

УДК 624.152

Хозяїкіна Н.В., к.т.н., доц., Огоренко А.А., студ. гр. ПБм-14
*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ,
Україна*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ СТІНОК ТРАНШЕЙ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДУ «СТІНА В ҐРУНТІ»

При будівництві будівель і споруд в міських умовах багато проблем виникає зі спорудженням підземної частини – фундаментних конструкцій. Однією з найбільш поширених і перспективних технологій, що дозволяють безпечно будувати такі конструкції, є «стіна в ґрунті». Основна проблема, що виникає при цьому, є забезпечення стійкості стіною траншеї, особливо у тому випадку, коли ґрунти є глинистими, а рівень підземних вод достатньо високий. Тому дослідження стійкості ґрунтових укосів, що складені глинистими ґрунтами в умовах високого рівня підземних вод є актуальною науково-технічною задачею, що має велике народногосподарського значення.

Метод «стіна в ґрунті» призначений для зведення заглиблених у ґрунт споруджень різного призначення. Сутність його полягає в тому, що стіни заглибленого спорудження зводять у вузьких і глибоких траншеях, вертикальні борти яких утримуються від обвалення за допомогою глинистої суспензії, що створює надлишковий гідростатичний тиск на ґрунт і виконує, таким чином, роль кріплення траншей, або без глинистого розчину, якщо стійкість стінок ґрунту достатня. Після обладнання в ґрунті траншей необхідних розмірів їх заповнюють монолітним залізобетоном, збірними залізобетонними елементами або глиноґрунтовими матеріалами. У результаті цього в ґрунті формують несучі стіни споруджень або протифільтраційні діафрагми [1, 2].

Роботи з обладнання траншей можуть проводитися із застосуванням глиняного розчину, що запобігає обвалення ґрунту.

Для забезпечення стійкості бортів траншеї тиск глинистої суспензії в будь-якій точці на поверхні зсередини траншеї повинен бути більше тиску навколишнього ґрунту й ґрунтових вод. Ця умова виконується, коли рівень глинистої суспензії в траншеї вище рівня ґрунтових вод у навколишньому ґрунті. При цьому забезпечується умова, при якій фільтрація глинистої суспензії була б спрямована із траншеї в навколишній ґрунт.

Для готування глинистих розчинів використовуються бентонітові глини, які здатні створювати водонепроникну плівку (кірку) на бічній поверхні траншеї. Ця кірка запобігає фільтрації води як із траншеї, так і в траншею, а також рівномірно розподіляє гідростатичний тиск по бічній поверхні траншеї [3, 4, 5].

Гіксотронні розчини з бентонітових глин наділені гарною глинізуючою здатністю. Проникаючи в пори ґрунту великі частки розчину

затримуються на поверхні стінок, а менші проникають у пори глибше, закупорюючи їх. На стінках траншеї утворюється глиниста скоринка, яка складається із часток, розділених тільки гідратними оболонками й тому щільно прилягаючих один до одного. Така кірка має товщину 2-6 мм.

Глиниста кірка, що утворюється на стінках траншеї, виконує роль суцільної плівки, яка сприяє рівномірній передачі гідростатичного тиску розчину на поверхню стінок траншеї й передає активний тиск ґрунту на розчин.

Ту ж роль могла б виконати будь-яка штучна суцільна тонка плівка, наприклад, з поліетилену. Однак таку плівку технологічно важко використовувати для моментального облицювання вертикальних або похилих укосів траншеї в міру їх уривки й заповнення утримуючою рідиною.

Щільність розчину, необхідна для збереження стійкості вертикальних укосів траншей у незв'язних ґрунтах і може бути знайдена з розгляду рівноваги укусу, утримуваного рідиною (рис. 1).

