

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СВОБОДНАТА ДЪЛЖИНА НА ПОЧВЕНИ АНКЕРИ

Андрей Тоцев

УАСГ

Резюме:

По отношение на свободната дължина на анкери нещата се свеждат до простото правило обобщено от Шнеебели [1] “Дължината на анкерите трябва да бъде такава, че нито една критична плъзгателна повърхнина да не преминава през закотвящата им част.” За целта съществуват различни методи, които ще бъдат представени в настоящата публикация..

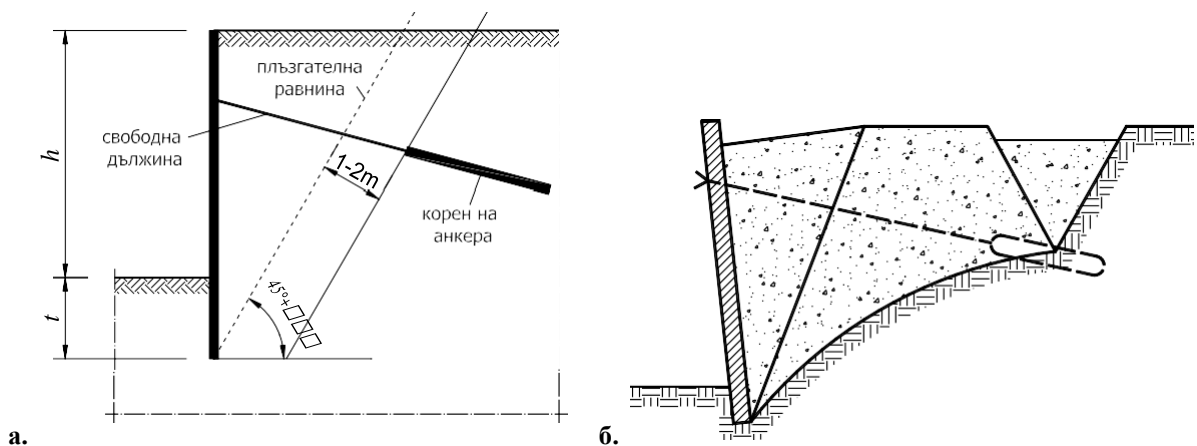
Ключови думи: анкери, свободна дължина, корен

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При проектиране на анкери основна роля играе носещата способност на анкера и свободната му дължина. При определяне на свободната дължина на анкера, принципа е усилието да се предава посредством корена на анкера в масива зад плъзгателната повърхнина, т.е. извън призмата на обрушване. Тук ще бъдат представени основните методи за определяне на свободната дължина, като ще бъде решен числен пример по различните методи.

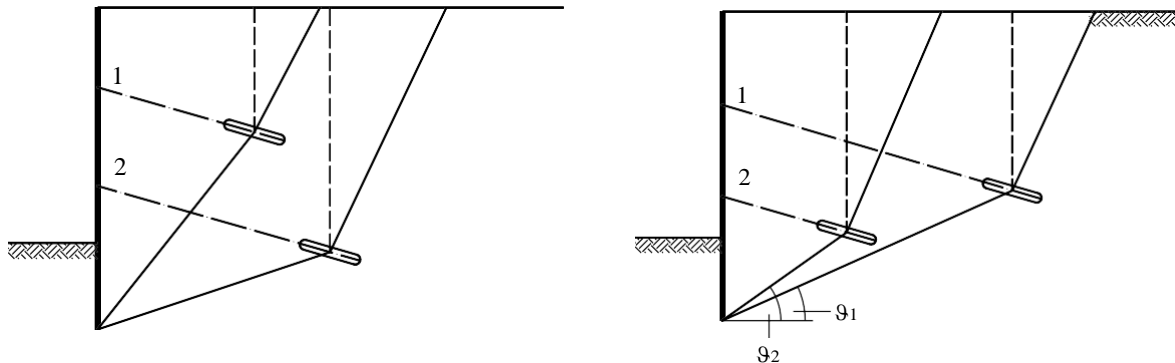
2. ОПРОСТЕН МЕТОД

В инженерната практика за предварителни изчисления, се приема коренът на анкера да започва на отстояние 1–2 m зад плъзгателната повърхнина или на разстояние 15-20% от височината на стената (фиг. 1). Съгласно [2] минималната свободна дължина на анкера е 4,50 m (за въжени и струнни анкери) и 3,00 m (за прътови анкери).



