

Шпаков П.С.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: spsp01@rambler.ru

Ю.Л. Юнаков

О.И. Лягина

Сибирский Федеральный университета. Институт горного дела геологии и геотехнологий
660025, г. Красноярск, пр. Вузовский, 3, ауд. 415 у.к.
e-mail: JJunakov@sfu-kras.ru

Влияния погрешности определения прочностных характеристик (ρ и k) на предельную высоту откоса

Нами исследовано влияние погрешности определения прочностных характеристик на определение высоты устойчивого откоса (H) по методике [1.2].

Для исследования взяты следующие данные:

борт карьера высотой $H=314.1$ м; угол наклона борта карьера $\alpha = 45,5^\circ$; коэффициент сцепления $k = 31,2$ т/м²; - угол внутреннего трения $\rho = 30^\circ$.

Принимая погрешность определения коэффициента сцепления и угла внутреннего трения $\pm 10\%$ от средних построим возможную матрицу значений (рис.1).

Для заполнения матрицы численными значениями используем программу «Программа для расчета устойчивости карьерных откосов «Stability analysis»» [3.4].

В матрицу вводим значения предельной высоты, при условии, что $\alpha = 45,5^\circ$; $\gamma = 3,0$ т/м³. Значения ρ меняется от 26° до 34° , то есть в пределах 10% от среднего, равного 30° , через 1° , а коэффициент сцепления изменяется от 28 т/м² до 35 т/м², то есть в пределах $\pm 10\%$ от среднего $31,2$ т/м².

Результаты расчетов представлены на рис. 1.

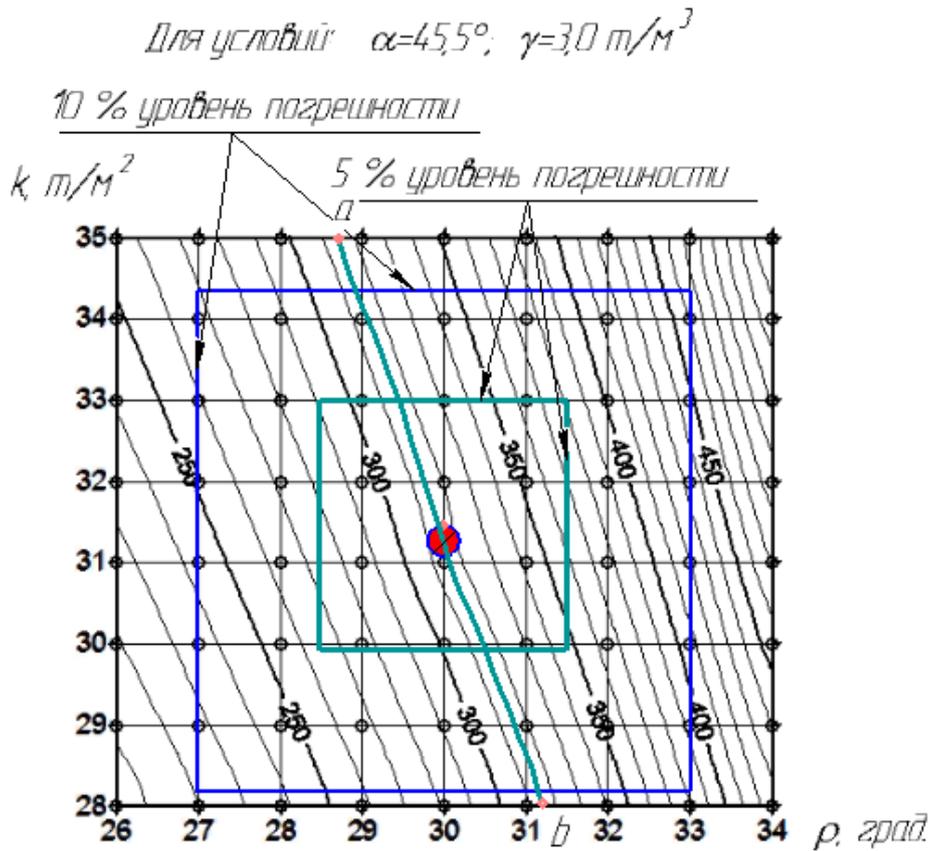


Рис.1. Зависимость высоты откоса борта карьера от угла внутреннего трения и коэффициента сцепления

Для полученных значений высоты (Н) построены изолинии (изовысоты рис.1). А на рис 2 показана объемная модель изовысот.

