

В.О. Галушко, д. т. н., доцент, професор кафедри Технології будівельного виробництва, ORCID 0000-0001-5744-0486, м. Одеса;

О.І. Менеїлюк, д.т.н., професор, кафедра Технологія будівельного виробництва Одеська державна академія будівництва та архітектури, ORCID: 0000-0002-1007-309X, м. Одеса;

І.О. Менеїлюк, к.т.н., докторант кафедри Технології будівельного виробництва Харківський національний університет будівництва і архітектури, ORCID: 0000-0001-7075-2898, м. Харків;

Д.Ю. Уваров, аспірант кафедри Технологія будівельного виробництва Одеська державна академія будівництва та архітектури, ORCID: 0000-0002-3591-342X, м. Одеса

ВИБІР ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ СХИЛУ В РАЙОНІ АРКАДІЇ М. ОДЕСИ

Анотація. Масове будівництво будинків і споруд у радянський час привело до того, що міста розрослися й території під забудову займалися поблизу балок, водойм на берегах рік і морів. Несвоєчасні ремонти трубопроводів, поступове заповнення балок і згладжування рельєфу місцевості, і як наслідок підйом рівня ґрунтових вод часто приводили до виникнення зсувів. На основі аналізу літературних джерел і інженерних розв'язків складена класифікація способів зміцнення зсуво-небезпечних схилів. В якості прикладу була розглянута берегова зона в м. Одесі в районі Аркадії. При виборі ефективного методу при зміцненні схилу визначили характеристики ґрунту та склад ґрунтової води. Після отримання результатів були розглянуті структурні схеми, та обраний ефективний метод зміцнення.

Ключові слова: зсуво-небезпечні схилі, закріплення схилів, склад ґрунтової води.

Вступ. Масове будівництво будинків і споруд у радянський час привело до того, що міста розрослися й території під забудову займалися поблизу балок, водойм на берегах рік і морів.

Несвоєчасні ремонти трубопроводів, поступове заповнення балок і згладжування рельєфу місцевості, і як наслідок підйом рівня ґрунтових вод часто приводили до виникнення зсувів.

І сьогодні погроза сходження ґрунтів на таких територіях дуже велика. Половина освоєних схилівих площ України поступово сповзає. Зокрема, майже 14 тис. зсувів зафіксоване в Прикарпаття (зсувами уражено 70% південно-східних схилів), у Криму (50%). Відомі зсуви відбулися на Донбасі, у Чернівецькій, Одеській і Хмельницької областях. [1]

Причиною утвору зсувів є порушення рівноваги між силою, що зрушує, ваги й утримуючими силами на схилі. Воно викликається:

- наявність похилої лінії ковзання із сипучого ґрунту (пісок, супесь) у тілі схилу;
- збільшенням крутості схилу в результаті підмива водою;
- ослабленням міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні атмосферними опадами й підземними водами;
- сейсмічними впливами;
- будівельною й господарською діяльністю на схилах;
- додатковими навантаженнями на ґрунт у зсуві небезпечній зоні від нових будинків і споруд.

На схилах, що чергуються водотривкими (глинистими) і водоносними складеними породами зсувна небезпека найбільше яскраво виражена.

У розв'язку даної проблеми брали участь ряд вчених і фахівців різних країн: Авербах І.В., Алімов Л.А., Баранов В.С., Воронин В.В., Гладкий В.М., Гольштейн М.Н., Горбунов-Посадов М. И., Горчаков Г.І., Давидов Г.Д., Дмитриев С.А., Захаркин В.М., Ільчєв

В. А., Копейко В.Я., Крутов В. І., Мещеряков А.Н., Мулін Н.М., Перлей Е.М., Разумний В.В., Раюк, Ржаніцин Г.А., Саприкін Л.Д., Сорочан Е. А., Трофіменков Ю. Г., Хейфец В.Б., Шик С.П., Шутенко Л. Н., Філахтов А.Л., Янкулін М.Г., Balko С., Bolton M.D., Cheney J.A., Cundall P. A., A. Drescher, Dysli M. Parkas J., Hujecsek O., Kutter B.L., Sloboda P., O. D. L. Strack, и др.

Ціль досліджень, викладених у роботі полягає у виборі раціонального розв'язку зміцнення схилу складного рельєфу на морському узбережжі м. Одеси для підвищення надійності й безпеки зсувного масиву.