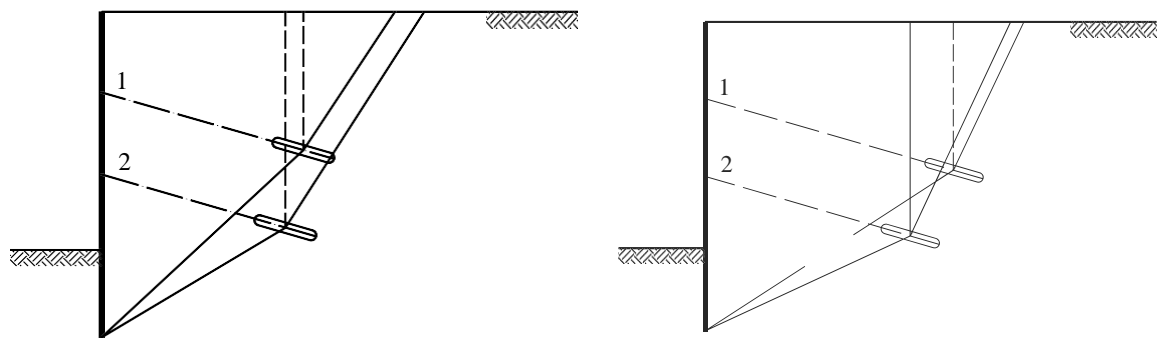
Фигура 1: а) Определяне на свободната дължина на анкера по опростен метод; б) Решение “по Kranz”- модел на разрушение [3].

което следва да бъде спазено.



Случай 1: $A_{1,d} \leq A_{доп,1,d}$
 $A_{1,d} + A_{2,d} \leq A_{доп,2,d}$

Случай 2: $A_{1,d} + A_{2,d} \leq A_{доп,1,d}$
 $A_{2,d} \leq A_{доп,2,d}$



Случай 3: $A_{1,d} \leq A_{доп,1,d}$
 $A_{1,d} + A_{2,d} \leq A_{доп,2,d}$

Случай 4: $A_{1,d} \leq A_{доп,1,d}$
 $A_{2,d} \leq A_{доп,2,d}$

Фигура 3. Решение по Ranke/Ostermayer [5]

5. МЕТОД НА КРЪГОВОЦИЛИНДРИЧНАТА ПЛЪЗГАТЕЛНА ПОВЪРХНИНА

Друг подход за определяне на необходимата свободна дължина на анкера е решението по кръговоцилиндрична плъзгателна повърхнина и определянето на коефициент на сигурност, доказващ устойчивостта на системата стена-анкери срещу загуба на устойчивост и дълбоко плъзгане. Основната идея е да се определи плъзгателна повърхнина с избрано ниво на сигурност, като избраните дължини на анкери да са такива, че да достигат (опират) до приетата плъзгателна повърхнина.

6. РЕШЕНИЯ, БАЗИРАНИ НА МКЕ

Работата със съвременни специализирани геотехнически програмни продукти, базирани на метода на крайните елементи, дава възможност за един по-различен подход при оценка на устойчивостта на даден откос и определяне на свободната дължина на корена на анкера чрез "φ, c-reduction" метода. Смисълът на решението е да

