

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 коэффициент запаса устойчивости

Нами исследовано влияние погрешности определения прочностных характеристик на определение коэффициента запаса устойчивости откоса ($k_{зу}$) 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 коэффициента запаса устойчивости, при условии, что $\alpha = 45,5^\circ$; $\gamma = 3,0$ т/м³, $H=314.1$ м. 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.

Для условий: $k=31.2 \text{ т/м}^2$; $\rho=30^\circ$; $H=314,1 \text{ м}$; $\gamma=3.0 \text{ т/м}^3$
 10 % уровень погрешности

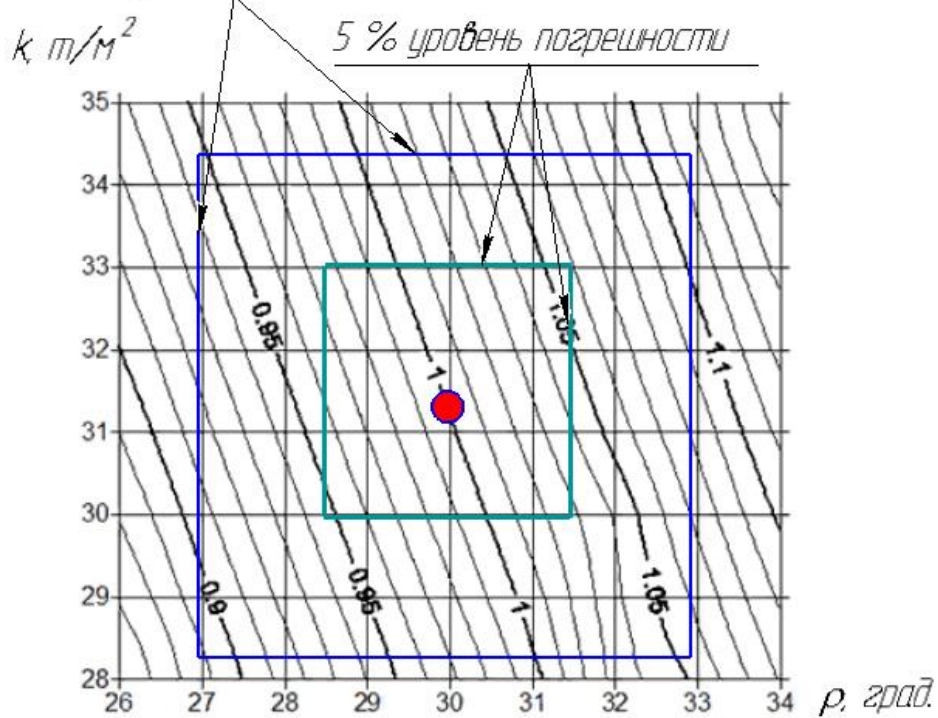


Рис.1. Зависимость коэффициента запаса устойчивости (кзу) борта карьера от угла внутреннего трения и коэффициента сцепления

Для полученных значений кзу построены изолинии (изокзу рис.1). А на рис 2 показана объемная модель изокзу.

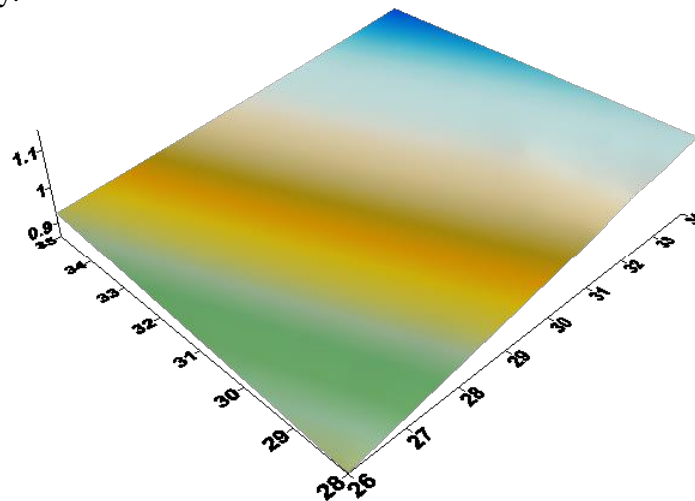


Рис.2. Изогипсы кзу откоса борта карьера

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

Анализ матрицы (рис. 1) показывает, что любое сочетание ρ и k , находящееся левее изолинии 1.0 приведет борт карьера к неустойчивому состоянию, а правее ее к повышению устойчивости борта карьера.

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 $k_{зу}=0,890$, максимальное значение $k_{зу} = 1,115$.

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

Минимальное значение $k_{зу}=0,948$, максимальное значение $k_{зу} = 1,060$.

Т.е. получаем,

Для погрешностей 10% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,115}{-0,110}$,

Для погрешностей 5% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,060}{-0,052}$,

Любое сочетание прочностных характеристик k и ρ попадающих на плоскость матрицы левее из $k_{зу} = 1,000$ приводит к уменьшению коэффициента запаса устойчивости 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 из $k_{зу} = 1,000$ приводит к увеличению коэффициента запаса 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 $k_{зу}$. борта карьера.

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

Рассмотрим случай когда $k=31,2 \text{ т/м}^2 \text{ cons}$, а ρ изменяется в пределах $\pm 10\%$.

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

Минимальное значение $k_{зу}=0,920$, максимальное значение $k_{зу} = 1,080$.

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

Минимальное значение $k_{зу}=0,960$, максимальное значение $k_{зу} = 1,040$.

Т.е. получаем,

Для погрешностей 10% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,080}{-0,080}$ м.

Для погрешностей 5% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,040}{-0,040}$.

Рассмотрим случай когда $\rho = 30^\circ = \text{cons}$, а k изменяется в пределах $\pm 10\%$.

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

Минимальное значение $k_{зу}=0,970$, максимальное значение $k_{зу} = 1,030$.

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

Минимальное значение $k_{зу}=0,990$, максимальное значение $k_{зу} = 1,020$.

Т.е. получаем,

Для погрешностей 10% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,030}{-0,030}$.

Для погрешностей 5% $k_{зу} = 1,000 \frac{+0,020}{-0,010}$.

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

Для погрешностей в 10% $q = 0,08/0,03=2,66$.

Для погрешностей в 5% $q = 0,04/0,01=4,0$.

Т.е. изменение прироста $k_{зу}$ из-за ошибки в определении сцепления больше чем в 2 раза по сравнению с такой же ошибкой определения угла внутреннего трения (в %).

Анализ расчетов говорит о том, что небольшое изменение $k_{зу}$ (в пределах 0,01) может привести к значительному изменению высоты до 30 м.

Вывод. При проектировании и расчёте устойчивости бортов карьеров необходимо пользоваться программами позволяющие вести расчет с погрешностью не грубее 0,001.

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.