Щільна забудова селитебної зони й висока вартість житла й оренда землі в прибережній зоні м. Одеси вызвали необхідність освоєння зсуви- небезпечних схилів. Саме з таких схилів складається більша частина узбережжя м.Одеси. В 60 г. минулого сторіччя зробили цілий ряд заходів щодо зміцнення схилів. Це — терасування (уполоаживание крутих схилів з утвором горизонтальних терас); обладнання відкритих і закритих дренажних систем для відводу ґрунтової води; зелені насадження на схилах (чагарники, дерева) для закріплення верхньої частини масиву ґрунту на схилах; і трава — для запобігання ерозії. До останніх років будівництво в пребрежній зоні виконувалися одне- і двоповерхові. Будинку підвищеної поверховості будувати заборонялося. Однак в останні роки ситуація змінилася. Одне за іншим з'являються всі нові й нові будинки на узбережжя. Іноді це приводить до виникнення аварійних ситуацій. Тому в роботі розглянуті способи й методи зміцнення схилів і берегових ліній і наведений приклад інженерних заходів щодо зміцнення зсуви- небезпечного схилу на конкретній ділянці одеського узбережжя в районі курорту Аркадія. Реалізація цього проекту ведеться в цей час. Вона дозволить забезпечити безпечні умови експлуатації прибережної зони.

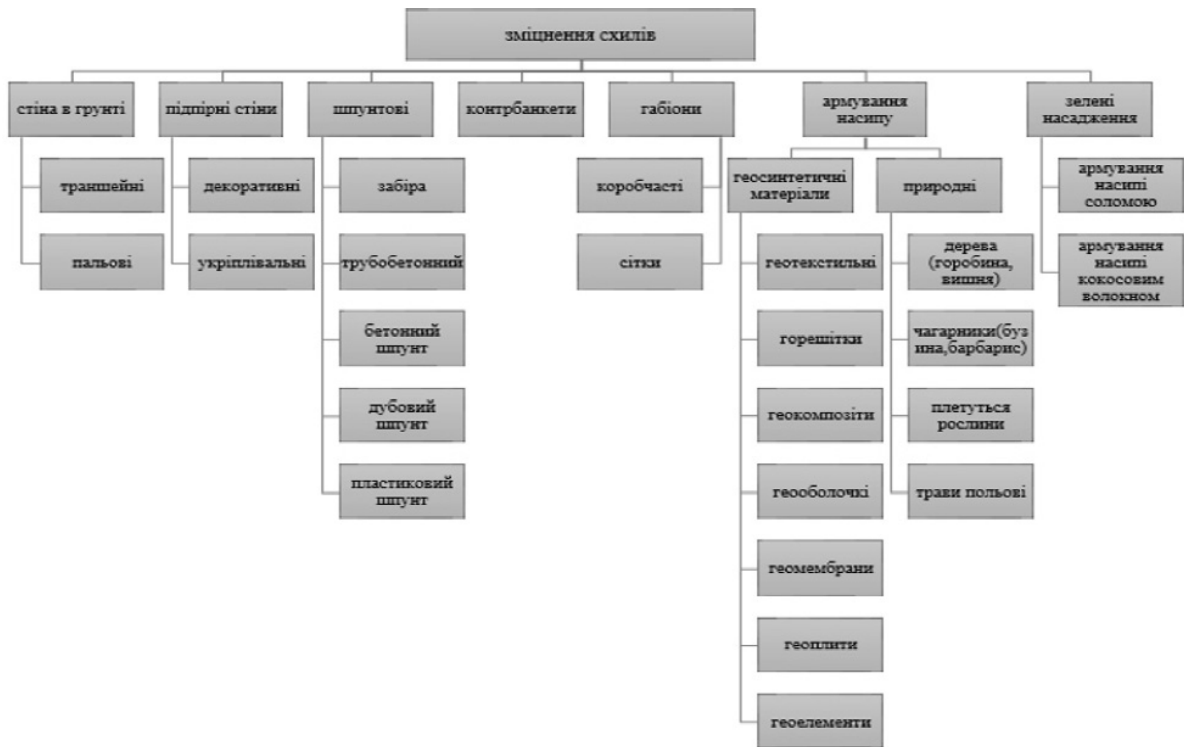


Рис. 1. Класифікація способів і методів зміцнення схилів і берегових ліній

На підставі аналізу літературних джерел і інженерних розв'язків складена класифікація способів зміцнення зсуво- небезпечних схилів рис. 1.

Зміцнення схилів і берегових ліній має безліч варіантів. Тому при виборі ефективного розв'язку необхідно враховувати структуру схилу ґрунту, ухил, навантаження, рельєф і т.д.

Одним з таких прикладів, є беригова зона в м. Одесі в районі Аркадії. Ділянка забудови має складний рельєф і розташований на початку схилу з перепадом абсолютних оцінок 18,.....,23м. Глибина сезонного промерзання ґрунтів у даному районі – 0.8м. Кат-

егорія ґрунтів по сейсмічних властивостях – III. На рис. 2. представлений ситуаційний план.

Ґрунти характеризуються середніми значеннями: природна вологість 0,23 д.е., число пластичності 0,16 д.е., показник плинності 0,11 д.е., щільність 1,86-г/см³, коефіцієнт пористості 0.844 д.е. Модуль деформації при навантаженні 0,1-0,2МПа, при природній вологості рівний 17МПа, у водонасиченому стані – 13МПа. Кут внутрішнього тертя й питоме зчеплення в природньому стані рівно 14° і 0,034МПа. Зміст органічних речовин 0,06 д.е.

