

ТЕХНОЛОГІЇ УКРІПЛЕННЯ ОСНОВ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ПІДЗЕМНИХ УКРИТТІВ НА ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНКАХ

Постернак О.С., студ. гр. ПЦБ-381

Науковий керівник – Менейлюк І.О., д.т.н. (кафедра Хімії та екології, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Підземні об'єкти можуть розташовуватися на різній глибині, що припускає різні технології їх спорудження. Вибір найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень при зміцненні схилів повинен враховувати усі обмеження та вимоги. Багатокритеріальний аналіз 6-ти можливих конструктивно-технологічних рішень для зміцнення верхньої частини схилу (тонкоелементні підпірні стіни; габіони + матраци Рено; контрфорсні підпірні стіни з мембранами; підпірні стіни на пальовому фундаменті; шпунт Ларсена; підпірні стіни з армованого ґрунту) показав, що найбільш ефективним для дослідних умов є варіант влаштування «тонкоелементна підпірна стіна».

Актуальність. Складні проблеми міст на сучасному етапі можуть бути вирішені за рахунок багаторівневих і багатофункціональних об'єктів з максимальним розвитком по вертикалі, з комплексним використанням підземного простору відповідно до генерального плану розвитку міста. Підземні об'єкти можуть розташовуватися на різній глибині, що припускає різні технології їх спорудження. Вибір найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень зміцнення схилів повинен враховувати усі обмеження та вимоги.

Об'єкт дослідження – підземні укриття. **Мета дослідження** – розробка конструктивно-технологічного рішення для зміцнення верхньої частини схилу при влаштуванні підземної захисної споруди цивільного захисту [1] на зсувонебезпечній ділянці за адресою: місто Одеса, 13 станція Великого Фонтану. **Предмет досліджень** – технологія будівництва підземних об'єктів. **Методи дослідження** – методика багатокритеріального аналізу.

Розвиток великих міст-мегаполісів у даний час при щільній міській забудові та гострому дефіциті вільних територій для будівництва неможливий без освоєння підземного простору. Зарубіжний досвід свідчить, що для забезпечення стійкої рівноваги і комфортного проживання в мегаполісі частка підземних споруд від загальної площі об'єктів, що вводяться, повинна становити 20...25%.

Будівлі та споруди на зсувонебезпечних ділянках потребують захисту від обвалів ґрунту. Однак, на кожній конкретній ділянці існують різні ґрунтові умови (високі бокові навантаження, напірні ґрунтові води чи інше). Підбір методів укріплення схилів залежить і від багатьох інших факторів: можливостей матеріально-технічного забезпечення регіону, певних обмежень по тривалості та вартості будівництва, містобудівних умов, естетичних та інших вимог. У зв'язку з цим вибір найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень зміцнення схилів повинен враховувати усі ці обмеження та вимоги.

Для прийняття оптимального рішення щодо вибору способу влаштування посилення верхньої частини схилу сформована таблиця 1 і обрано такі критерії:

Перший – вартість, (грн.) на погонний метр підпірної стіни;

Другий – трудомісткість, (люд.-год.) на погонний метр стіни;

Третій (якісний) – обмеження по ґрунтах в заданих умовах.

Якісний критерій «*обмеження по ґрунтах*» визначає оцінку технологічних вимог обраних методів зміцнення верхньої частини схилу по відношенню до умов даного об'єкту: низькі вимоги – обмежень немає; середні вимоги – ускладненість влаштування підпірних стін в скельних і водонасичених ґрунтах; вимоги вище середніх – ускладненість влаштування підпірних стін в піщаних і підтоплених ґрунтах; високі обмеження – технології, що вимагають спирання несучих конструкцій на глибинні тверді шари ґрунту.

Таблиця 1 – Оцінка технологій зміцнення верхньої частини схилу в грошових та фізичних одиницях*

№ з/п	Найменування	Вартість влаштування п.м. під-пірної стіни висотою 5 м., грн.	Трудомісткість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м., люд.-год.	Обмеження по грунтах	Примітки
1	Тонкоелементні підпірні стіни	2938,8	12,03	Немає	
2	Габіони + матраци Рено	6478,74	12,63	Піщані і підтоплені ґрунти	
3	Контрфорсні підпірні стіни з мембранами	2739,34	14,55	Спираються на глибинні шари ґрунту	Велика ймовірність пошкодження мембрани в процесі експлуатації
4	Підпірні стіни на пальовому фундаменті	6339,92	21,55	Спираються на глибинні шари ґрунту	
5	Шпунт Ларсена	31746,63	25,81	Немає	
6	Підпірні стіни з армованого ґрунту	9716,56	54	Скельні і водонасичені ґрунти	

*За даними розрахунків в АВК-5.

