

В.А. Полухин, А.А. Белодедов, В.В. Сашенко

**ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ЛАВЫ И ГЛУБИНЫ
ЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
ПОРОД ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Семинар № 15

Влияние длины лавы (полости) и глубины ее расположения на напряженно-деформированное состояние (НДС) породного массива исследовали для выработки площадью сечения в проходке $17,9 \text{ м}^2$, шириной 5 м и высотой 4 м, пройденной в алевролите прочностью 52, 3 мПа; коэффициент бокового давления $\lambda=0,9$. В результате математического моделирования НДС массива получены значения нормальных напряжений (табл. 1) в породах вокруг горных выработок, проводимых на границе с выработанным пространством лавы, для характерных точек 1–12 (рис. 1, а). Расстояние от подошвы выработки до почвы лавы принимали 1 м, мощность пласта 1 м, угол его залегания $\alpha=10^\circ$.

Из приведенных в таблице данных видно значительное повышение нормальных напряжений с увеличением длины лавы и глубины ее расположения. Установлено, что большинство углевмещающих пород прочностью 50 ч 100 мПа вокруг горных выработок на глубине 800–1600 м при длине лавы 100 м разрушаются. Чтобы предотвратить этот физический процесс необходимо применение технологических решений, снижающих разрушающее воздействие нормальных напряжений на массив. Учитывая

это, было проведено математическое моделирование снижения нормальных напряжений путем одновременного образования горизонтальных и наклонных разгрузочных полостей длину (l , м), которых определяли по формуле

$$l = 1,28R \ln(\beta k_0 H / H_0),$$

где R – приведенный радиус выработки, $R = \sqrt{S / \pi}$, м; S – площадь сечения выработки в черне, м^2 ; β – коэффициент разгрузки без разгрузочной полости, $\beta=0,82$; H – глубина заложения выработки, м; H_0 – безопасная глубина, при которой конвергенция в выработке не превышает 400 мм; k_0 – коэффициент концентрации напряжений, принимается от 2 до 3.

Анализ нормальных напряжений в породах вокруг выработок, разгруженных горизонтальными и наклонными полостями от влияния горного давления (рис. 1, б), показал значительное их снижение (табл. 2). Параметры выработки аналогичны предыдущей. При разгрузке пород вблизи выработок и длине лавы до 250 м можно обеспечить состояние, соответствующее эксплуатационным требованиям. Значительными остаются нормальные напряжения (табл. 2) после разгрузки только в породах кровли (точки 1 и 2 на рис. 1, а), что требует применения анкерной крепи или

других средств, предупреждающих
вывалообразования.

256 Таблица 1

Глубина за- ложения вы- работки, м	Длина лавы, м	Нормальные напряжения σ , МПа, в точках											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
800	50	-30,92	-68,34	-123,6	-120,4	-96,26	-277,1	-163,5	-37,65	-6,78	2,79	5,60	8,35
	100	-69,36	-93,51	-162,7	-148,6	-128,1	-365,0	-211,7	-46,79	-9,04	4,42	-66,22	-35,96
	150	-131,6	-122,7	-201,0	-143,8	-153,1	-430,7	-245,2	-50,86	-10,59	5,38	-131,1	-88,04
	200	-241,9	-137,8	-215,1	-172,1	-163,4	-457,1	-245,4	-50,76	-1,08	8,51	-167,2	-114,1
	250	-386,1	-134,5	-191,0	-175,1	-139,8	-388,9	-191,6	-27,70	12,93	13,82	-193,1	-121,3
1200	50	-46,37	-102,5	-185,5	-180,6	-144,4	-415,7	-245,2	-56,84	-10,17	4,19	8,41	12,54
	100	-104,0	-140,3	-244,1	-22,9	-192,1	-547,5	-317,6	-70,19	-13,57	6,63	-99,23	-53,95
	150	-197,4	-184,1	-301,5	-215,7	-229,7	-646,1	-367,8	-76,28	-15,89	8,06	-107,7	-82,14
	200	-362,9	-206,1	-322,7	-258,1	-245,2	-685,7	-368,0	-76,14	-1,62	10,1	-121,7	-97,3
	250	-579,1	-201,7	-286,6	-262,6	-209,7	-583,3	-287,4	-41,55	19,40	12,4	-156,3	-112,4
1600	50	-61,83	-136,7	-247,3	-240,8	-192,5	-554,3	-327,0	-75,30	-13,56	5,60	11,22	16,72
	100	-138,7	-187,0	-325,5	-297,3	-256,2	-730,0	-423,5	-93,58	-18,09	8,85	-132,4	-71,93
	150	-263,2	-245,4	-402,1	-287,6	-306,3	-861,4	-490,4	-101,7	-21,19	10,76	-162,4	-76,18
	200	-483,8	-275,7	-430,3	-344,2	-326,9	-914,3	-490,7	-101,5	-2,17	12,31	-184,1	-114,6
	250	-772,1	-268,9	-382,1	-350,1	-289,6	-777,8	-383,2	-55,41	25,87	14,75	-201,3	-123,2