За результатами проведених лабораторних ви-

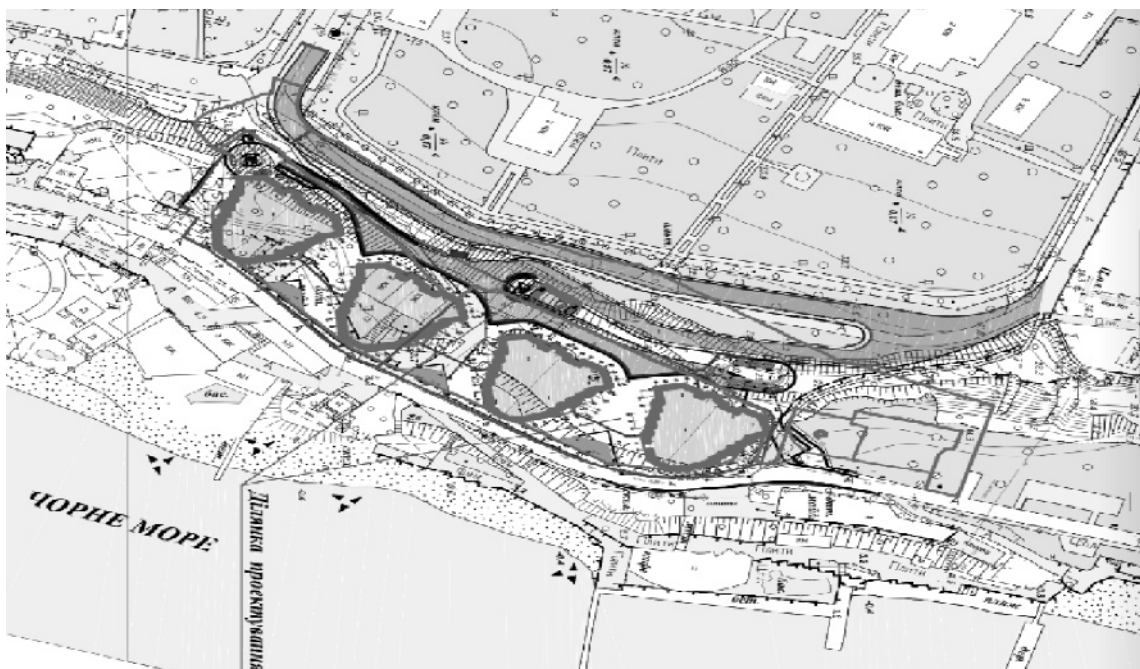


Рис. 2. Ситуаційний план

Таблиця 1. Розрахунки осідання ґрунтів за результатами лабораторних визначень (скв-23)

№ п/п	Глибина відбору моноліту, м	№ ПГЕ	Потужність шару, см	Початковий просадний тиск P_{st} , МПа	Відносна просадочність, ϵ_{s1}	Величина осідання S_{s1} , см	Відносна просадочність E_{s1} при навантаженнях МПа					
							0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
1	1,2	7	60	0,06	0,004	-	0,009	0,017	0,025	0,033	0,040	0,046
2	2,1	7	130	0,03	0,010	1,30	0,015	0,025	0,034	0,045	0,052	0,059
3	3,8	8	130	0,04	0,016	2,08	0,013	0,024	0,041	0,056	0,064	0,070
4	5,0	8	120	0,04	0,014	1,68	0,011	0,017	0,027	0,037	0,045	0,052
5	6,5	8	150	0,03	0,026	3,90	0,017	0,026	0,039	0,051	0,062	0,072
6	8,0	8	150	0,04	0,020	3,00	0,011	0,017	0,024	0,031	0,036	0,041
7	8,5	8	100	0,10	0,013	1,30	0,007	0,010	0,014	0,017	0,021	0,025
8	9,3	9	50	0,16	0,008	-	0,003	0,007	0,010	0,012	0,016	0,020
9	10,0	11	100	0,16	0,008	-	0,003	0,007	0,010	0,012	0,016	0,020
10	11,0	12	150	0,21	0,003	-	0,002	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015
						$\Sigma S_{s1}=13,26$ см						

пробувань, встановлено, що лесові ґрунти ПГЕ (інженерно-геологічні елементи) – 7 і 8 мають просадні властивості від навантажень рівних власній ваги ґрунту при замочуванні (таблиця 1). А на глибині (-1,25) – (-8,3) м – водонасичене.

Лесові ґрунти ПГЕ – 9, 11, 12 не мають просадні властивості від навантажень рівних власній ваги ґрунту при замочуванні. Просадні властивості проявляються при додаткових навантаженнях (таблиця 1).

По отриманим результатам видно, що величина осідання при замочуванні, від власної ваги ґрунту, становить 13,26 см.

