

Метод "передающегося коэффициента" для расчета устойчивости склонов

Кан Кай

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

геологический факультет, Москва, Россия

E-mail: kevinkang8@mail.ru

Расчеты устойчивости склонов и откосов производятся при решении следующих практических задач[1]:

- 1) при оценке устойчивости оползневых и оползнеопасных склонов;
- 2) для определения оползневого давления при проектировании подпорных сооружений;
- 3) при проектировании откосов плотин, дамб, насыпей, бортов карьеров и котлованов.

Для расчета устойчивости склонов разработано большое число методов, например метод Шахунянца, метод Чугаева, метод Терцаги, метод Янбу, метод Бишопы, метод Моргенштерна-Прайса[2, 3]. В Китае при расчетах устойчивости оползней вместо вышеуказанных методов наиболее широкоприменяется метод "передающегося коэффициента". Этот метод рекомендуется в нормативных документах, регламентирующих инженерные изыскания на оползнеопасных территориях в Китае (например, Specification of Geological Investigation for Landslide Stabilization DZ/T 0218-2006 [4]), которые могут рассматриваться как аналоги российских СП и СНиП.

Метод "передающегося коэффициента" относится к методу отсеков с системой плоских поверхностей (полигональной поверхности) скольжения. Он основан на равновесии сил. Этот метод удобнее всего применять, когда конфигурация поверхности скольжения на всем протяжении уже установлена, что сближает его с методом Шахунянца.

Рассмотрим условие равновесия любого i -го отсека (рис.1), положенного в основу метод "передающегося коэффициента". Рассматриваемый i -й отсек находится во взаимодействии с двумя соседними. Пусть расположенный выше по склону отсек действует на i -й отсек с силой E_{i-1} , которая направлена под углом α_{i-1} к горизонту, а ниже расположенный отсек с силой E_i , которая направлена под углом α_i .

Для каждого из отсеков, начиная с верхнего, вычисляется дефицит устойчивости E_i , которые представляют собой внутренние силы взаимодействия между отсеками. При необходимости обеспечить каждому отсеку некоторый запас устойчивости против сдвига по своему основанию следует значение сил удерживающих $R_i = (N_i \tan \varphi_i + c_i l_i)$ уменьшить в K_y раз, где K_y – коэффициент устойчивости. В этом случае все оползневое тело будет иметь в целом тот же коэффициент устойчивости. Для i -го отсека дефицит устойчивости равен:

$$E_i = G_i \sin \alpha_i - \frac{G_i \tan \varphi_i \cos \alpha_i + c_i l_i}{K_y} + E_{i-1} [\cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \tan \varphi_i] \quad (1)$$

где G_i - вес i -го отсека; φ_i - угол внутреннего трения; c_i – сцепление.

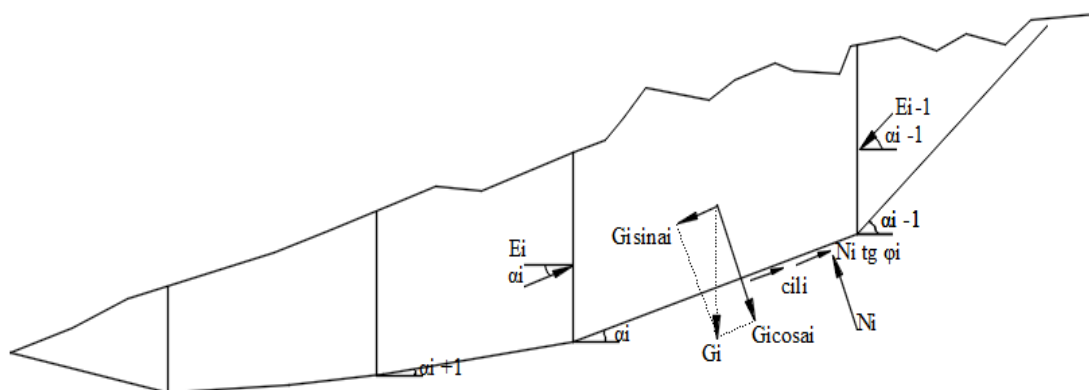


Рис.1. Схема к расчету устойчивости склонов по методу "передающегося коэффициента"

Далее оцениваем "передающийся коэффициент"

$$\lambda_i = \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \tan \varphi_i$$

$$E_i = T_i - \frac{R_i}{K_y} + E_{i-1} \lambda_i \quad (2)$$

где T_i, R_i - соответственно сдвигающие и удерживающие силы.

Без учёта действия подземных вод и сейсмических воздействий

$$T_i = G_i \sin \alpha_i, \quad R_i = G_i \tan \varphi_i \cos \alpha_i + c_i l_i$$

Получим коэффициент устойчивости:

$$K_y = \frac{R_i}{T_i + E_{i-1} \lambda_i - E_i} = \frac{R_1}{T_1 - E_1} = \frac{R_2}{T_2 + E_1 \lambda_2 - E_2} = \frac{R_3}{T_3 + E_2 \lambda_3 - E_3} = \dots$$

$$= \frac{R_n}{T_n + E_{n-1} \lambda_n - E_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (R_i \prod_{j=i}^{n-1} \lambda_j + R_n)}{\sum_{i=1}^{n-1} (T_i \prod_{j=i}^{n-1} \lambda_j + T_n)} \quad (3)$$

Если коэффициент устойчивости $K_y > 1.0$, то склон имеет запас устойчивости, если $K_y = 1.0$ — склон находится в состоянии предельного равновесия, если $K_y < 1.0$ — склон неустойчивый.

Литература

1. Калинин Э.В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование. - М.: Изд-во МГУ, 2006. - 242 с.
2. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. - М.: Госстрой России, 2003. - 93 с.
3. Фоменко И.К. Современные тенденции в расчетах устойчивости склонов//Инженерная геология, 2012. - №6 - С. 44-53.
4. Specification of Geological Investigation for Landslide Stabilization DZ/T 0218-2006. Китайское министерство земельных и природных ресурсов, 2006. - 40 с.