

УДК 622.235

В.С. КРАВЕЦ, В.А. ДВОРНИКОВ, Г.И. ЕРЕМЕНКО, кандидаты. техн. наук, доц.,
Криворожский национальный университет
А.И. ЧИРВА, канд. техн. наук, Ассоциация «Укрудпром»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ В ЗОНАХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ КРИВБАССА

Приведены результаты расчетов устойчивости бортов карьеров в различных по степени нарушенности областей сдвижения горных пород Кривбасса. Установлены устойчивые параметры бортов карьеров, позволяющие осуществлять безопасную и эффективную разработку потерянных запасов железной руды и окисленных кварцитов открытым способом.

Извлечение ранее потерянных при подземной добыче запасов железной руды и окисленных кварцитов вызывает необходимость применения открытой разработки в различных областях сдвижения горных пород.

Определение устойчивых параметров бортов карьеров на основании ранее выполненных наследований для условий различной нарушенности подработанного массива в Кривбассе могут привести к завышенным или же заниженным результатам в зависимости от того, в какой области сдвижения их использовать.

Так, например, значение коэффициента ослабления сцепления 0,5 принятого в работе (1), для области обрушений будет давать завышенные результаты, а для области трещин – заниженные. На основании выполненных исследований (2) установлено, что в области обрушений величина сцепления изменяется в пределах 2-9 кПа, а в области трещин коэффициент ослабления сцепления составляет 0,84.

Для расчета устойчивости бортов карьеров необходимо применение расчетных методов, учитывающих состояние массива горных пород в различных областях сдвижения.

В связи с этим при определении устойчивых параметров бортов карьеров в различных областях сдвижения горных пород всякого бока мощных пластообразных залежей Кривбасса использовались основные рекомендации исследований (1,2,3)

Прочностные характеристики, использовавшиеся при расчетах устойчивости бортов карьеров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Прочностные характеристики горных пород подработанного массива

Область сдвижения подземного рудника	Физико-механические характеристики горных пород в массиве			Прочностные характеристики по контактам породных слоев		Прочностные характеристики по трещинам отдельности	
	объемный вес γ , т/м ³	сцепление С, КПа	угол вн. тр. ϕ , град.	сцепление, С', КПа	угол внутреннего трения, ϕ' , град.	сцепление Стр., КПа	угол вн. трения, ϕ , град.
Область обрушения	1,4	9	28	10	26	11	27
Область сдвигов	2,6	35	32	10	27	11	28
Область трещин	3,0	59	32	10	29	11	29

Сцепление в области обрушения принято 9 КПа, поскольку эта величина установлена на основании съемки обнажений скальных пород, значительно ослабленных процессами выветривания. Как установлено исследованиями (2) с глубиной величина сцепления в подработанном массиве увеличивается. Поэтому принятая в расчетах величина сцепления 9 -КПа является оптимальной.

Для повышения надежности расчетных данных в области сдвигов и области трещин устанавливалась средняя величина сцепления для роговиков и сланцев в отдельности, а затем принималась окончательно средняя для роговико-сланцевой толщи горных пород с учетом коэффициентов ослабления сцепления (соответственно 0,5 и 0,84). возможность такого подхода к

решению вопроса определяется тем, что висячий бок рудных залежей Кривбасса сложен переслаивающимися роговиками и сланцами.

На основании данных, приведенных в табл. 1, а так же рекомендаций [4] установлены основные параметры призмы обрушения бортов карьеров в различных областях висячего бока подземных рудников Кривбасса.

При определении допустимой высоты вертикального обнажения ($H90$) величина сцепления принималась с учетом того, что верхняя часть скального массива представлена известняками, а так же выветрелыми роговиками и сланцами со значительно меньшими прочностными характеристиками.

Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные параметры призмы обрушений бортов карьеров

Область сдвига подземного рудника	Глубина карьера, Нм	Высота верт обнажения, $H90, м$	Условная высота верт. Обнажен, $H1=Hк/H90$	Условная ширина призмы обрушения, $a1=a/H90$	Действит. Ширина призмы обрушения, $a=H90*a1, м$
Область обрушения	100	10	10	1,1	11
	200	10	20	1,5	15
	300	10	30	1,7	17
Область сдвигов	100	12	8,3	0,86	10,32
	200	12	16,6	1,22	14,64
	300	12	25	1,52	18,24
Область трещин	200	18	11,1	0,85	15,3
	300	18	16,6	1,1	19,8

Как видно из табл. 2. нами рассмотрены карьеры глубиной от 100 до 300м. Это объясняется тем, что в настоящее время нет еще достаточно надежных результатов исследований состояния подработанного массива во всех областях сдвига подземных рудников Кривбасса. Поэтому глубина карьера 300м-, рассматривается как первоначальная возможная.