Таблица 2

Глубина за- ложения вы- работки, м	Длина раз- грузочных полостей, м	Дли- на лавы, м	Нормальные напряжения σ , МПа, в точках											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
800	4,0/2,8	50	-27,49	-19,81	-10,24	-8,37	1,27	1,21	3,02	8,40	10,11	4,05	0,98	0,26
		100	-20,74	-24,25	-3,24	4,26	0,95	0,23	1,01	10,28	13,34	6,49	-25,36	6,92
		150	-18,30	-32,76	-19,58	6,05	12,30	-4,13	4,03	11,93	13,50	5,17	40,61	37,50
		200	-50,67	-42,75	-0,96	-3,67	2,04	-1,61	4,42	12,96	13,34	4,03	82,08	31,10
		250	-39,46	-44,28	-2,88	-1,80	1,20	4,93	-2,87	14,15	18,01	7,65	11,92	41,14
1200	4,5/3,0	50	-28,23	-28,71	-16,35	-12,68	1,94	1,81	4,63	11,60	14,16	6,15	1,57	0,41
		100	-31,80	-34,81	-4,87	6,11	1,31	0,38	1,56	14,12	18,61	9,71	-36,01	9,38
		150	-27,11	-48,49	-27,37	8,81	17,81	-6,01	5,96	17,15	19,71	7,23	60,92	53,10
		200	-73,00	-63,17	-1,44	-5,28	3,30	-2,53	6,67	18,36	20,11	5,97	119,26	44,15
		250	-60,23	-63,67	-4,91	-2,13	2,03	7,15	4,31	20,38	23,14	11,05	16,05	60,17
1600	5,0/3,2	50	-32,97	-38,19	-21,47	-15,49	2,35	2,56	6,14	15,80	21,23	8,41	2,03	0,54
		100	-40,33	-46,21	-6,15	8,25	2,07	0,45	2,31	18,13	25,31	11,53	-43,51	12,81
		150	-38,18	-62,17	-36,45	11,32	22,26	-8,03	7,47	22,96	26,44	10,35	82,12	75,21
		200	-95,11	-82,11	-2,03	-7,14	4,21	-3,81	8,25	24,15	25,13	9,24	135,17	60,34
		250	-80,78	-85,73	-5,83	-8,45	2,85	8,35	5,75	25,16	28,31	13,91	19,27	80,13