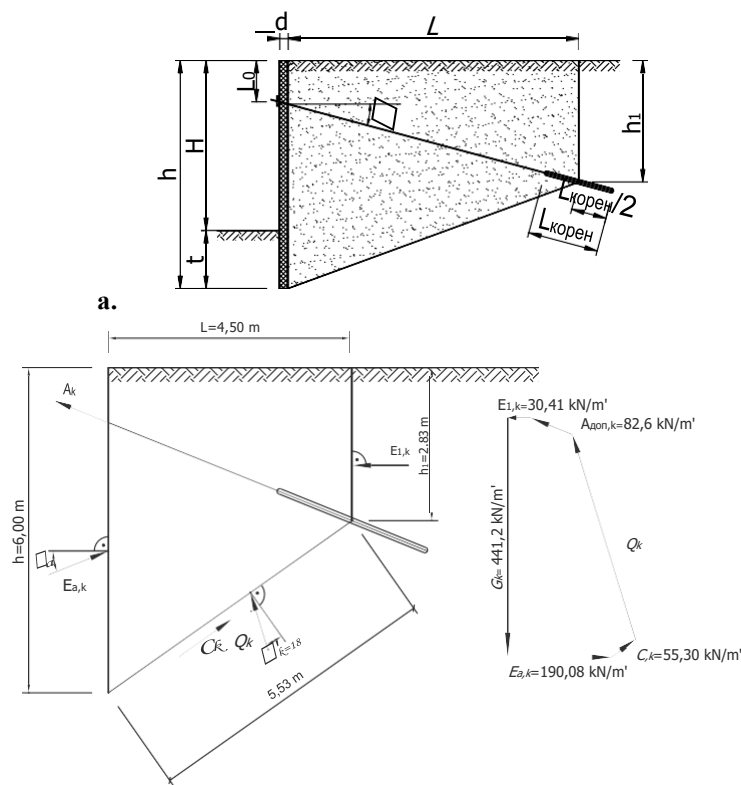
се търси потенциално разрушение, за което е налице необходима сигурност ($E_d < R_d$). Дължината на анкерите се определя така че "да обхващат зона", ограничена от потенциална повърхнина на разрушение при което сигурността е гарантирана.

7. ЧИСЛЕН ПРИМЕР ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СВОБОДНАТА ДЪЛЖИНА НА АНКЕРИТЕ ПРИ ЕДНОРЕДОВО АНКЕРИРАНА СТЕНА.

Шпунтова стена е анкерирана едноредово с инжекционни анкери съгласно схемата на фиг. 4 а. Почвата е пясъчлива глина със следните почвени характеристики: $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_k' = 18^\circ$, $\delta_k' = 0^\circ$, $c_k' = 10 \text{ kN/m}^2$. Проверява се устойчивостта при така избраната анкерна укрепителна система по метода на Kranz; по опростения метод; по КЦПП и по "ф,с - reduction" метода.

- Решение по метода на Kranz.

Изчислена е силата за анкерното ниво $P_{a,d} = A_{\text{действ},d} = 42 \text{ kN/m}'$. Проверява се устойчивостта при така избраната (фиг. 4 б) анкерна укрепителна система. Съгласно схемата: $L_0 = 1,0 \text{ m}$, $L = 4,50 \text{ m}$, $\alpha_f = 22^\circ$, $H = 4,50 \text{ m}$, $t = 1,50 \text{ m}$, $D_a = 0,20 \text{ m}$; $h = 6,00 \text{ m}$ и $h_1 = 2,83 \text{ m}$.



игура 4. Определяне на свободната дължина на анкера по Kranz:
(а) схема на укрепването и (б) изчислителна схема.

Характеристичната стойност на силата на собственото тегло на „захванатия“ масив е:

$$W_k = \frac{h + h_1}{2} \cdot L \cdot \gamma_k = \frac{6,00 + 2,83}{2} \cdot 5 \cdot 20 = 441,2 \text{ kN/m}'$$

$$\text{За } \alpha = \beta = \delta = 0^\circ \rightarrow K_{agh} = K_{agh1} = 0,528 \text{ („по Ранкин“)};$$