Потужність просадної товщі, від денної поверхні, без обліку шару №1 і №2, по даним скв.№ 23, становить 11,40-13,00м.

По типізації інженерно-геологічних умов ділянка вишукувань у межах лесового плато ставиться до II типу по просадочности.

Глибина рівня ґрунтових вод коливається від 9,60 до 10,90 м.

Для вибору ефективного методу зміцнення схилу необхідно було визначити склад ґрунтової води.

Методику випробування води використовували стандартну. На ділянці пробурена була шпара до 12,4 м і взяті проби ґрунтової води. На рис. 3 представлений



Рис. 3 Процес буріння шпари й узяття зразка для випробування води

ий фрагмент цього процесу. Для проб води застосовувалася тара із пластику, з герметичним ковпачком. Зберігався вихідний матеріал, для наступних аналізів, у спеціальному водяному розчині. Максимальний строк зберігання – два тижні.

Оптимальний обсяг води для проведення досліджень склав 3,5 дм³. При узятті зразків був складений акт, у якому вказуються причина аналізу і його призначення, визначаються показники для перевірки, відзначається місце й час забору рідини. Запах води обумовлений наявністю в ній речовин, що пахнуть, які попадають у неї природним шляхом і зі стічними водами.

Визначення заходу засноване на органолептичному дослідженні характеру й інтенсивності заходу води при 20 і 60 °С. Методика проведення випробування наступна:

1. 100 мл досліджуваної води при кімнатній температурі наливають у колбу місткістю 150 – 200 мл із широким горлом.
2. Накривають годинним склом або притертою пробкою, струшують обертовим рухом.
3. Відкривають пробку або зрушують годинне скло й швидко визначають характер і інтенсивність заходу.
4. Потім колбу нагрівають до 60° на водяній лазні й також оцінюють захід.
5. Запах води слід визначати в приміщенні, де повітря не має стороннього заходу. Бажане, щоб характер і інтенсивність заходу відзначали декілько дослідників.

Методика визначення жорсткості води. Метод заснований на утворі комплексних з'єднань трилона Б з іонами лужноземельних елементів. Визначення проводять титруванням проби розчином трилона Б при рН=10 у присутності індикатору. Найменша обумовлена твердість води – 0,1Ж.

Для проведення випробування необхідно наступне встаткування:

- дозатор лабораторний – автоматичний;
- колба конічна, обсягом 250 мл.;
- циліндр мірний, обсягом 100 см³;
- крапельниця для індикаторів – хромоген темно-синій;



дозатор, колба, циліндр

крапельниця

реактиви

Рис. 4. Засоби виміру, обладнання, реактиви

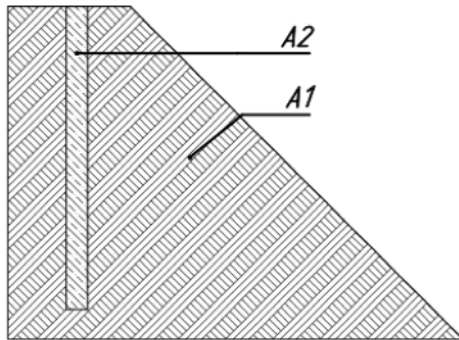
– піпетки мірні – 5 см³;
 – реактиви – аміачний буферний розчин. На рис. 4 представлені засоби для виміру й реактиви.

Послідовність проведення випробування води наступна. Пробу води обсягом 100 мл відміряємо в мірний циліндр і переливаємо у конічну колбу. У конічну колбу з водою додаємо аміачний буферний розчин. Для готування 500 см³ буферного розчину в мірну колбу місткістю 500 см³ поміщають 10 г хлориду амонію, додають 100 см³ бидистиллированої

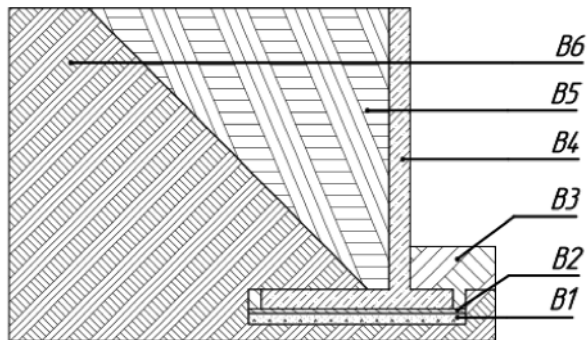
води для його розчинення й 50 см³ 25%-ного водного аміаку, ретельно перемішуємо й доводимо до мітки бидистиллированою водою.

До цього складу додаємо 7 крапель хромогену для одержання рожевого забарвлення. Для готування 100 см³ розчину індикатора в склянку місткістю 100 см³ поміщаємо 0,5 г індикатора еріохром чорний Т, додаємо 20 см³ буферного розчину, ретельно перемішуємо й додаємо 80 см³ етилового спирту.