В процессе эксплуатации карьеров необходимо выполнение исследований устойчивости бортов, которые позволят осуществить расширение границ открытых горных работ до глубины 500 м.- 700м.

Расчета устойчивости бортов карьеров производился с использованием расчетных схем, приведенных в (5;6;7).

Применение этих схем расчета позволило установить величину / коэффициента запаса устойчивости бортов карьеров с учетом сил, действующих на призму обрушения, прочностных характеристик горных пород, а так же формы поверхности скольжения.

Результаты определения устойчивых параметров бортов карьеров в различных областях сдвига подземного рудника по предложенным методам, а также по методам (4,8) приведенные в табл. 3.

Как видно из табл. 3 на устойчивость бортов карьеров существенно влияет угол падения поверхности ослабления δ по которому происходит сдвиг части (верхней или нижней) призмы обрушения.

Так, например, при размещении борта карьера в обзисте сдвигов при $Hк ! 300м$ и $\alpha= 27^\circ$ изменение величины угла падения поверхности скольжения в верхней части призмы обрушения δ от 45° до 55° приводит к увеличению коэффициента запаса устойчивости борта соответственно от 1,31, 1,33 до 1,47.

Увеличение коэффициента запаса устойчивости объясняется тем, что с увеличением угла падения поверхности ослабления δ размеры призмы активного давления уменьшается, кроме того уменьшается часть поверхности скольжения с более слабыми прочностными характеристиками (по сравнению с массивом) за счет чего и повышается устойчивость бортов карьеров.

В области трещин устойчивость бортов карьеров повышается при ступенчатой форме нижней части поверхности скольжения. Так при круглоцилиндрической форме нижней части поверхности скольжения коэффициент запаса составляет при $Hк ! 300 м$ и $\alpha= 50^\circ$ - 1,36, при $Hк=300м$ и $\alpha=45^\circ$ - 1,32, а при ступенчатой форме нижней части поверхности скольжения и тех же параметрах борта карьера и условий залегания поверхности скольжения соответственно 1,52

и 1,46. Учитывая малую вероятность сдвига нижней части призмы обрушения по поверхности скольжения ступенчатой формы устойчивые параметры бортов карьеров определялись по схеме Ш (с круглоцилиндрической формой нижней части поверхности скольжения).

Таблица 3

Расчет устойчивости параметров бортов карьеров в различных областях сдвижения подземного рудника

Область сдвижения	Глубина карьера, Н, м	Угол откоса борта карьера α , град.	Форма поверхности скольжения	Расчетная схема	Угол наклона поверхности ослабления, δ , град	Коэффициент запаса устойчивости борта карьера				
						по предложенным методам	по методу [8]	по методу [4]		
Область обрушений	100	36	Верхняя часть - круглоцилинд, Нижняя - плоская	1	$\delta=14$	1,26	1,30	3		
	100	30			$\delta=6$	1,52	1,69	11		
	200	28			$\delta=5$	1,46	1,55	6		
	200	28	сложная	2	$\delta_1=50$	1,42				
					$\beta=5$					
					$\delta=27$					
		300	26	-	1	$\delta=8$	1,48	1,66	12	
		300	26	сложная	2	$\delta_1=5,5$	1,34			
			$\beta=35$							
			$\delta_2=8$							
	300	26	сложная	2	$\delta_1=50$	1,38				
		$\beta=30$								
		$\delta_2=8$								
Область сдвигов	100	42	Верхняя часть - плоская, нижняя - круглоцилиндрическая	3	$\delta=60$	2,03	2,38	17		
	100	42			$\delta=55$	1,38	1,63	18		
	100	42			$\delta=50$	1,31	1,37	4		
	200	42			$\delta=60$	1,28	1,46	14		
	200	36			$\delta=55$	1,26	1,34	6		
	200	30			$\delta=60$	1,39	1,55	11		
	300	30			$\delta=45$	1,26	1,28	1		
	300	27			$\delta=45$	1,31	1,33	1		
	300	27			$\delta=50$	1,33	1,38	3		
	300	27			$\delta=55$	1,47	1,58	7		
	300	27			Сложная(нижняя часть круглоцил)	4	$\delta=55$	1,31	1,34	2
							$\delta=39$			
	Область трещин	200			38		3	$\delta=50$	1,32	1,51
200		38		3	$\delta=55$	0,98	1,23	27		
200		32		3	$\delta=45$	1,34	1,41	5		
300		30			$\delta=50$	1,36	1,39	2		
300		30	Нижняя часть поверхности скольжения ступенчатая	4	$\delta=50$	1,52				
300		30			$\beta=45$	1,32	1,37	3		
300		30			$\beta=45$	1,46				