Силите на земния натиск са:

$$E_{1,k} = E_{1h,k} = \frac{h_1^2}{2} \cdot \gamma_k \cdot 1 \cdot K_{agh1} = \frac{2,83^2}{2} \cdot 20 \cdot 1,0,528 = 42,3 \text{ kN/m}'$$

$$E_{a,k} = \frac{h^2}{2} \cdot \gamma_k \cdot 1 \cdot K_{a,gh} = \frac{6,00^2}{2} \cdot 20 \cdot 1,0528 = 190,08 \text{ kN/m'}$$

$$C_k = 5,53 \cdot 10 = 55,3 \text{ kN/m'}$$

На фиг. 4-13 б е показан приетият мобилизиран блок съгласно Кранц и силовият полигон, който се затваря от силите. Реакцията в равнината на потенциално плъзгане Q_k е под наклон в гранично състояние $\delta_k = \varphi_k = 18^\circ$. Отчетена е необходима анкерна сила за осигуряване на равновесието $A_{\text{доп},k} \approx 82,6 \text{ kN/m'}$. Изчислителната стойност е: $A_{\text{доп},d} = A_{\text{доп},k} / \gamma_{E_p} = 82,6 / 1,40 = 59,00 \text{ kN/m}$. Изчислителната стойност на анкерната сила $A_d = 42 \text{ kN/m}$. Условието: $A_d = 42,0 \text{ kN/m} < A_{\text{доп},d} = 59,00 \text{ kN/m}$. е изпълнено, т.е. анкерната сила е по-малка от допустимата, при приетата свободна дължина на анкера.

- Решение по опростения метод.

$$v_a = 45 + \frac{\varphi}{2} = 45 + \frac{18}{2} = 54^\circ$$

$$15\%h = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ m}$$

$$20\%h = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ m}$$

Приета е средната стойност за отстояние от плъзгателната повърхнина: 1,05 m.

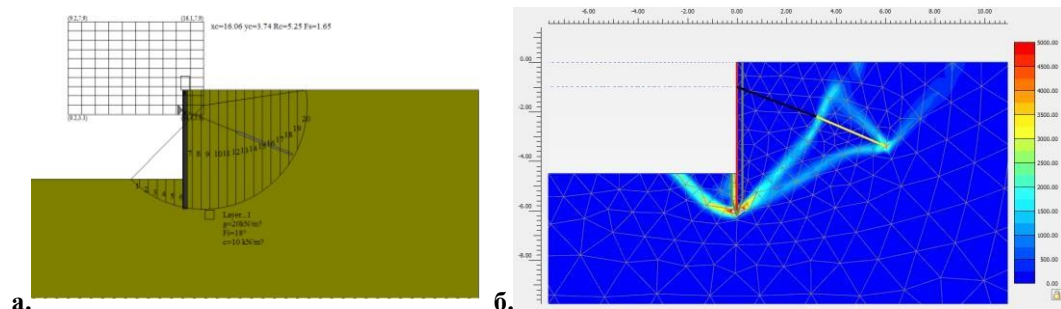
Получената минимална свободна дължина на анкера се различава от решението по Kranz с 74 cm или с около 17 %.

- Решение по КЦПП.

Полученият минимален коефициент на сигурност по метода на Bishop е по-голям от единица, което показва, че приетата свободна дължина на анкера е достатъчна.

- Решение по "ф,с - reduction" метода.

Полученият минимален коефициент на сигурност по "ф,с - reduction" метода е 1,326, което показва, че приетата свободна дължина на анкера е достатъчна.



Фигура 5. Определяне на свободната дължина на анкера по КЦПП и по "ф,с - reduction" метода с Plaxis.

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

За разлика от проблемът с определяне на носещата способност на анкери (където разликите са не просто в проценти, а в пъти), при определяне на свободната дължина на анкера също има различни методи, но резултатите са в по-близки граници. Тук бяха представени основните методи популярни в инженерната практика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шнеебели Ж., Шлицови стени, 1979
- [2] Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors, PTI

- [3] Empfehlungen des Arbeitskreisausschusses Uferneimassungen (EAU), 2012
- [4] Recommendations on excavation (EAB), 2008
- [5] Grundbau in Beispielen Teil 3, Doerken&Dehne, 2005