Оцінка технологій за кількісними і якісними критеріями здійснювалася в програмі Microsoft Excel за допомогою інструментів «зведена таблиця» і «зведена діаграма». Оцінка проведена за десятибальною шкалою, де мінімальним і максимальним значенням присвоєні бали 1 і 10. Проміжні значення підраховані за допомогою інтерполяції (табл. 2 та рис. 1).

Таблиця 2 – Оцінка технологій зміцнення верхньої частини схилу в балах

№ з/п	Найменування	Вартість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м., грн.	Трудомісткість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м., люд.-год.
1	Тонкоелементні підпірні стіни	9,94	10
2	Габіони + матраци Рено	8,84	9,87
3	Контрфорсні підпірні стіни з мембранами	10	9,46
4	Підпірні стіни на пальовому фундаменті	8,88	7,95
5	Шпунт Ларсена	1	7,04
6	Підпірні стіни з армованого ґрунту	7,84	1

Оскільки основними критеріями в будь-якому будівництві є економічність і трудомісткість виконання, то аналізуючи наведені альтернативи, виключаю конструктивно-технологічні рішення, які є найбільш дорогими і трудомісткими. На даному етапі, аналізуючи діаграму (рис. 2) видно, що застосування «підпірних стін з армованого ґрунту» є найбільш трудомістким рішенням (54 люд.-год. на м.п. стіни). За критерієм вартості найдорожчим рішенням є «шпунт Ларсена» (31746,63 грн. на м.п. стіни).

