

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ
В ВИДЕ ВНЕЗАПНЫХ РАЗРУШЕНИЙ ПОРОД ПОЧВЫ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, СОПРОВОЖДАЮЩИХСЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕМ,
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

С.С. Андрейко, Т.А. Лялина

Горный институт Уральского отделения Российской академии наук,
Пермь, Россия

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Объекты проведения работ – сивлинитовый пласт АБ и вмещающие породы почвы горных выработок на шахтных полях рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий». Предмет исследования – внезапные разрушения пород почвы горных выработок, проводимых по пласту АБ. Цели выполнения работ – определение оптимальных параметров профилактического бурения дегазационных шпуров в почву горных выработок и оценка эффективности дегазации пород почвы при отработке пласта АБ в условиях шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий».

В процессе выполнения работ выполнен анализ условий проявления и механизма газодинамических явлений из почвы горных выработок в калийных рудниках. Разработаны количественные критерии, и дана оценка возможности возникновения газодинамических явлений из почвы при ведении горных работ на различных участках шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий». Выполнены расчеты, и определены оптимальные параметры профилактического бурения дегазационных шпуров в условиях шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4. Проведена оценка эффективности применения профилактического бурения дегазационных шпуров в условиях калийных рудников. Предложены перспективные направления в технологии ведения подготовительных и очистных горных работ, снижающие опасность возникновения газодинамических явлений из почвы выработок. На основе результатов расчетов сделан вывод о том, что проблему газодинамических явлений из почвы горных выработок можно решать не только дегазацией, но и за счет применения добычного оборудования, позволяющего свести к минимуму величину подрезки защитной пачки.

Ключевые слова: калийные рудники, сивлинитовые пласты, газодинамические явления из почвы, защитная пачка, давление свободных газов, дегазация, параметры профилактического бурения, оценка эффективности дегазации.

**CAPABILITY ASSESSMENT OF GASDYNAMIC EFFECTS DEVELOPMENT
AS SUDDEN DESTRUCTION OF MINE WORKINGS ROCKS OF SOIL,
ACCOMPANIED BY GAS EVOLUTION, IN CONDITIONS OF THE SOUTHERN
PART OF VERKHNEKAMSKOYE FIELD**

S.S. Andreiko, T.A. Lialina

Mining Institute of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia
Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Objects of the work are sylvinite layer AB and adjacent formation of mining soil on mine fields at BKPRU-2 and BKPRU-4 of OJSC "Uralkali". Subject of research is a sudden disintegration of rocks soil excavations carried out through the formation AB. Objective of work – to determine the optimal parameters of degassing holes prophylactic drilling in soil of mine workings and to evaluate rocks soil degassing efficiency in the reservoir AB at working conditions mine fields at BKPRU-2 and BKPRU-4 OJSC "Uralkali".

During the work development conditions and mechanism of gas-dynamic events from soil of mine workings in potash mines were analyzed. A quantitative criteria and the evaluation of the gas-dynamic events possibility of soil during mining operations in different parts of the mine fields at BKPRU-2 and BKPRU-4 OJSC "Uralkali" were developed. Calculations were performed; optimal parameters of prophylactic drilling holes in the degassing conditions mine fields at BKPRU-2 and BKPRU-4 were determined. The effectiveness of degassing holes prophylactic drilling in terms of potash mines was assessed. Perspective directions in technology of preparation and clearing of mining operations, reducing the risk of gas-dynamic events from soil excavation were offered. Based on the results of calculations conclusion that the problem from soil GDYA of mine workings can be solved not only degassing but also through the use of mining equipment to minimize the magnitude of the protective cutting package was made.

Keywords: potash mines, sylvinite layers, gas-dynamic effects from soil, protection pack, pressure of free gases, degassing holes, parameters of prophylactic drilling, evaluation of degassing performance.

