

Константинов М.А., И.Ю. Боос
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

Оценка устойчивости откосов бортов карьера в обводненном массиве горных пород

По гидрогеологическим условиям эксплуатации карьера «Восточный» Олимпиадинского ГОКа, прибортовой массив обильно обводнен.

Оценка устойчивости обводненных откосов была выполнена по методике и специальной программе [1,2], позволяющая рассчитать коэффициент запаса устойчивости прибортового массива в зависимости от различного положения депрессионной воронки. В программе используются два метода расчета: алгебраического сложения сил и векторного сложения сил.

Схема расчета обводненного откоса методом алгебраического сложения сил представлена на рис. 1.

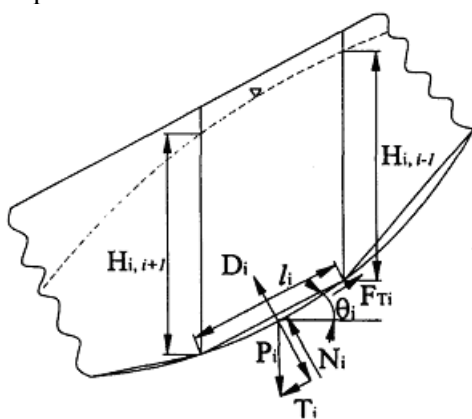


Рис. 1. Схема расчета обводненного откоса методом алгебраического сложения сил

В расчет принимаются следующие силы: N_i , T_i — соответственно нормальная и касательная составляющие веса расчетного блока; D_i — сила гидростатического давления, направленная перпендикулярно основанию расчетного блока:

$$D_i = \gamma_w \frac{H_{i,i-1} + H_{i,i+1}}{2} l_i$$

где γ_w — плотность воды, т/м^3

H_i — высота столба воды в расчетном блоке, м;

l_i — протяженность обводненной части блока, м.

Коэффициент запаса устойчивости откоса n по методу алгебраического сложения сил определяется для наиболее напряженной поверхности скольжения по формуле:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i - D_i) \text{tg} \varphi_p + C_p \sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

В программу вводятся координаты (X, Y) контура борта, границы типов пород, депрессионной кривой, поверхности ослабления, сцепление, угол внутреннего трения без коэффициента запаса, в соответствии с которыми определяется положение кривой скольжения из условия минимальности коэффициента запаса устойчивости.

В расчетах, в зависимости от расстояния от верхней бровки откоса борта до центра водоупорной скважины, рассматривалось пять возможных вариантов положения депрессионной воронки. Высота высачивания принята равной 50 м от дна карьера.

В табл. 1 приведены расчетные коэффициенты запаса устойчивости для рассматриваемых бортов карьеров в зависимости от положения депрессионной воронки.

Из таблицы 1 видно, что для обеспечения заданного коэффициента устойчивости ($n=1,3$) бортов в обводненных условиях пород необходимо уменьшение генерального угла по отношению к условиям сухого откоса.

С учетом данных табл.1, для четвертого и пятого варианта положения депрессионной воронки, устойчиво-конструктивные параметры бортов карьера в обводненных условиях приведены в табл. 2.

Таблица 1. Значения коэффициентов запаса при различных положениях депрессионной воронки и значениях угла откосов бортов

Генеральный угол откоса	Коэффициент запаса при:					
	сухом откосе	различных вариантах положения депрессионной воронки				
		1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
восточного борта						
37,0°	1,33	1,01	1,05	1,07	1,13	1,22
33,5°	1,47	1,14	1,15	1,17	1,24	1,34
31,0°	1,57	1,20	1,22	1,26	1,28	1,45
западного борта						
36,1°	1,23	1,05	1,06	1,07	1,10	1,16
34,0°	1,32	1,12	1,13	1,14	1,17	1,24
30,0°	1,49	1,20	1,21	1,22	1,26	1,34
северного борта						
38,3°	1,28	0,98	0,99	1,01	1,05	1,17
35,0°	1,40	1,07	1,08	1,10	1,14	1,27
31,0°	1,55	1,16	1,17	1,20	1,26	1,38
южного борта						
35,7°	1,28	1,07	1,08	1,09	1,12	1,20
33,0°	1,39	1,14	1,15	1,15	1,20	1,28
29,5°	1,53	1,24	1,25	1,26	1,30	1,39

Таблица 2 - Конструктивные параметры устойчивых бортов карьера в обводненных условиях

Борт карьера	Высота борта Н, м	Устойчиво-конструктивный угол откоса α , град					
		положение депрессионной воронки					
		4-й вариант			5-й вариант		
		Нижней части	Средней части	Верхней части	Нижней части	Средней части	Верхней части
Южный	700,0	37,5	29,5	23,0	47,5	33,0	26,0
Северный	600,0	40,0	30,0	25,5	45,5	34,5	28,0
Восточный	614,0	40,0	30,5	25,0	45,4	34,7	27,0
Западный	705,0	37,0	29,0	24,5	38,2	31,5	25,0

Для более неблагоприятных вариантов положения депрессионной воронки (1-ой и 2-ой) необходимо дальнейшее уменьшение генеральных углов бортов.

Учитывая, что конфигурация бортов карьера в плане близка к окружности, за счет сил бокового распора величина генерального угла откоса борта может быть увеличена на 4 - 6°.

Литература

1. Попов В. Н., Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л. Управление устойчивостью карьерных откосов: учеб. для вузов. – М. : Горная книга, 2008. – 683 с.

2. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л., Шпакова М.В. Расчет устойчивости карьерных откосов по программе STABILITY ANALYSIS. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 8. С. 56-63.