I$$N 0135-3500. Записки Санкт-Петербургского государственного горного института. 1994. Том 139

УДК 622.831

Ю.Г.СИРЕНКО, А.В.ГОРШКОВ

ВЛИЯНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ НА ДИНАМИКУ ОБРУШЕНИЙ КРОВЛИ ПРИ СЛОЕВОЙ ВЫЕМКЕ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ

Рассмотрены особенности аварийных обрушений основной кровли при слоевой выемке Третьего калийного пласта. Проведен предварительный анализ горно-геологических условий их проявлений. Выявлены параметры непосредственной кровли, оказывающие влияние на интенсивность обрушения. С помощью критерия Фишера найден "критерий динамичности", позволяющий оценить опасность различных участков шахтного поля.

При выемке запасов Третьего калийного пласта Старобинского месторождения слоевыми системами разработки имеют место так называемые "динамические обрушения" кровли в забоях нижних слоевых лав. При слоевой системе сначала верхней лавой отрабатывается верхняя часть Третьего пласта (IУ сильвинитовый слой). Затем, с некоторым отставанием и оставлением пачки межслоевой соли Ш-IУ, нижней лавой разрабатывается нижняя часть (I и II сильвинитовые слои).[x] Слоевая система разработки широко применяется также при отработке Второго калийного пласта, и за все время ее использования никаких негативных явлений не наблюдалось.

В отличие от Второго калийного пласта существует ряд горно-геологических и горно-технических особенностей Третьего пласта, предопределяющих наличие повышенных динамических нагрузок на секции крепи. В ряду этих особенностей следует отметить бóльшую газоносность Третьего пласта, более глубокое его залегание, бóльшую суммарную вынимаемую мощность пласта, а также некоторые отличия в строении налегающих пород.

Предварительный анализ обрушений показал следующее:

"динамические осадки" кровли проявляются при слоевой отработке Третьего пласта только в забоях нижних лав, предварительно надработанных выемкой IУ сильвинитового слоя, причем сама отработка последнего не сопровождается сложностями в управлении кровлей;

[x] Исследование горного давления в нижней лаве при последовательной слоевой выемке Третьего пласта / Б.И.Петровский, Б.А.Волков, П.И.Калиниченко и др. // Технология и безопасность разработки калийных месторождений / Пермск. политехн. ин-т. Пермь, 1991.

не выявлено какой-либо закономерности между динамическими осадками и опережением верхней лавы нижней;

аварийные осадки кровли происходили практически на всех панелях Третьего пласта, отрабатываемых слоевой системой разработки.

Эти явления происходят на разных участках шахтных полей с различной интенсивностью. Имеются участки "особой" динамической активности. Так, в лаве № 5 рудника I-го РУ (табл.I) аварийные осадки происходили четыре раза: при отходе от монтажного штрека на 200 м и при приближении к концу столба, к демонтажному штреку на 312, 202 и 67 м. В то же время имеются участки шахтных полей, где управление кровлей происходит спокойно.

Таблица 1

Параметры аварий, произошедших вследствие динамических обрушений кровли

№ п/п	Рудник, панель, лава	Дата обрушения	Расстояние от начала (конца) столба, м	Опережение верхней лавы, м	Число секций (стоек), посаженных "нажестко"	Ширина вывала, м
1	1-е РУ, 11-я восточная	26.12.83	200	1392	30	Не было
2	панель, лава № 5	13.10.85	1430 (307)	1200	20	15
3	То же	7.12.85	1550 (202)	1100	48	28
4	- " -	23.02.86	1685 (67)	1100	38	32
5	2-е РУ, 20-я восточная	25.10.85	276	307	27	40
6	панель, лава № 4	4.07.87	12	12	24	Нет данных
7	2-е РУ, 3-я южная панель, лава № 2	19.02.86	1430 (382)	179	25	22
8	2-е РУ, 3-я южная панель,	17.08.86	140	19,5	48	16
9	лава № 3	26.09.88	2110 (435)	88	17 (68)	Нет данных
10	1-е РУ, лава № 19	6.06.88	760	760	11 (44)	" "
11	2-е РУ, 18-я восточная панель, лава № 6-н	5.07.90	904	Большое	7 (28)	14
12	4-е РУ, лава № 2А-2	11.05.91	Нет данных	Нет данных	75	75
13	3-е РУ, лава № 24	3.08.91	" "	То же	13 (52)	Нет данных

Анализ геологических колонок скважин подземной геологической разведки позволил сделать выводы о наличии зависимости между геологическим строением кровли и вероятностью "динамических обрушений". Исследования показали, что основная кровля Третьего пласта представлена слоистыми породами, устойчивыми и средней устойчивости, склонными к зависанию. Параметры основной кровли практически неизменны по площадям шахтных полей. Непосредственная кровля же, представленная мелкослоистой соляной толщей, напротив, весьма значительно варьирует по своему составу и параметрам.

