

ОБОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ ГОР**ESTIMATING STABILITY MOUNTAIN SIDES**

Макалада 3 түрдүү тоо тектеринин туруктуулугун баалоо каралган.

Ачык сөздөр: чыналуу, туруктуулук, порода, деформация, эксперимент.

В статье рассмотрена оценка устойчивости 3 видов горных пород.

Ключевые слова: напряжение, устойчивость, порода, деформация, экспериментальный.

In this article reviewed the assessment of stability of 3 types of mountain rocks.

Keywords: voltage, stability, rocks, deformation, experimental.

В практике горного производства оценка устойчивости бортов карьера, даже когда не учитывается влияние прилегающих гор, является весьма актуальной проблемой. Одной из основных задач этой проблемы является определение напряженно-деформационного состояния массивов пород бортов карьера с учетом геометрических размеров, свойств и строения массива, сейсмической и тектонической активности горного региона. Знание напряженно-деформированного состояния необходимо для определения места, форм и размеров вероятной поверхности разрушения (скольжения) массивов бортов карьера и для расчетов устойчивости бортов карьера по величине коэффициента запаса (K_s) устойчивости, определяемого как отношение суммарных величин удерживающих и сдвигающих сил, имеющих место вдоль вероятной поверхности разрушения (скольжения).

Величины сдвигающих и нормальных составляющих напряжений в каждой точке массива на произвольно ориентированной площадке (в сечении массива пород) при заданном напряженном состоянии σ_x^0 , σ_y^0 , τ_{xy}^0 , вычисляются формулами:

$$\begin{aligned} \tau_n &= \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy}^0 \cos 2\alpha \\ \sigma_n &= \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} + \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \cos 2\alpha + \tau_{xy}^0 \sin 2\alpha \end{aligned} \quad (1)$$

где n - нормаль к площадке сечения массива, составляющая с осью OX острый угол α ;
 σ_n - нормальная составляющая напряжений к этому сечению массива пород.

Величина удерживающих касательных напряжений зависит только от прочности пород. Прочность пород, как критерий пластичности или критерий разрушения, для каждого вида горной породы устанавливается экспериментально (1,2,3) путем испытания пород при различных напряжениях состояниях. В частности, теория прочности Мора, которая наиболее приемлема для горных пород, задается в виде огибающих кругов О.Мора аналитической зависимостью (2).

$$\tau_{cd} = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (2)$$

где τ_{cd} , σ_n – величины касательных и нормальных составляющих напряжений на площадке сечения массива, где предполагается расположение поверхности скольжения; C и φ – сцепление, и угол внутреннего трения, определяемые для каждой породы

экспериментальным путем. Если заданы конкретные значения компонент напряжений σ_{ij}^0 в какой-либо точке массива горных пород, то (2) позволяет определить коэффициент запаса прочности в этой точке массива и условия наступления пластических деформаций или процесса разрушения.

Для оценки устойчивости бортов карьера рассчитаны коэффициенты запаса устойчивости по условию прочности О.Мора.

$$K_3 = \frac{\sin \varphi_{\text{исп}}}{\sin \varphi_{\text{расч}}}$$

Здесь $\sin \varphi_{\text{исп}}$ - данные экспериментов, $\sin \varphi_{\text{расч}}$ - расчетные данные.

$$\sin \varphi_{\text{расч}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2C \cdot \text{ctg} \varphi},$$

где σ_1 - максимальные, σ_3 - минимальные значения напряжений; C - коэффициент сцепления; φ - угол внутреннего трения;

В расчетах приняты 3 вида горных пород. Это крепкие песчаники (скальные породы), аргиллиты (полускальные) и пески глинистые мелкозернистые (рыхлые породы). Поскольку созданная нами математическая модель предназначена для однородной среды, в расчетах массив пород карьера рассматривается как однородный. В расчетах заложены следующие данные. Для крепких песчаников: $\varphi = 35^\circ$; $C = 24$ МПа. Для аргиллитов: $\varphi = 29^\circ$; $C = 4$ МПа. Для песков глинистых мелкозернистых: $\varphi = 28^\circ$; $C = 0,07$. Соответственно объемные массы пород и коэффициенты Пуассона следующие: $\gamma = 2,6$ г/см³; $\mu = 0,25$; $\gamma = 2,45$ г/см³; $\mu = 0,25$; $\gamma = 1,8$ г/см³; $\mu = 0,25$.