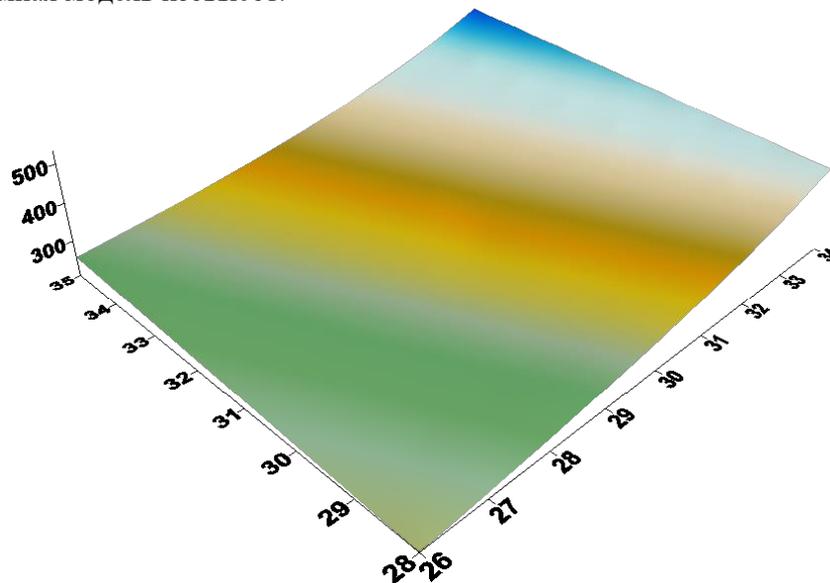


Рис.2. Изогипсы предельной высоты откоса

В расчетной матрице на изолиниях нанесены прямоугольники с размерами 5% и 10% погрешностей (k и ρ) (рис. 1).

Анализ полученных построений позволяет сделать следующие выводы:

Если делается максимальная ошибка в определении ρ и k .

По матрице (рис.1) для погрешности 10%.

Минимальное значение $H=220$ м, максимальное значение $H= 462$ м.

По матрице (рис.1) для погрешности 5%.

Минимальное значение $H=265$ м, максимальное значение $H= 380$ м.

Т.е. получаем,

$$\text{Для погрешностей 10\% } H = 314 \frac{+147.9}{-94.1}, \text{ м.}$$

$$\text{Для погрешностей 5\% } H = 314 \frac{+49.1}{-65.9}, \text{ м.}$$

Любое сочетание прочностных характеристик k и ρ попадающих на плоскость матрицы левее изовысоты $ab=314,1$ м приводит к уменьшению проектной высоты борта карьера, т. е. требуется корректировка борта в сторону снижения высоты или уменьшения угла наклона борта карьера..

Любое сочетание прочностных характеристик k и ρ попадающих на плоскость матрицы правее изовысоты $ab=314,1$ м приводит к увеличению проектной высоты борта карьера, т. е. требуется корректировка борта. Может быть три варианта: увеличение высоты борта при неизменном угле наклона; увеличение угла наклона борта карьера при неизменной высоте борта карьера; все оставить без изменения с целью увеличения кзу. борта карьера.

Рассмотрим случай, когда погрешность допущена только в одном показателе, при изменении другого.

Рассмотрим случай когда $k=31,2$ т/м² const, а ρ изменяется.

По матрице (рис.1) для погрешности 10%.

Минимальное значение $H=245$ м, максимальное значение $H= 420$ м.

По матрице (рис.1) для погрешности 5%.

Минимальное значение $H=275$ м, максимальное значение $H= 360$ м.

Т.е. получаем,

$$\text{Для погрешностей 10\% } H = 314 \frac{+105.9}{-69.1}, \text{ м}$$

$$\text{Для погрешностей 5\% } H = 314 \frac{+45.9}{-39.1} 314, \text{ м}$$

Рассмотрим случай когда $\rho = 30^\circ = \text{const}$, а k изменяется.

По матрице (рис.1) для погрешности 10%.

Минимальное значение $H=282$ м, максимальное значение $H= 345$ м.

По матрице (рис.1) для погрешности 5%.

Минимальное значение $H=300$ м, максимальное значение $H= 330$ м.

Т.е. получаем,

$$\text{Для погрешностей 10\% } H = 314 \frac{+30.9}{-32.1}, \text{ м}$$

$$\text{Для погрешностей 5\% } H = 314 \frac{+15.9}{-14.1} 314, \text{ м}$$

Рассмотрим только отрицательное влияние в разнице изменения приращения высоты из-за погрешности ρ и k (в %)

Для погрешностей в 10% $q = -69,1/-32,1=2,15$.

Для погрешностей в 5% $q = -39,1/-14,1=2,77$.

Таким образом, изменение прироста проектной высоты из-за ошибки в определении сцепления больше чем в 2 раза по сравнению с такой же ошибкой определения угла внутреннего трения (в %).

Затраты на проведение исследований по определению прочностных характеристик значительны, но они намного меньше чем корректировка борта карьера и последствия этого изменения.

Необходимо отметить, что аналогичные исследования можно провести для любых строк или любых столбцов матрицы. Нет никаких трудностей спроектировать другую матрицу для любых исходных данных.

Вывод. Параметры коэффициента сцепления необходимо определять значительно точнее и надежнее чем угла внутреннего трения.

Литература

1. Попов В. Н., Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. — М.: Изд-во МГГУ, Изд-во «Горная книга», 2008. — 683 с.: ил.
2. Шпаков П.С., Юнаков Ю. Л. и др. Исследование влияния погрешности определения прочностных характеристик (ρ и k) на предельную высоту откоса и его коэффициент запаса устойчивости в условиях Кия-Шалтырского месторождения. //Маркшейдерский вестник. 2018. № 5. С. 61-67.
3. Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л., Шпакова М. В., Фролов И. А. RU ОБПБТ № 4(75) 20.12.2010. Программы для ЭВМ. Рег. номер 2010614557 (09.07.2010).
4. Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л., Шпакова М. В. Расчет устойчивости карьерных откосов по программе *stability analysis* // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 8. — С. 56—63.