

Методи розрахунку стійкості схилів та укосів

Розрахунок стійкості укосу насипу методом кругло-циліндричних поверхонь ковзання (метод відсіків). Найбільш поширеним та достатньо достовірним вважається метод круглоциліндричних поверхонь згідно якого припущено, що ґрунтовий масив знаходиться в рівновазі, тобто сума моментів діючих в ньому дорівнює нулю.

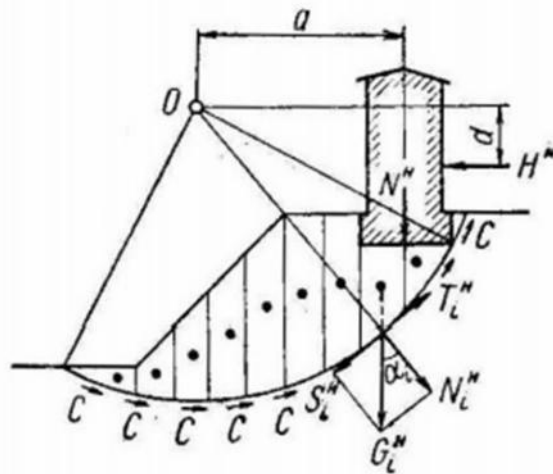


Рис. 1.8. Схема зусиль при розрахунку стійкості схилу зі спорудою

Масив ґрунту який сповзає знаходиться під дією двох моментів: момент, що зрушує масив ґрунту та момент, що його утримує. Допущення цього методу наступні. Руйнування укосу можуть бути внаслідок зсуву масиву ґрунту відносно центру поверхні ковзання точки О. Масив ґрунту розглядається як блок, що переміщується по кругло-циліндричній поверхні ковзання. Прикладена сила діє не у центрі відсіку, а умовно знаходиться на перетині його середньої лінії та поверхні ковзання.

Побудова обрисів рівностійкого укосу графоаналітичним методом.

Серед багатьох методів оцінки стійкості схилів та укосів широко застосовується метод F_r , запропонований М.М. Масловим і перевірений практикою інженерно-геологічних розрахунків. Критерієм міцності порід у

схилах та відкосах при використанні цього методу є величина кута опору зсуву ψ_i , значення якого можна розрахувати за формулою:

$$\operatorname{tg} \psi_i = F_p = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\sigma_z},$$

Якщо схил чи укіс не завантажений, і напруження в ньому виникають тільки під дією власної ваги порід, то величина нормального напруження на горизонтальній площадці буде дорівнювати:

$$\sigma_{zgi} = \gamma_i \cdot z_i.$$

При проектуванні обрисів схилу графоаналітичним методом можна вибрати кілька варіантів з певними коефіцієнтами стійкості за формулою:

$$K_{zan} = \frac{\operatorname{tg} \psi_i}{\operatorname{tg} \alpha_i}.$$

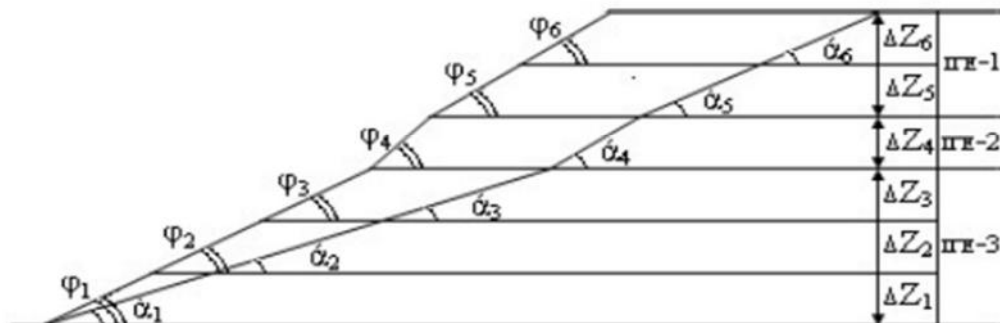


Рис. 1.9. Розрахункова схема для побудови обрисів рівностійкого укосу та укосу з певним коефіцієнтом запасу стійкості графоаналітичним методом F_p