Введение

В настоящее время известно, что определяющими процессы формирования и протекания газодинамических явлений (ГДЯ) из почвы горных выработок в условиях калийных рудников являются следующие факторы: давление свободных очаговых и приконтактных газов, напряженно-деформированное состояние пород соляного массива и его изменчивость в пространстве и во времени, физико-механические свойства пород и структура разрабатываемого массива [1–7].

Впервые с выбросами соли и газа из почвы горных выработок при очистной выемке столкнулись в 1959 г. во Франции при разработке Эльзасского месторождения калийных солей [8].

В настоящее время для условий шахтных полей калийных рудников ОАО «Уралкалий» разработаны и внедрены эффективные методы текущего, локального и регионального прогнозирования газодинамической опасности и способы предотвращения внезапных разрушений пород кровли горных выработок, сопровождающихся газовыделением, а также явлений комбинированного типа¹. Значительный объем исследований природы, механизма и теории газодинамических явлений, методов борьбы с ними был выполнен Всероссийским научно-исследовательским институтом гидротехники им. Б.Е. Веденеева (ВНИИГ), Национальным минерально-сырьевым университетом «Горный», Пермским национальным исследовательским политехническим университетом, Уральским филиалом ВНИИГ и другими организа-

циями. Внедрение результатов выполненных исследований в практику ведения горных работ на Верхнекамском месторождении калийных солей при отработке сильвинитовых пластов позволило существенно снизить остроту проблемы газодинамических явлений. Однако практика ведения горных работ в калийных рудниках ОАО «Уралкалий» показала, что проблема газодинамических явлений по-прежнему остается актуальной. Так, на пласте АБ в условиях шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 в последние годы вновь стала актуальной проблема газодинамических явлений из почвы горных выработок. Газодинамические явления из почвы горных выработок в виде внезапных разрушений пород почвы, сопровождающихся газовыделением, представляют собой серьезную угрозу жизни шахтеров и нарушают ритмичность работы рудников. В связи с этим фактом появилась настоятельная необходимость оценить эффективность профилактического бурения дегазационных шпуров для предотвращения ГДЯ из почвы горных выработок и определить оптимальные параметры дегазационного бурения для условий шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий».

Критерии количественной оценки развития разрушений пород почвы выработок, сопровождающихся газовыделениями

В настоящее время установлено, что возникновение газодинамических явлений в виде внезапных разрушений пород почвы, сопровождающихся газовыделением (ВРППСГ), становится возможным, если активные силы (давление приконтактных газов) превышают силы сопротивления пород почвы разрушению. Анализ условий возникновения ГДЯ из почвы показал, что нижнее основание полости приурочено к месту нахождения приконтактных газов (зоны контактов литологических разностей пород, гало-

¹ Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на Верхнекамском месторождении калийных солей в условиях газового режима в ОАО «Уралкалий» / ОАО «Уралкалий». Пермь; Березники, 2005. 67 с.; Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на Верхнекамском месторождении калийных солей в условиях газового режима в ОАО «Сильвинит» / ОАО «Сильвинит». Пермь; Соликамск, 2009. 75 с.

пелитовые прослойки). Обеспечение безопасности работ в выработке, почва которой содержит приконтактные газы, требует производить оценку устойчивого состояния пород почвы по минимальным силам, способным нарушить их равновесие [3–5, 9, 10]. Как уже говорилось, в зависимости от положения надработанной зоны приконтактных газов (в призабойной зоне или вне ее – на расстоянии от забоя более 20 м) меняются и условия равновесия пород почвы. В связи с этим условия развития ГДЯ из почвы выработки в призабойной и вне призабойной зоны определяются выражениями [3, 4]

$$P_{кр} \geq (0,7925\sigma_p h_T^2 a^{-2} + \gamma h_T) + \Delta_{г.п}, \quad (1)$$