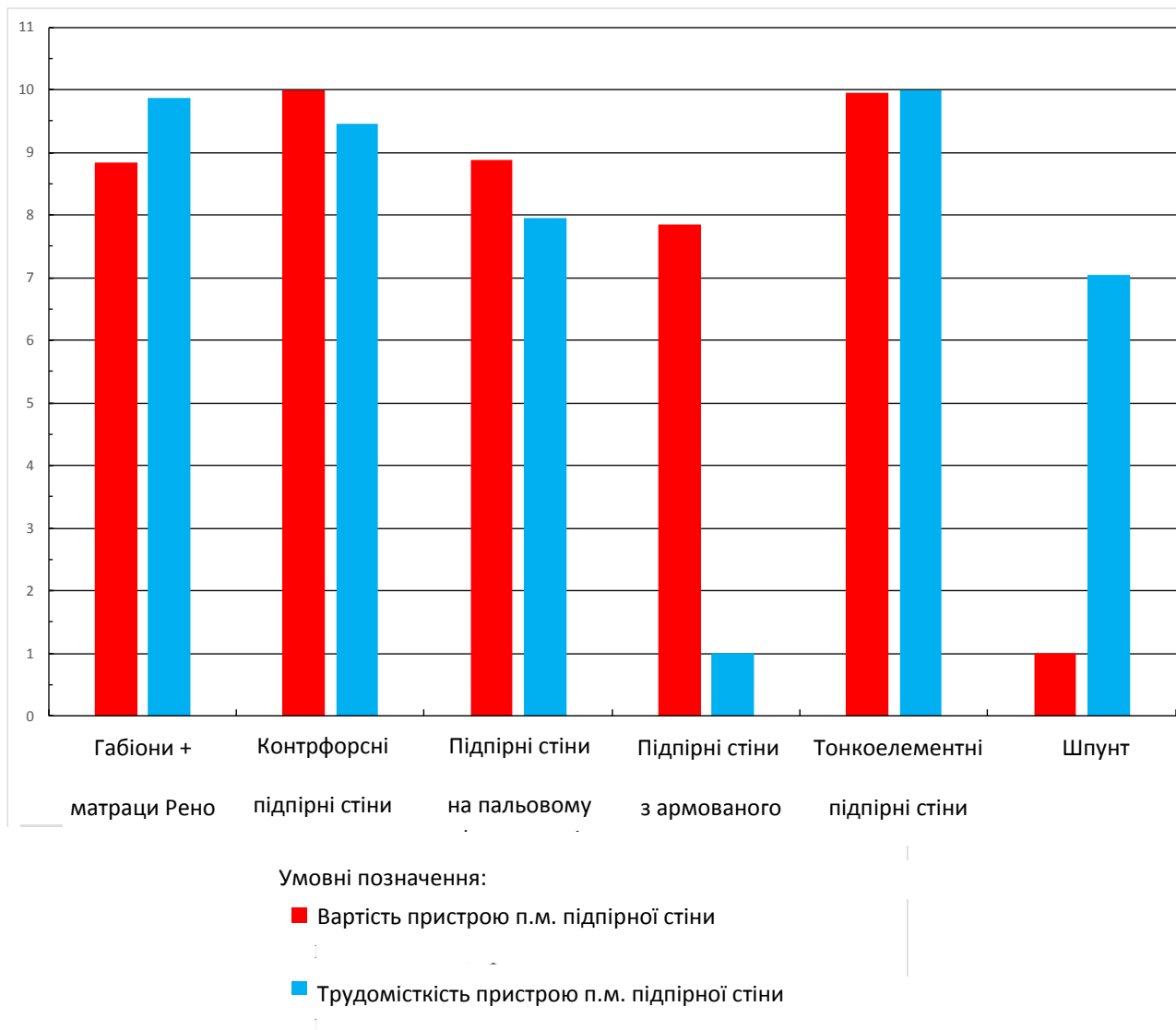


Рис. 1. Порівняння бальних оцінок конструктивно-технологічних рішень зміцнення верхньої частини схилу в зведеній діаграмі

З огляду на високу вартість сталевго шпунта «Л-5У» виключаємо ці дві технології з подальшого розгляду.

Можна стверджувати, що оптимальним поєднанням ціна/трудомісткість мають два рішення: «контрфорсні підпірні стіни з мембранами» і «тонкоелементні підпірні стіни», у яких спостерігаються найнижчі показники вартості та трудомісткості.

«Контрфорсні підпірні стіни з мембранами» поступаються рішенню «габіони + матраци Рено» за критерієм трудомісткості, однак у значно більшому ступені виграють по вартості зведення. У зв'язку з цим надалі конструктивно-технологічні рішення «габіони + матраци Рено» і «підпірні стіни на пальовому фундаменті» не розглядаються в порівнянні. Для остаточного порівняння двох технологій, максимально близьких щодо запропонованих кількісних показників скористаюся якісним критерієм «обмеження по ґрунтах».

Ґрунти на позначці нижче 6 м представлені в основному лесовидними супісками і суглинками з двома водоносними горизонтами. Застосування варіанту «контрфорсні підпірні стіни з мембранами» (що передбачає влаштування буронабивних паль і мембран) може спричинити до вивільнення напірних ґрунтових вод. Також слід враховувати бічний тиск ґрунтового масиву на буронабивні пальі. Внаслідок цього можливе замочування просадних ґрунтів (як наслідок виникнення значного просідання і обвалень ґрунту). У даних умовах потрібно застосування обсадної труби для буронабивних паль, яка дозволить ефективно протидіяти цим факторам.