Стінка укусу водонасиченого ґрунту буде втримуватися у вертикальному положенні, якщо інтенсивність тиску розчину σ_y^p в якийсь точці M на вертикальній стінці буде рівна або перевищувати інтенсивність тиску ґрунту $\sigma_y^{\bar{A}}$ [5]:

$$\sigma_y^p \geq \sigma_y^{\bar{A}} \quad (1)$$

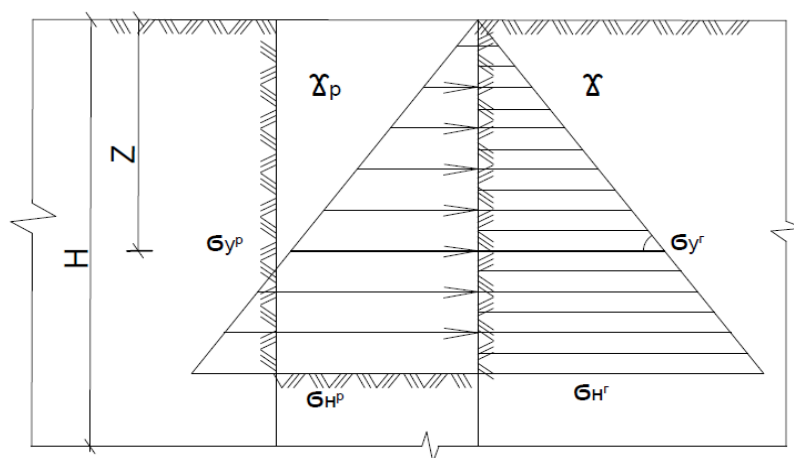


Рис. 1. Вплив щільності бентонітового розчину при обладнанні траншеї у сипучих ґрунтах

Користуючись законами гідростатики й механіки ґрунтів, умову (1) можна записати в наступному виді

$$\gamma_p H \geq \gamma H t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (2)$$

де γ_p - щільність розчину, що втримує стінку, H - глибина траншеї, заповненою утримуючою рідиною, γ - об'ємна маса ґрунту, φ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

З формули (2) видно, що необхідна щільність утримуючої рідини має вигляд:

$$\gamma_p \geq \gamma g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (3)$$

При зміні φ від 0° до 35° щільність розчину буде змінюватися від γ до $0,25\gamma$, або, якщо прийняти $\gamma = 1,6 \text{ г/см}^3$, от 1,6 до $0,4 \text{ г/см}^3$.

Залежність γ_p від φ і γ показана на рис. 2. З нього видно, що в ґрунтах з $\varphi \geq 15^\circ$ практично для всіх ґрунтів досить мати утримуючий розчин з $\gamma_p \leq 10 \text{ г/см}^3$, тобто не перевищуючої щільності води $\gamma_a = 1 \text{ г/см}^3$.

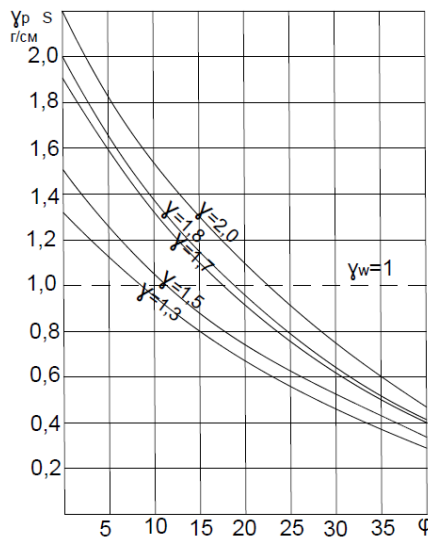


Рис. 2. Залежність $\gamma_p = f(\varphi)$ для сипучих ґрунтів

Проведені дослідження говорять про те, що в багатьох випадках не потрібно високої щільності утримуючого розчину для збереження стійкості стінок. При цьому важлива не стільки щільність розчину, скільки здатність створювати суцільну стійку плівку(скоринку) на поверхні стінки траншеї.

Стійкість стінок у зв'язному ґрунті може бути розглянута з наступної умови (рис. 3):

$$\sigma_y^p \geq \sigma_y^A \varphi - \sigma_c = \sigma_y^A \tilde{N}, \quad (4)$$

де σ_y, φ - інтенсивність тиску ґрунту, що володіє тільки тертя, σ_c - інтенсивність зменшення тиску за рахунок зв'язаності ґрунту, $\sigma_y^A \tilde{N}$ - інтенсивність тиску ґрунту з урахуванням сил зв'язаності й тертя.