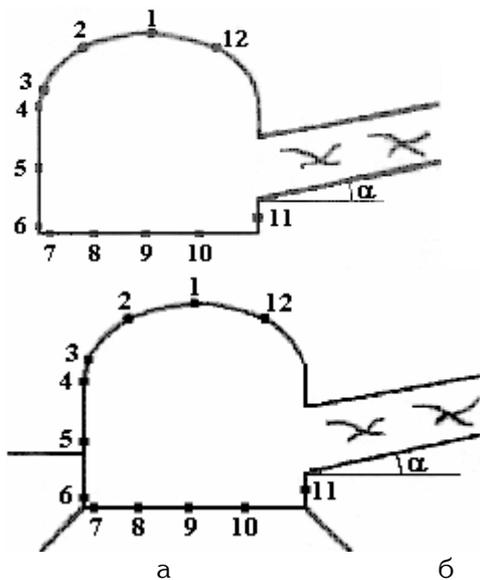


Рис. 1. Горная выработка: а – на границе с выработанным пространством; б – разгруженная горизонтальными и наклонными полостями

Устойчивость пород и выработок в зависимости от длины лавы и глубины ее расположения достаточно не изучены и не учитываются при проектировании подземных сооружений. Обычно применяют упрощенные модельные методы определения устойчивости пород и выработок.

Наиболее доступным для практики можно считать метод упругого наложения. Сущность метода заключается в сопоставлении напряжений в породном массиве с прочностными его характеристиками. В результате сопоставления устанавливают области массива, в которых соответствие прочности пород напряжениям не выполняется. Недостаток такого метода – отсутствие учета перераспределения напряжений в процессе разрушения породного массива. Однако это компенсируется простотой вычислительных операций.

Существует два варианта метода: упругое наложение напряжений и

прочностных характеристик только на контуре выработки; упругое наложение поля напряжений и прочности пород в массиве, включая контур выработки. Первый вариант разработан до уровня практического использования при проектировании камеры.

Второй вариант (примененный авторами) учитывает влияние на нормальные напряжения длины лавы и глубины ее расположения в породах вблизи выемочной выработки. Контур пород имеет 12 характерных точек, в области которых сосредоточены нормальные напряжения (табл. 1 и 2). Используя результаты сопоставления нормальных напряжений и предела сопротивления пород разрушению при сжатии (-) и растяжении (+), устанавливают зоны деформации пород и устойчивость их вблизи выработок, необходимость применения эффективных технологий проведения, а также рамных металлических крепей податливостью до 1000 мм и более [1, 2].

Результаты исследования напряженно-деформированного состояния массива вокруг горных выработок позволили:

- 1) установить оптимальные технологические схемы образования полостей для разгрузки массива вокруг выработки в зависимости от горного давления;

- 2) разработать метод определения длины полостей для разгрузки массива вокруг выработок проводимых впереди очистного забоя или одним забоем с ним, а также с отставанием;

- 3) определить, что породы с пределом прочности на сжатие 50–100 МПа вокруг выработок, проводимых на границе с лавами длиной 100 м на глубине 800 м и более, от нормальных напряжений разрушаются

При разгрузке массива от нормальных напряжений на этой глубине породы с указанной прочностью вокруг

горных выработок на границе с лавой длиной до 250 м могут сохранять устойчивость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полухин В.А. Геотехнология сооружения устойчивых горных выработок при разработке пластовых месторождений на больших глубинах. Новочеркасск: УПИ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 266 с.

2. Воскобоев Ф.Н., Бучатский В.М., Гусельников Л.М. и др. Способы активного управления геомеханическим состоянием массива горных пород при подземной разработке угольных месторождений России. Санкт – Петербург, 2003. – 398 с. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Полухин В.А., Белодедов А.А., Сашенко В.В. – ЮРГТУ (НПИ).

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 15 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент чл.-корр. РАН Л.А. Пучков.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ			
АССАНЕ Антонио Алфредо	Геодезические методы анализа высотных и плановых деформаций инженерных сооружений и земной поверхности	25.00.32	к.т.н.
МАНУЭЛЬ ТРЕХО СОТО	Разработка методики анализа результатов геодезических измерений при наблюдении за осадками и смещениями крупных инженерных сооружений спут-	25.00.32	к.т.н.

	НИКОВЫМИ МЕТОДАМИ		
--	-------------------	--	--