Будується геологічний розріз, з розділенням на інженерно-геологічні елементи та на шари потужністю 3–6 м. Розраховуються величини стискаючих напружень на підшвах шарів за формулою:

$$\sigma_{zgi} = \sum \gamma_i \cdot z_i.$$

Кути зсуву для кожного шару визначають за формулами :

$$\operatorname{tg} \psi_i = \operatorname{tg} \varphi_i + \frac{c_i}{\sigma_{z,i}} ; \quad \psi_i = \operatorname{arctg} \left(\operatorname{tg} \varphi_i + \frac{c_i}{\sigma_{z,i}} \right).$$

Кути нахилу поверхні схилу в межах виділених шарів при певних значеннях коефіцієнту запасу стійкості визначають за формулою:

$$\alpha_i = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} \psi_i}{K_{\text{зан}}} \right).$$

За отриманими результатами будують обриси рівностійкого відкосу (за кутами ψ_i) та відкосу з певним коефіцієнтом запасу стійкості (за кутами α_i), починаючи з точки на підшві відкосу і відкладаючи відповідні кути в межах кожного розрахункового шару.

Метод горизонтальних сил.

Цей метод дозволяє виконати розрахунок з визначенням коефіцієнта запасу для укосу з будь-якою формою поверхні ковзання, і в тому числі для кругового. Ця обставина є дуже великою перевагою даного методу в порівнянні з іншими. Суть методу полягає в графічному та аналітичному визначенні активного тиску ґрунту, в межах того чи іншого розрахункового блоку, як на підпірну стінку з вертикальним заднім ребром позбавленим тертя, і з поверхнею ковзання, нахиленої до горизонту під кутом. Основні формули цього методу

$$H = P * \operatorname{tg} \alpha;$$

де H – розпір (тиск на стінку) при відсутності в ґрунті тертя і зчеплення; α – нахил по поверхні ковзання до горизонту; P - вага розрахункового блоку.

$$P = S * \gamma * l;$$

де S – площа блоку, м^2 ; γ - питома вага ґрунту (шару ґрунту) кН/м^3 ; l - ширина укосу (умовно), м.

$$R = P \cdot \operatorname{tg} (\alpha - \psi_p);$$

де R – непогашена частина тиску (активний тиск); ψ_p – кут опору зсуву при напруженні.

$$\psi_p = \arctg F_p = \arctg (\operatorname{tg} \varphi + C/\sigma);$$

де C – питоме зчеплення, γ – питома вага шару ґрунту, h_i – висота шару ґрунту.

$$T = H - R = P \times (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} (\alpha - \psi_p));$$

де T – частина розпору (тиск на стінку), спричинена тертям і зчепленням в ґрунті. Коефіцієнт стійкості. $K_{\text{стійк}} = \Sigma T / \Sigma H$. Крива ковзання визначається положенням відрізків ломаною, що проводяться під кутом.

Метод Г. М. Шахунянца.

За методом Шахунянца Г.М. на кожний відрік діють сили Q_i – рівно дія усіх сил, E_{i-1} – сила, що замінює дію на i -й відрік вище розташованого масиву; E_i – теж саме для нижче розташованої частини масиву; R_i – нормальна реакція основи; $c_i l_i$ – сила зчеплення; $f_i R_i$ – сила внутрішнього тертя.

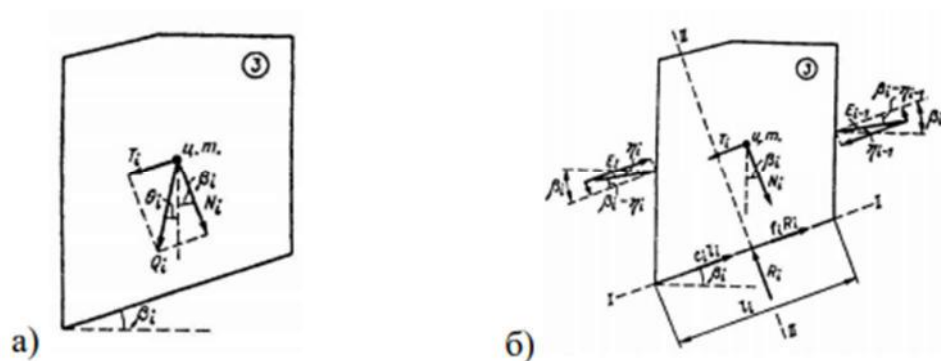


Рис. 1.10. Схеми зовнішніх (а) та внутрішніх (б) сил, діючих на відрік

Коефіцієнт стійкості k визначають за формулою:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \left(c_i l_i + f_i N_i + T_{y\partial-i} \right) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^{i=n} T_{c\partial g-i} \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}.$$