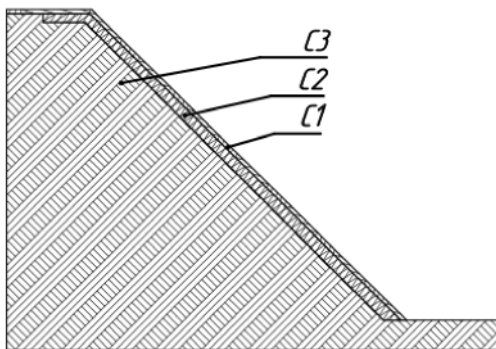
Після цього починаємо титрувати. Трилон Б ви-



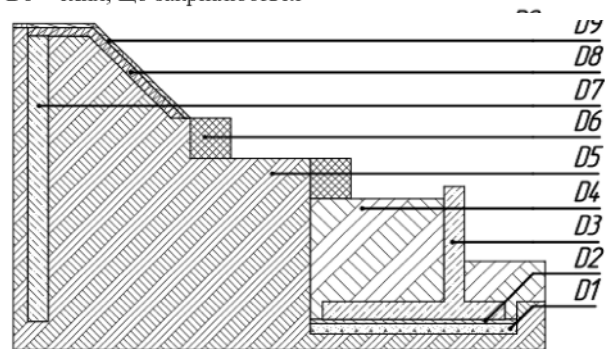
а Захист схилу від розмивання
 A1 – схил, що закріплюється;
 A2 – стіна в ґрунті



б Утримування висоти схилу
 B1 – щебенева подушка;
 B2 – бетонна підготовка;
 B3 – зворотня засипка;
 B4 – підпірна стіна;
 B5 – засипка схилу з дренажем;
 B6 – схил, що закріплюється



с Зміцнення схилу
 C1 – родючий шар;
 C2 – геозакріплення;
 C3 – схил, що закріплюється



д Комбіновані методи
 D1 – щебенева подушка;
 D2 – бетонна підготовка;
 D3 – підпірна стіна;
 D4 – засипка схилу з дренажем
 D5 – схил, що закріплюється;
 D6 – габіони;
 D7 – стіна в ґрунті;
 D8 – геозакріплення;
 D9 – родючий шар.

