціального типу» (для підроблювальних, зсувних територій та для просадних ґрунтів), можуть бути застосовані в різних напрямках масового будівництва в складних інженерно-геологічних умовах та техногенного навантаження.

Запропоноване конструктивне рішення підпірної стінки блочного типу для шламосховища «Миролобівське» відрізняється більшим терміном та високою надійністю експлуатації в критичній ситуації при непередбачених аварійним збільшенням зрушуючих навантажень.

1. Кривошеев П.І. “Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами”. – “Будівництво України” № 6, 2001 р., с. 16-19. 2. Тімченко Р.О. Проекування і розрахунок підпірних стін: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. - Кривий Ріг: Мінерал, 2005. – 136 с. 3. Романов С.В., Глушенко Ю.Н., Романов І.С. Опыт применения технологии вдавливания при устройстве подпорных стен и шпунтовых ограждений // Нові технології в будівництві. – 2002. - №1(3). – С. 8-11. 4. Дураев А.В. Расчет балок, лежащих на неоднородном, нелинейном деформируемом основании / А.В. Дураев, Г.К. Клейн. – Саранск: Мордовский государственный университет им. Огарева, 1977. – С. 66–72. – (Строительные конструкции и строительная механика; ч.1). 5. Клейн Г.К. Расчет балок на нелинейно - деформируемом основании / Г.К. Клейн, Л.Ф. Скуратов // Строительная механика. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 104-107. 6. Клейн Г.К. Расчет балок на нелинейно - деформируемом основании / Г.К. Клейн, Л.Ф. Скуратов // Строительная механика. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 104-107. 7. Пат. 62713 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02. Підпірна стінка: 62713 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02 Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Дмитрієва К.Ю., Бондар Ю.М (Україна). – № 2003054143; Заявл. 08.05.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12. – 4 с. 8. Пат. 62714 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02. Підпірна стінка: 62714 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02 Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Дмитрієва К.Ю., Бондар Ю.М (Україна). – № 2003054144; Заявл. 08.05.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12. – 4 с. 9. Пат. 63578 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02. Підпірна стінка: 63578 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02 Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Дмитрієва К.Ю., Бондар Ю.М (Україна). – № 2003054145; Заявл. 08.05.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. № 1. – 4 с. 10. Пат. 8669 Україна, МПК 8 Е 02D 27/02. Підпірна стінка для зсувних територій: 8669 Україна, МПК 8 Е 02D 27/02 Тімченко Р.О., Терещенко Р.Я., Кочергін П.С., Єфіменко А.В. (Україна). – № 200501025; Заявл. 22.01.2007; Опубл. 11.06.2007, Бюл. № 8. – 4 с. 11. Общая пояснительная записка / ВАТ «Український гірничий інститут по проектуванню підприємств рудної, флюсової, вогнетривкої сировини та будівельних матеріалів // Реконструкція хвостового господарства і оборотного водоснабження. – 2004. – С. 10-215.