где γ – плотность пород почвы; $\Delta_{г.п}$ – сцепление в породах почвы по галопелитовому прослойку;

$$P_{кр} \geq (0,5\sigma_p h_T^2 a^{-2} + \gamma h_T) + \Delta_{г.п}. \quad (2)$$

При оценке возможности развития ГДЯ из почвы горных выработок в призабойной зоне в выражение (1) было внесено уточнение, связанное с действием на породы почвы собственно веса комбайна, который также препятствует развитию ГДЯ за счет сил гравитации. В связи с этим в пределах призабойной зоны нами выделялось две подобласти. Первая подобласть призабойной зоны характеризуется действием на породы почвы веса комбайна, который создает дополнительное давление. За счет жесткости слоя каменной соли КрI–А' распределение веса комбайна принимается на площадь, которая определяется шириной выработки и длиной ходовой части комбайна. Так, для комбайна ПК-8 или «Урал-61» площадь приложения распределенной нагрузки от веса комбайна при длине плиты слоя каменной соли КрI–А' 6 м составит 19,2 м², для комбайнов типа «Урал» при длине плиты 8 м соответственно составит: «Урал-10» КСА – 32 м²; «Урал-20» – в зависимости от ширины

выработки 44,0, 46,4 и 48,8 м². Отсюда выражение (1) для первой подобласти призабойной зоны примет следующий вид:

$$P_{г} > (0,7925\sigma_p h_T^2 a^{-2} + \gamma h_T) + \Delta_{г.п} + \Delta_{к}, \quad (3)$$

где $\Delta_{к}$ – давление на породы почвы в призабойной зоне от веса комбайна, МПа.

Для второй подобласти призабойной зоны справедливым будем считать выражение (1).

В силу достаточной выдержанности строения массива в обычных условиях (помимо зон геологических нарушений) и в рассматриваемой области сохраняется та же (как и в призабойной зоне) приуроченность газов к контактам слоев и галопелитовым прослойкам. Условием возникновения ГДЯ вне призабойных зон является также непосредственная надработка очага свободных приконтактных газов, имеющих меньшее давление, или их миграция в эту область за счет изменения напряженно-деформированного состояния массива, окружающего выработку. Изменение условий устойчивости пород почвы в месте приконтактного скопления газов по мере удаления газонасыщенной области от призабойной зоны создает предпосылки для развития ГДЯ этого типа даже при неизменных физико-механических характеристиках пород и массива (при том же пределе прочности на растяжение, при тех же газоносности, давлении газа и т.д.).

Таким образом, ГДЯ из почвы вне призабойной зоны могут возникать при давлении приконтактного газа, недостаточном для реализации явления вблизи забоя. В силу этого обстоятельства ГДЯ вне призабойного пространства представляют особую опасность, так как развиваются неожиданно. Отмеченное обстоятельство необходимо учитывать при разработке профилактических мероприятий по предотвращению ГДЯ данного типа.

Проведем оценку полученных критериев потери устойчивости породами почвы для условий действующих панелей и неотработанных участков на шахтных полях рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий».

Результаты оценки возможности развития ВРППСГ на шахтном поле рудника БКПРУ-2

Оценка возможности развития ГДЯ из почвы горных выработок проводилась для условий, когда в породах почвы скопление приконтактных газов было расположено на границе пласта КрI с каменной солью КрI-A в глинистом прослойке мощностью примерно 3–5 см. Оценка возможности разрушения пород почвы выработок проводилась для северо-западной и юго-восточной частей шахтного поля рудника БКПРУ-2: 8, 10, 12, 14, 16, 18 и 20-я западные панели; 11, 13, 15 и 17-я восточные панели. Расчеты проводились по формулам (1)–(3) для тех типов комбайнов, которые заложены в проектные решения отработки панелей. Результаты расчетов величины h_r представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, в условиях северо-западной части шахтного поля на 8-й западной панели в случае применения комбайна «Урал-61» расстояние от почвы выработок до приконтактного скопления свободных газов изменяется от 1,5 до 2,9 м, т.е. почти в 2 раза. В случае применения комбайна «Урал-20Р» расстояние от почвы выработок до приконтактного скопления свободных газов изменяется от 1,0 до 2,4 м, т.е. также весьма существенно. На 10-й западной панели наблюдаются следующие величины расстояний от почвы выработок до приконтактного скопления свободных газов: комбайн «Урал-10А» – от 1,8 до 4,3 м; комбайн «Урал-61» – от 1,2 до 3,7 м; комбайн «Урал-20Р» – от 0,7 м до 3,2 м. На 12-й западной панели установлены следующие значения величины h_r : комбайн «Урал-10А» – от 2 до 3 м; ком-