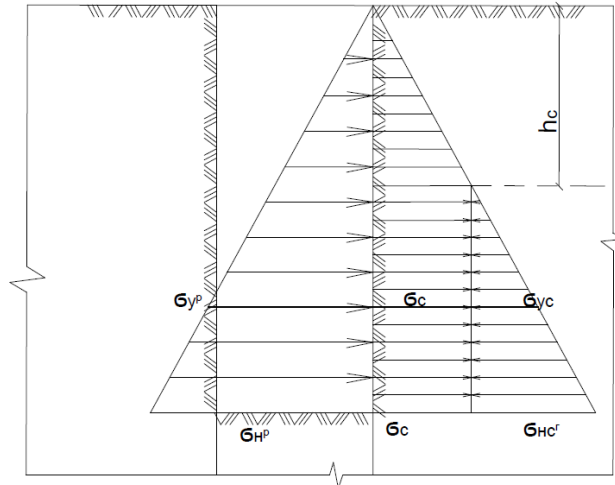


Рис. 3. Розрахункова схема до визначення щільності бентонітового розчину при обладнанні траншеї у зв'язних ґрунтах

Умову рівноваги можна записати у наступному вигляді:

$$\gamma_p \geq \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \left[\gamma_c \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{2c}{H} \right] \quad (5)$$

Залежність γ_p від γ , C та H можна представити графічно (рис. 4).

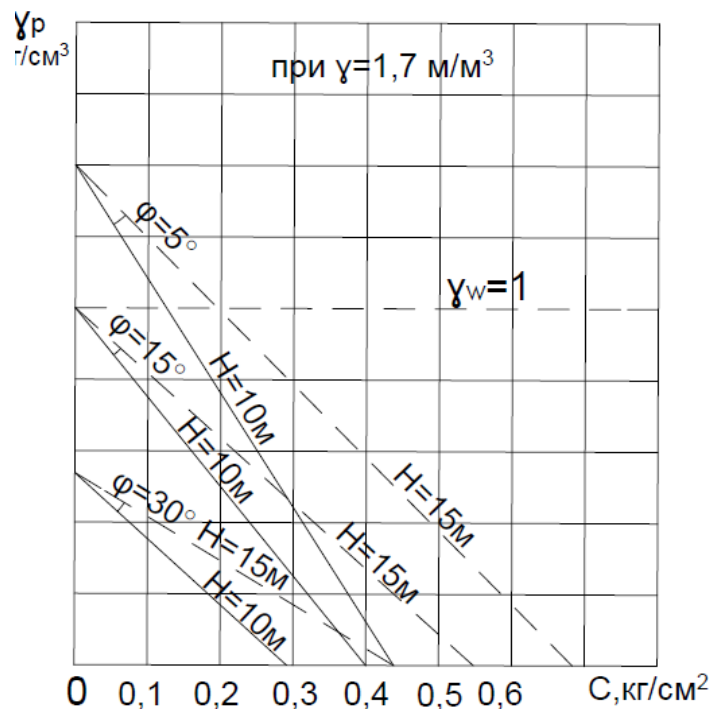


Рис. 4. Залежність $\gamma_p = f(c)$ при різних значеннях φ и H

Вираз (5) підтверджує, що в багатьох випадках необхідна щільність утримуючого розчину не перевищує щільності води.

Таким чином, бентонітовий розчин необхідний лише для утворення кірки на поверхні вертикальних укосів траншей. Після утворення стійкої кірки щільність розчину можна знижувати, розбавляючи його водою, або навіть повністю замінити водою.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Зведення споруджень методом «стіна в ґрунті». К.: «Будівельник», 1976. – 204 с.
2. Досвід зведення споруджень методом «стіна в ґрунті»: К.: Будівельник, 1981. – 236 с.
3. Електронний ресурс. <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-165-vozvedenie-podzemnoy-chasti/44.htm>
4. Хуан Я.Х. Устойчивость земляных откосов – М.: Стройиздат. – 1988. – 240 с.
5. Методичні вказівки з розрахунку й проектуванню фундаментів глибокого закладення, що споруджуються способом «стіна в ґрунті». Укладачі Реклин В.І., Моторний М.А., Дніпропетровськ – 1982.