Рис. 6. Традиційні структурні схеми зміцнення схилів

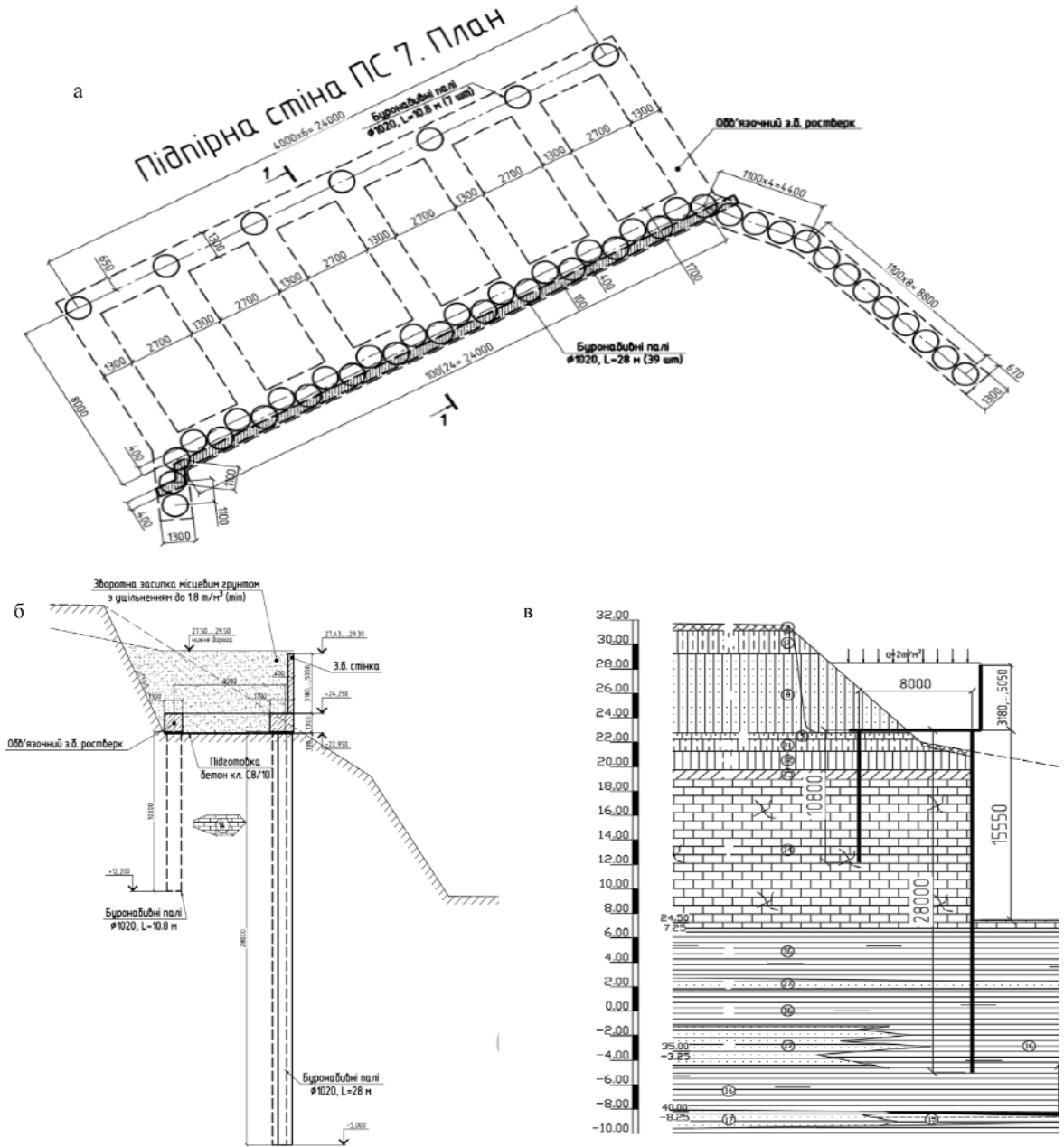


Рис. 7 План і розріз підпірної стіни: а) план підпірної стіни; б) розріз підпірної стіни; в) схема підпірної стіни ПС 7 з урахуванням перспективних планів з благоустрою ділянки

сушуємо при 80°C протягом двох годин, зважуємо 9,31 г, поміщаємо в мірну колбу місткістю 1000 см³, розчиняємо в теплій 60°C бидистиллюваної воді й після охолодження розчину до кімнатної температури доводимо до мітки бидистиллюваною водою. Установку поправочного коефіцієнта до концентрації розчину трилона Б, приготовленого з навішення, проводимо по розчину сульфату магнію. Включаємо дозатор. Табло дозатора виводимо на режим 0.

Розчин трилона Б на початку титрування додаємо досить швидко при постійному перемішуванні. Потім, коли колір розчину починає мінятися, розчин трилона Б додаємо повільно. Еквівалентної крапки досягаємо при зміні фарбування, коли колір розчину перестає мінятися при додаванні крапель розчину трилона Б. Фарбування кольору стає синім. На рис. 5 представлені фото-фрагменти процесів проведення випробування води.

Титрування проводимо на тлі титрованої контрольної проби. В якості контрольної проби можна використовувати трохи перетітовану аналізовану пробу. За результат приймаємо середньоарифметичне значення результатів не менше двох визначень. Значення коефіцієнта поправки дорівнює 1,00±0,03.

Знімаємо показання й записуємо їх для обробки результатів.

Обробка результатів твердості води Ж, визначається по формулі

$$Ж = (M \cdot F \cdot K \cdot V_{Tr}) / V_{Pr}, \quad (1)$$

де М – коефіцієнт перерахування, рівний 2-С_{Tr};

С_{Tr} – концентрація розчину трилона Б, моль/м³ (ммоль/дм³), як правило М = 1);

F – множник розведення вихідної проби води при консервуванні (F = 1);

К — коефіцієнт виправлення до концентрації розчину трилона Б;

Коефіцієнт виправлення К до концентрації розчину трилона Б розраховують по формулі

$$K=10/V, \quad (2)$$

де V — обсяг розчину трилона Б, витрачений на титрування, см³

10 — обсяг розчину іонів магнію, см³.

V_{тр} — обсяг розчину трилона Б, витрачений на титрування, см³;

V_{пр} — обсяг проби води, узятій для аналізу, см³;

За результат виміру ухвалюють середньоарифметичне значення результатів двох визначень. Прийнятність результатів визначень оцінюють виходячи з умови:

$$|Ж_1 - Ж_2| < g, \quad (3)$$

де g — межа повторюваності (див. таблицю 1);

Ж₁ і Ж₂ — результати визначень по, °Ж.

Якщо розбіжність між двома результатами перевищує встановлене значення, то визначення твердості води повторюють.

Результат хімічного аналізу води в районі Аркадії показав наступне. Лабораторні проби були взяті — 2; № водопункта — Скв.№ 16; глибина узяття проби — 12,4 м.; прозорість — вода прозора; кольоровість — 200; запах — без запаху; осад — великий осад ґрунту; хімічний склад: жорсткість загальна — 19,0 моль/дм³; лужність гідрокрбонату — 7,5 моль/дм³; РН — 6,5. Вода слабоагресивна за змістом хлоридів до арматур з/б конструкцій при періодичному змочуванні.

Для запобігання зсуву на розглянутій території розглянемо наступні структурні схеми (див. рис. 6).