Для выявления "критерия динамичности обрушения" был использован следующий прием.[x] Во-первых, был определен круг параметров непосредственной кровли, могущих влиять на интенсивность обрушения. Во-вторых, данные по скважинам были рассортированы на две группы - скважины, расположенные в непосредственной близости от мест динамических проявлений горного давления, и скважины участков "спокойного" обрушения. В-третьих, были просчитаны средние значения определяющих параметров по обеим группам. Различия между средними значениями выявлялись путем проверки гипотезы о равенстве двух средних.[xx] Согласно этому методу, если нормированная разность средних значений Z (табл.2) попадает в критическую область с уровнем значимости q, то гипотеза о равенстве средних отвергается и различие в выборочных средних признается существенным. При уровне значимости $q = 5\ \%$,

Таблица 2

Значения средних показателей горно-геологических факторов по скважинам подземного бурения

Показатель	Средние значения показателей по скважинам		Нормированная разность средних значений Z
	без динамических проявлений	с динамическими проявлениями	
Агрегатная прочность пород кровли, МПа	17,4	16,7	1,67
В том числе кровли:			
непосредственной	16,35	16,03	0,37
основной	18,24	17,75	0,78
Содержание в породах кровли, %:			
сильвинита	11,17	13,6	1,41
галита	50,46	39,68	5,60
карналита	10,32	10,98	0,54
глинистых прослойков	24,47	34,05	7,02
Мощность пород кровли, м:			
непосредственной	10,63	9,56	1,76
основной	6,37	7,44	1,76

[x] В работах по сбору и обработке информации принимали участие младшие научные сотрудники С.М.Барановский, В.А.Мисников (БФ ВНИИГ).

[xx] К о р н Г., К о р н Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1968.

критическая область имеет нижний предел Z_g = I,96. Как видно из табл.2, нормированная разность средних значений содержания галита и глинистых прослойков в породах кровли превышает этот предел, что говорит о существенной разнице между этими факторами на участках с динамическими проявлениями горного давления и без таковых. Следует отметить, что динамические явления происходят при малом содержании в породах кровли галита и большом - глины.

Для окончательной проверки степени влияния факторов на динамические проявления горного давления применялся однофакторный дисперсный анализ. Для каждого фактора вычислялось значение критерия Фишера $F_н$, которое, в свою очередь, сравнивалось с его допустимым предельным значением. При уровне значимости, равном 5 %, допустимое значение $F_{кр}$ = 4,54. Чем больше значение критерия $F_н$, тем более значимо влияние рассматриваемого фактора на динамические проявления горного давления. При $F_н > F_{кр}$ можно с вероятностью 95 % утверждать, что гипотеза о существенном влиянии данного фактора на динамические проявления подтверждается.

Анализ был проведен для представительной группы из I7 скважин (табл.3). Гипотеза о влиянии на динамические проявления горного давления по этой методике подтверждается лишь для показателя "Содержание глинистых прослойков в породах кровли", а наиболее близким к нему по значениям, но не превышающим $F_{кр}$ = 4,54 является показатель "Содержание галита в породах кровли". Учитывая этот фактор, для дальнейшего рассмотрения принимался комплексный показатель "Отношение содержания галита и глины". Из табл.3 видно, что значение критерия Фишера для этого показателя наибольшее.