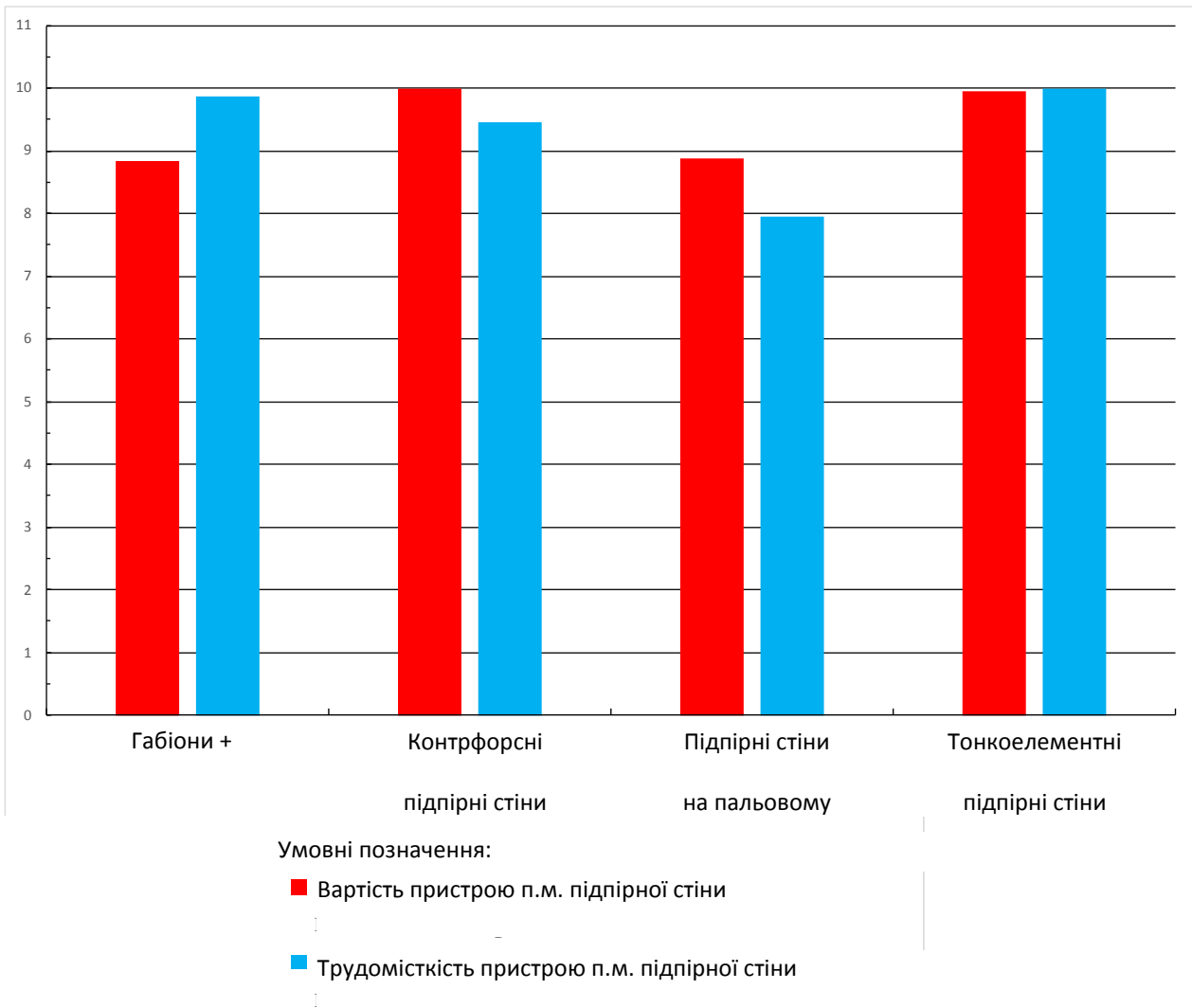


Рис. 2. Порівняння основних конструктивно-технологічних рішень

Верхня ґрунтова товща представлена пісками, супісками і суглинками. Можливо порушення суцільності стіни (мембрани) внаслідок вандалізму і низької міцності на розрив матеріалу мембрани. Підпірна стіна має протяжність 296 м. На цьому схилі виконано 50 свердловин, однак між свердловинами можливо більш глибоке залягання твердих порід ґрунтів. Це призведе до збільшення вартості і трудомісткості в процесі влаштування буронабивних паль для контрфорсних підпірних стін з мембранами. При влаштуванні та експлуатації тонкоелементної підпірної стіни відсутні перераховані вище недоліки щодо якісного критерію. Тому для зміцнення верхньої частини схилу в даних умовах прийнятий варіант «тонкоелементна підпірна стіна».

Висновки та результати. Для прийняття оптимального рішення щодо вибору способу влаштування посилення верхньої частини схилу земельної ділянки, розташованої за адресою: м.Одеса, 13 станція Великого Фонтану, обрано критерії: вартість на п.м. підпірної стіни; трудомісткість, (люд.-год.) на п.м. стіни; третій критерій (якісний) – обмеження по ґрунтах в заданих умовах. Багатокритеріальний аналіз 6-ти можливих конструктивно-технологічних рішень для зміцнення верхньої частини схилу (тонкоелементні підпірні стіни; габіони + матраци Рено; контрфорсні підпірні стіни з мембранами; підпірні стіни на пальовому фундаменті; шпунт Ларсена; підпірні стіни з армованого ґрунту) показав, що найбільш ефективним для дослідних умов є варіант влаштування «тонкоелементна підпірна стіна».

Література:

1. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. К.: Мін-во розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 123с.