Розглянемо кожний з методів закріплення на предмет ефективності використання в наших умовах. Варіант а — Захист схилу від розмивання. Область застосування даного методу є міцні ґрунти з відсутністю ґрунтових вод. Якщо роботи доводиться виконувати у водонасичених нестійких ґрунтах, то іноді виникає необхідність у додатковому зміцненні стін траншеї. Недоліки цього методу полягають у

тому, що якщо в ґрунті сильні підземні плинні, пухкий ґрунт, а також знаходження напівзруйнованої кам'яної кладки на ділянці і т.д. — використання цього методу недоцільно.

b — Утримання висоти схилу. У цьому випадку утримання ґрунту виконується за допомогою підпірної стіни. "Укріплювальні" — стримують ґрунтові маси від сповзання. Такі конструкції зводять, коли ухил пагорба перевищує 8°. З їх допомоги проводиться організація горизонтальних майданчиків, тим самим розширюють корисний простір.

c — Зміцнення схилу. На схилах з ухилом більш 15° можна висаджувати зелені насадження.

d — Комбінований метод. У цьому випадку використовують кілька варіантів конструкцій для утримання ґрунту.

Проведений аналіз традиційних методів і умов будівництва показав, що не один із традиційних способів повністю не задовольняє умовам будівництва. Тому було прийнято рішення розробити індивідуальний проект інженерних заходів забезпечує безпечну експлуатацію зсув-небезпечного схилу, протяжність якого становить 490 м. На рис. 7 показаний розроблений план і розріз підпірної стіни.

Підпірна стінка складається із двох елементів: буронабивних паль і монолітної залізобетонної стінки. Палі розташовані у два ряди в шаховому порядку. Товщина підпірної стінки 400 мм. Розрахунки виконані методом кінцевих елементів за допомогою програмного комплексу "Ліра-Сапр 2018". За отриманими результатами цей варіант виявився найбільш прийнятним для даного ділянки.

Висновки:

Аналіз умов будівництва й способів зміцнення схилів показав, що традиційні способи не можуть повністю задовольнити вимоги замовника.

Реалізація розробленого індивідуального проекту зсув-небезпечного схилу дозволить забезпечити безпечну експлуатацію берегової зони в районі Аркадії м. Одеси.

Література

1. ISO 6059:1984, NEQ. Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію комплексометричним методом. — 8 с.
2. ISO 7980:1986, NEQ. Якість води. Визначення вмісту кальцію і магнію. Спектрометричний метод атомної абсорбції
3. ДСТУ ISO 6059:2003 Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію. Титрометричним методом з використанням етилендіамінтетраоцтової кислоти
4. ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ по інженерно-геологічними умовами, ділянки проектування комплексу адміністративних будівель та допоміжних споруд цивільного призначення, для розвитку інфраструктури відпочинку за адресою м.Одеса, Приморський район, пляж Аркадія, Одеса, 2018 — 38 с.
5. ГОСТ 24481-80 ВОДА ПИТНА. ВІДБІР ПРОБ
6. Галушко В.О., Колодяжна І.В. Способи укріплення штучно зведених площ. Збірка тез доповідей другої науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси" — Одеса: ОДАБА, 2018 — С. 21
7. Галушко В.О., Уваров Д.Ю., Уварова А.С. Житлове будівництво на схилах зі складними ґрунтовими умовами. Збірка тез доповідей 74-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії. Одеса — 2018 — С. 8
8. Галушко В.О., Колодяжна І.В. Сучасні способи укріплення схилів. Збірка тез доповідей 74-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії. Одеса — 2018 — С. 15
9. Галушко В.О., Галушко О.М., Колодяжна І.В., Уваров Д.Ю., Уварова А.С. Сучасні способи укріплення ґрунту проти зсуву. Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 65, Київ — 2019 — С.32 — 40
10. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти : учебник / Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаєва і др.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харків. нац. ун-т гор. хоз-ва ім. А. Н. Бекетова. — Харків : ХНУГХ ім. А. Н. Бекетова, 2015. — 501 с.

11. С.А. Марчук, О.М. Чернухін Підвищення надійності гідроізоляції підземних споруд за допомогою дренажів глибокого закладання. Сучасні способи укріплення ґрунту проти зсуву. Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 65, Київ – 2019, С. 45 – 51