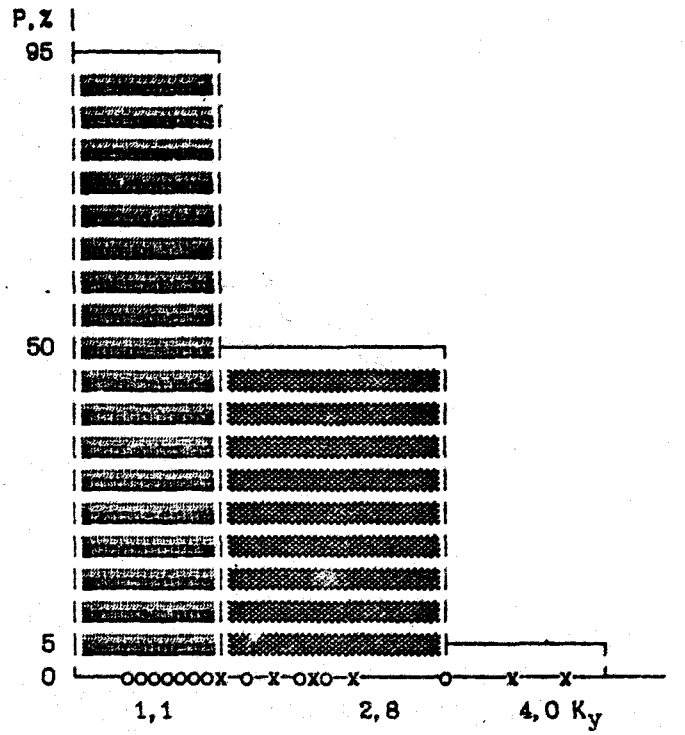
Найденный таким образом "критерий динамичности" можно использовать для вероятностного анализа возможности динамических проявлений горного давления, иными словами, для определения риска "динамических обрушений" кровли. Было проанализировано распределение исследуемых скважин в координатах "риск - комплексный показатель K_y" (см. рисунок). В область значений K_y от 0,0 до I,I попадают скважины с динамическими проявлениями, поэтому здесь вероятность этих проявлений, ограниченная сверху уровнем значимости 5 %, максимальна и составляет 95 %. Вторая область (K_y = I,I÷2,8) включает в себя скважины как с динамическими проявлениями, так и без них, причем количество этих скважин равно, поэтому риск оценивается в 50 %. Третья область (K_y = 2,8÷4,0) содержит скважины без динамических проявлений, и риск таковых зависит здесь от уровня значимости и составляет 5 %.

По-видимому, на этих участках шахтного поля из-за повышенного содержания глины в породах непосредственной кровли при отработке IУ слоя происходит лучшее уплотнение и слеживание обрушенных пород. Образованные "ниши" способствуют отрывам крупных блоков вышележащих пород, поэтому при последующих отработках нижних слоев происходят аварийные посадки кровли.

Таблица 3

Результаты однофакторного дисперсного анализа по проверке гипотезы о влиянии горно-геологических факторов на динамические проявления горного давления в слоевых лавах ПО "Белорускалий"

Показатель	Номер скважины, рудник																Наблюдаемый F-критерий (α = 5 %)
	565,2	537,2	534,2	403,1	408,1	410,1	488,2	453,2	427,2	417,2	556,2	331,1	327,1	425,1	422,1	428,1	330,1	
	Динамических проявлений не наблюдалось						Наблюдались динамические проявления при обрушениях										
Агрегатная прочность пород непосредственной кровли, МПа	17,44	17,22	17,68	18,03	16,76	17,24	15,74	15,60	15,52	17,45	17,63	17,84	15,38	18,28	15,54	17,27	17,38	2,10
Содержание в породах кровли, %:																		
сильвинита	6,19	0,97	0,00	23,09	16,61	20,14	3,63	3,25	2,43	1,09	6,41	22,56	10,24	41,61	2,97	36,80	18,64	0,13
галита	43,00	74,12	68,31	39,17	38,84	39,35	34,96	33,48	40,38	59,38	56,83	43,18	38,66	21,71	36,18	29,44	42,35	2,68
карналлита	14,06	2,55	10,00	16,20	9,37	9,74	19,75	5,00	20,68	8,69	10,08	5,55	8,79	8,39	24,55	0,00	9,26	0,04
глинистых прослоев	25,94	22,36	18,88	19,42	34,33	25,90	40,50	46,38	31,94	52,47	20,14	24,64	40,96	25,81	34,62	31,28	25,80	4,56
Отношение содержания галита и глины	1,66	3,32	3,62	2,02	1,13	1,52	0,86	0,72	1,26	1,13	2,82	1,75	0,94	0,84	1,04	0,94	1,64	5,78



Оценка степени вероятности динамических обрушений. Данные по скважинам: о – с динамическими обрушениями; х – без динамических обрушений

В настоящее время продолжается работа по изучению строения, состава и газоносности пород кровли на участках шахтных полей, где происходили или происходят аварийные посадки кровли. Уже имеются отдельные сведения о повышенной газоносности этих пород. Поэтому в дальнейшем, по мере накопления характеризующих породы данных, "критерий динамичности" будет уточняться и с его помощью планируется районирование шахтных полей по повышенной опасности интенсивных обрушений кровли.