Полученные значения коэффициента запаса устойчивости бортов карьеров по предложенным методам несколько меньше, чем по методам (4,8), что объясняется более полным учетом всех фактов, влияющих на устойчивость бортов карьеров в различных областях сдвижения горных пород Кривбасса.

Список литературы

1. Рац М.В. Неоднородность горных пород и их физических свойств. М. «Наука» 1968г. , 107с.
2. Сидоренко В.Д., Дворников В.А. , Кравец В.С., Еременко Г.И. Определение закономерностей изменения прочностных свойств горных пород подработанного массива. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць вип.. 26. Кривий Ріг 2010, с. 40-44.
3. Можжерин В.М. Влияние подземных разработок на устойчивость бортов карьеров. Диссертация канд. Техн. Наук, ЛГИ,1966,140с.
4. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов, М.,Недра,1965,377с.

5. **Кравец В.С., Дворников В.А., Чирва А.И.**, Графо-аналитические расчеты устойчивости бортов карьеров в области обрушения горных пород Сборник Разработка рудных месторождений, Кривой Рог. КТУ вып. 79 2002, с. 47-51.

6. **Кравец В.С., Дворников В.А., Хруцкий В.Л.** Методика расчета устойчивости бортов карьеров в области сдвигов подработанного карьера массива Кривбасса. Разработка рудных месторождений. Кривой Рог .КТУ. Вып. 83.2003.с. 25-29

7. **Кравец В.С.** Исследование и разработка методики расчета устойчивости бортов карьеров в зонах подземных работ Кривбасса. Диссертация канд. техн. наук . Кривой Рог ,1979,194с.

8. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. ВНИМИ.,Л.,1972. - 163 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.272: 624.191.5

С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, доц., Институт предпринимательства "Стратегия"

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

На скорость проходки выработок заметное влияние оказывают буровые работы и актуальным, в этой связи, является исследование зависимости скорости проходки протяженных вертикальных и горизонтальных выработок от производительности бурового оборудования. В этой ситуации целесообразна разработка методов исследований, соответствующего программного обеспечения, которые позволили бы служить в качестве инструментов изучения вопросов организации строительства. Для проведения исследований разработана компьютерная программа. В результате исследования изменения скорости проходки выработок различного назначения от эксплуатационной производительности бурового оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Ритмичная работа шахт служит фактором, который способствует повышению эффективности горной промышленности в целом. Задача реконструкции производственных мощностей в условиях значительных глубин разработки должна сопровождаться интенсивными усилиями в направлении исследований, направленных на совершенствование всех технологических процессов, которые требуют соответствующей автоматизации для обеспечения достоверности результатов.

Анализ исследований и публикаций. Анализ имеющихся результатов исследований и состояния проектирования и строительства шахт указывает на необходимость более широкого использования компьютерных технологий для детального учета различных особенностей сооружения подземных объектов и обеспечения оптимальных параметров ведения работ.

Постановка задачи. Подготовить соответствующее программное обеспечение и исследовать вопросы организации проходки стволов глубоких шахт под влиянием изменения параметров бурового оборудования и горно-геологических условий, в частности, изменение темпов строительства.

Изложение материала и результаты. Современный этап функционирования железорудной промышленности Украины характеризуется, в частности следующим:

Исчерпанностью богатых легкодоступных месторождений полезных ископаемых.

Большой глубиной ведения работ на карьерах, проблемами, связанными с масштабами и темпами вскрышных работ.

Экологическим ущербом, связанным с деятельностью горнообогатительных комбинатов

Нарастанием себестоимости продукции при открытом способе разработки бедных руд и их последующим обогащением, ввиду применения энергозатратных технологий и высокой стоимостью энергоносителей на мировом рынке. Кроме того, следует подчеркнуть постоянный характер роста мировых цен на энергетические ресурсы, что позволяет прогнозировать дальнейшее возрастание себестоимости продукции.

Значительной потребностью металлургических предприятий Украины в железорудном сырье.

Необходимостью обеспечения критически важных экспортных поставок металлургической и железорудной продукции, что усиливается невозможностью экспорта высокотехно-