

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ У РОЗРАХУНКАХ АНКЕРНОГО КРІПЛЕННЯ ВІДКОСІВ

На даний момент часу існує багато методів підвищення стійкості відкосів, кожен з яких в різних умовах експлуатації має свої переваги та недоліки. Від вибору методів підвищення стійкості перш за все залежить економічна доцільність процесу укріплення. При виборі оптимального методу необхідно керуватися якомога більшим об'ємом інформації щодо їх застосування.

В процесі вивчення сучасних геотехнічних програмних комплексів було виявлено відсутність розрахунків щодо застосування ґрунтових анкерів які працюють на згин. З приводу цього питання було опрацьовано наукові видання та літературні джерела, проте причину відсутності розрахунків ґрунтових анкерів даного типу виявити не вдалося. Передбачається, що відсутність розрахунків пов'язана з недоцільністю застосування такого виду анкерів в порівнянні з палевим укріпленням. Суть в тому, що застосування палевого укріплення, можливо, є більш доцільним методом за рахунок вертикального розміщення, тоді як ґрунтові анкери є похилими утримуючими елементами, тому частина ваги анкера працює на руйнування масиву. Проте можливість влаштування ґрунтових анкерів при певних параметрах відкосу не відпадає.

Перш за все, для оцінки доцільності застосування такого методу укріплення, необхідно отримати розрахунки оптимальних параметрів влаштування закріплюючих елементів. Максимально широкий діапазон параметрів влаштування можна отримати за допомогою комп'ютерної автоматизації розрахунків.

При дослідженні були поставлені наступні задачі: оцінити стан відкосу на предмет стійкості уступу та необхідності в протизсувних заходах; забезпечити автоматизацію розрахунків кроку, кількості та довжини рядів ґрунтових анкерів.

Автоматизований алгоритм побудований на основі методу «круглоциліндричних поверхонь ковзання». Дана методика полягає в припущенні зсуву однорідного масиву по дузі ковзання.

Для прикладу було вибрано уступ з наступними параметрами: висота уступу 10 м, кут нахилу відкосу 45° , порода, якою складено уступ супісок, має наступні характеристики: кут внутрішнього тертя $\varphi=29^\circ$; питоме щеплення $C=3$ кПа; питома вага породи $\gamma=18$ кН/м. Задаємо параметри прийнятого уступу в автоматичний алгоритм розрахунку ґрунтового анкера

Для початку оцінюємо стійкість заданого уступу. Для цього визначаємо мінімальний коефіцієнт запасу стійкості, який становить 0,84. Так як коефіцієнт запасу менший одиниці, стійкість уступу незабезпечена, тому виникає необхідність в застосуванні протизсувних заходів.

Щоб визначити максимальний крок рядів отримуємо графік залежності коефіцієнта запасу стійкості від висоти уступу (рис. 1)

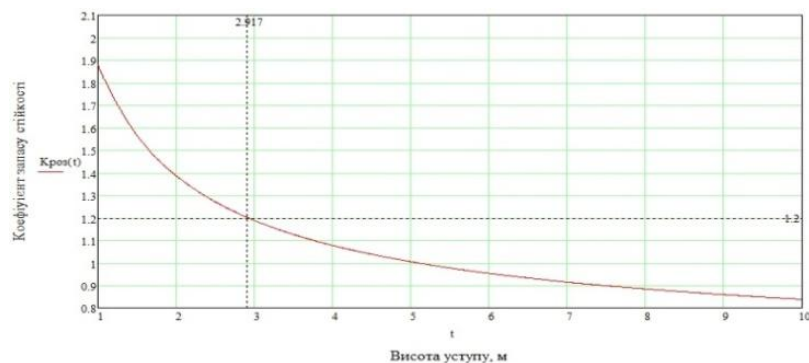


Рис. 1. Залежність коефіцієнта запасу стійкості від висоти уступу

Для того щоб визначити довжину анкерів кожного ряду будуємо графік залежності оптимальної довжини ґрунтового анкера від висоти його влаштування (рис. 2)



Рис. 2. Залежність оптимальної довжини ґрунтового анкера від висоти його влаштування

Отже є всі необхідні дані для розрахунку кроку і кількості рядів ґрунтових анкерів, та відповідно довжини анкерів кожного ряду.

За графіком зображеним на рис. 1 визначаємо максимальний крок влаштування рядів ґрунтових анкерів $H_{\text{крок.макс}}$, м

$$k_{\text{норм}} = 1,2$$

$$H_{\text{крок.макс}}(t) = \text{root } K_{\text{роз}}(t) - k_{\text{норм}}, t$$

$$H_{\text{крок.макс}}(1) = 2,917$$

де $k_{\text{норм}}$ – коефіцієнт запасу стійкості ділянки уступу між рядами анкерів.

Визначаємо кількість рядів $N_{\text{ряд}}$ та оптимальний крок між ними $H_{\text{крок.опт}}$, м.

$$H_{\text{крок.опт}} = \frac{h}{\text{ceil}\left(\frac{h}{H_{\text{крок.макс}}(1)}\right)} = 2,5$$

$$N_{\text{ряд}} = \frac{h}{H_{\text{крок.опт}}} - 1 = 3 \quad \text{шт.}$$

Визначаємо довжину анкерів кожного ряду:

$$H_{\text{ряд } N_{\text{ряд}}} = H_{\text{крок.опт}} \cdot N_{\text{ряд}}$$

$$L_{\text{крок.ряд}} \text{ Ланк}, N_{\text{ряд}} = \text{root } H_{\text{анк}}(\text{Ланк}) - H_{\text{ряд } N_{\text{ряд}}}, \text{Ланк}$$

$$N_{\text{ряд}} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} L_{\text{крок.ряд}} \quad 9, N_{\text{ряд}} = \begin{pmatrix} 8,703 \\ 9,379 \\ 10,102 \end{pmatrix}, \text{ м}$$

Отже, згідно проведених розрахунків, укріплення за допомогою ґрунтових анкерів слід виконувати згідно таких рекомендацій:

- Укріплення необхідно здійснювати 3-ма рядами;
- Ряди необхідно розмістити з кроком 2,5 м, тобто висота відносно нижньої площадки становить: 1 ряду – 2,5 м; 2 ряду – 5 м; 3 ряду – 7,5 м;
- Довжина анкерів для кожного ряду становить: 1 ряд – 8,7 м; 2 ряд – 9,4 м; 3 ряд – 10,1 м.

В результаті дослідження було отримано математичний алгоритм, що дозволяє значно спростити та автоматизувати розрахунки при різних варіантах закріплення нестійких уступів. На прикладі нестійкого уступу було визначено оптимальну кількість, крок та довжину рядів ґрунтових анкерів необхідних для забезпечення стійкості уступу.