Reference

1. ISO 6059:1984, NEQ. Yakist vody. Vyznachennia sumarnoho vmistu kaltsiiu ta mahniuu kompleksometricheskim metodom. – 8 s.
2. ISO 7980:1986, NEQ. Yakist vody. Vyznachennia vmistu kaltsiiu i mahniuu. Spektrometrychnyi metod atomnoi absorbtsii
3. DSTU ISO 6059:2003 Yakist vody. Vyznachennia sumarnoho vmistu kaltsiiu ta mahniuu. Tytrometrychnym metodom z vyko-rystanniam etylendiamintetraotstovoi kysloty
4. ТЕКhNICHNYI ZVIT po inzhenerno-heolohichnymy umovamy, dilianky proektuvannia kompleksu administratyvnykh budivel ta dopomizhnykh sporud tsyvilnoho pryznachennia, dlia rozvytku infrastruktury vidpochynku za adresoiu m.Odesa, Prymorskyi raion, pliazh Arkadiia, Odesa, 2018 - 38 c.
5. HOST 24481-80 VODA PYTNA. VIDBIR PROB
6. Halushko V.O., Kolodiazhna I.V. Sposoby ukriplennia shtuchno zvedenykh ploshch. Zbirka tez dopovidei druhoi naukovopraktychnoi konferentsii «Problemy ta perspektyvy rozvytku budivelnogo kompleksu m. Odesy» - Odesa: ODABA, 2018 – S. 21
7. Halushko V.O., Uvarov D.Iu., Uvarova A.S. Zhytlove budivnytstvo na sklonakh zi skladnymy hruntovymy umovamy. Zbirka tez dopovidei 74-yi naukovotekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii. Odesa – 2018 – S. 8
8. Halushko V.O., Kolodiazhna I.V. Suchasni sposoby ukriplennia skhyliv. Zbirka tez dopovidei 74-yi naukovotekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii. Odesa – 2018 – S. 15
9. Halushko V.O., Halushko O.M., Kolodiazhna I.V., Uvarov D.Iu., Uvarova A.S. Suchasni sposoby ukriplennia hruntu proty zsuvu. Naukovotekhnichnyi zbirnyk "BUDIVELNE VYROBNYTSTVO" Vypusk № 65, Kyiv – 2019 – S.32 - 40
10. Mekhanyka hruntov, osnovanyia y fundamenty : uchebnyk / L. N. Shutenko, A. H. Rud, O. V. Kychaeva y dr.; pod. red. L. N. Shutenko; Kharkov. nats. un-t hor. khoz-va ym. A. N. Beketova. – Kharkov : KhNUHKh ym. A. N. Beketova, 2015. – 501 s.
11. S.A. Marchuk, O.M. Chernukhin Pidvyshchennia nadiinosti hidroizoliatsii pidzemnykh sporud za dopomohoiu drenazhiv hlybokoho zakladannia. Suchasni sposoby ukriplennia hruntu proty zsuvu. Naukovotekhnichnyi zbirnyk "BUDIVELNE VYROBNYTSTVO" Vypusk № 65, Kyiv – 2019, S. 45 - 51

В.О. Галушко, д. т. н., доцент, ORCID 0000-0001-5744-0486; **О.И. Менеилок**, д.т.н., професор, ОГАСА, ORCID: 0000-0002-1007-309X; **И.О. Менеилок**, к.т.н., ХНУСА, ORCID: 0000-0001-7075-2898; **Д.Ю. Уваров**, аспирант ОГАСА, ORCID: 0000-0002-3591-342X

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ В РАЙОНЕ АРКАДИИ г. ОДЕССЫ

Аннотация. Массовое строительство зданий и сооружений в советское время привело к тому, что города разрослись и территории под застройку занимались вблизи балок, водоемов на берегах рек и морей. Несвоевременные ремонты трубопроводов, постепенное заполнение балок и сглаживания рельефа местности, и как следствие подъем уровня грунтовых вод часто приводили к возникновению оползней. На основе анализа литературных источников и инженерных решений составлена классификация способов укрепления оползне-опасных склонов. В качестве примера была рассмотрена береговая зона в г. Одессе в районе Аркадии. При выборе эффективного метода при укреплении склона определили характеристики почвы и состав грунтовых вод. После получения результатов были рассмотрены структурные схемы, и выбран эффективный метод укрепления.

Ключевые слова: оползнеопасные склоны, закрепления склонов, состав грунтовых вод.

V. Galushko, ORCID 0000-0001-5744-0486; **O. Meneiluk**, ORCID: 0000-0002-1007-309X; **I. Meneiluk**, ORCID: 0000-0001-7075-2898; **D. Uvarov**, ORCID: 0000-0002-3591-342X

CHOICE OF AN EFFECTIVE METHOD OF STRENGTHENING IN THE AREA M. ODESSA'S ARCADIA

Abstract. The massive construction of buildings and structures in Soviet times led to the fact that the city expanded. As a result, the territories for new development were occupied near beams, ponds on the banks of rivers and seas. Untimely repairs of pipelines, the gradual filling of beams and smoothing of the terrain, as a result, an increase in the level of groundwater is obtained and often led to landslides. Based on the analysis of literary sources and engineering solutions, a classification of ways to strengthen landslide-hazardous slopes is compiled. As an example, the coastal zone in Odessa was considered in the region of Arcadia. When choosing an effective method for strengthening the slope, soil characteristics and groundwater composition were determined. After obtaining the results, structural schemes were considered and an effective method of strengthening was chosen.

Key words: landslide hazardous slopes, slope fixation, groundwater composition