На рис. 1. приведены изолинии равных коэффициентов запаса устойчивости для скальной породы (крепкие песчаники). Анализ результатов расчета показывает, что коэффициенты запаса устойчивости во всех точках массива больше единицы, т.е. массив находится в устойчивом состоянии. Из рис 2. видно, что массив, который состоит из полускальной породы находится в неустойчивом состоянии. Это наблюдается в зоне опорного давления правого борта. Участки ниже опорного давления правого борта и левый борт карьера находится в устойчивом состоянии. На рис. 3. показаны коэффициенты запаса устойчивости для рыхлой породы. В данном случае борта карьера с прилегающей горой не может состоять из рыхлых пород.

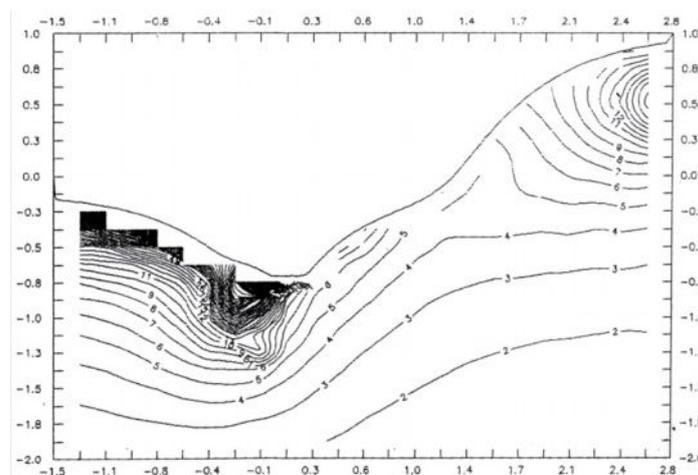


Рис.1. Изолинии коэффициентов запаса устойчивости крепких песчаников

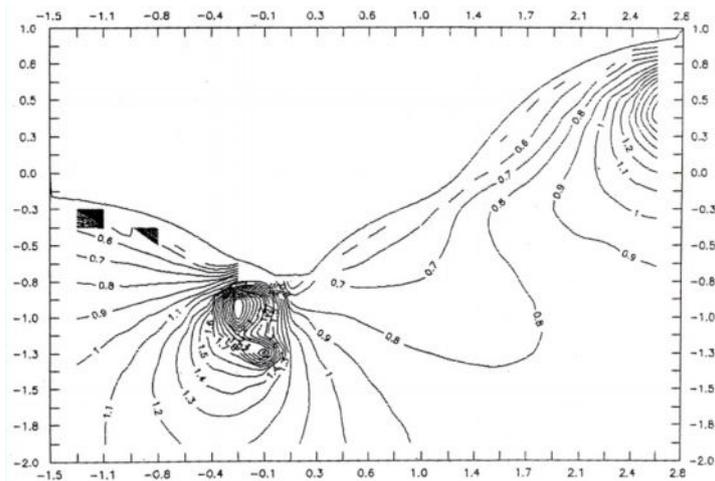


Рис.2. Изолинии коэффициентов запаса устойчивости аргиллитов

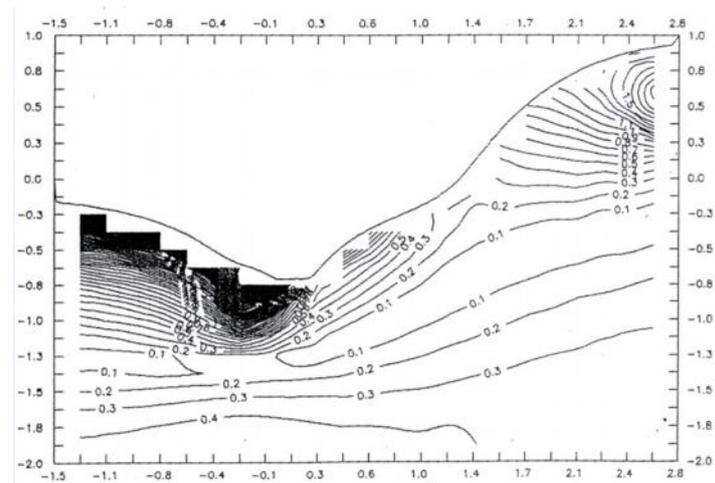


Рис.3. Изолинии коэффициентов запаса устойчивости глинистых мелкозернистых песчаников

Список литературы

1. Каталог механических свойств и деформируемости горных пород[Текст]/ Под ред. А.Н. Ставрогина. – М.: Наука, 1972. – 31 с.
2. Мансуров В.А. Прогнозирование разрушения горных пород[Текст] / В.А.Мансуров. – Фрунзе: Илим, 1990. – 240 с.
3. Тажибаев К.Т. Условия динамического разрушения горных пород и причины горных ударов[Текст] / К.Т. Тажибаев. – Фрунзе: Илим, 1989. – 180 с.