байн «Урал-61» – от 1,4 до 2,4 м. На 14-й западной панели величина h_r изменяется следующим образом: комбайн «Урал-10А» – от 1,4 до 4,3 м; комбайн «Урал-61» – от 0,8 до 3,7 м; комбайн «Урал-20Р» – от 0,3 до 3,2 м. На 16-й западной панели в связи с недостаточными данными о строении пласта АБ и вмещающих пород для условий применения комбайна «Урал-61» величина h_r оценивалась в 2,0 м. На 18-й западной панели получены следующие данные о величине h_r : комбайн «Урал-61» – от 1,8 до 4,7 м; комбайн «Урал-20Р» – от 1,3 до 4,2 м. На 20-й западной панели были установлены следующие значения величины h_r : комбайн «Урал-10А» – от 2,1 до 3,5 м; комбайн «Урал-61» – от 1,5 до 2,9 м; комбайн «Урал-20Р» – от 1,0 до 2,4 м. Таким образом, анализ горнотехнических условий отработки северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 показал, что минимальные расстояния от почвы выработки до возможного приконтактного скопления свободного газа наблюдаются на 10-й и 14-й западных панелях при применении комбайна «Урал-20Р» и в случае применения на 14-й западной панели комбайна «Урал-61», где величина h_r изменяется от 0,8 до 3,7 м.

При отработке юго-восточной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 наблюдаются следующие горнотехнические условия. Так, при использовании комбайна «Урал-61» величина h_r на панелях, расположенных в юго-восточной части шахтного поля, изменяется следующим образом: на 11-й восточной панели – от 1,0 до 1,8 м; на 13-й восточной панели – от 0,1 до 1,3 м; на 15-й восточной панели – от 0,3 до 1,4 м; на 17-й восточной панели – от 0,4 до 2,9 м. На основании сведений о величине h_r можно предполагать, что 13, 15 и 17-я восточные панели являются участками шахтного поля, в пределах которых наиболее вероятны газодинамические явления в виде ВРППСГ.

Таблица 1

Результаты расчетов величины h_r в условиях рудника БКПРУ-2*

№ п/п	Панель	Мощность пласта А'Б, м		Мощность пласта КрI-A', м		Расстояние от почвы выработки до скопления газа h_r , м					
		от	до	от	до	Комбайн «Урал-10А»		Комбайн «Урал-61»		Комбайн «Урал-20Р»	
						от	до	от	до	от	до
1	8-я западная	2,65	3,41	1,8	2,44	–	–	1,5	2,9	1,0	2,4
2	10-я западная	2,5	4,08	1,66	2,58	1,8	4,3	1,2	3,7	0,7	3,2
3	12-я западная	2,50	3,18	1,84	2,21	2,0	3,0	1,4	2,4	–	–
4	14-я западная	2,30	4,15	1,45	2,50	1,4	4,3	0,8	3,7	0,3	3,2
5	16-я западная	2,78		2,15		–	–	2,0		–	–
6	18-я западная	2,70	4,37	2,00	3,30	–	–	1,8	4,7	1,3	4,2
7	20-я западная	2,45	3,40	2,00	2,40	2,1	3,5	1,5	2,9	1,0	2,4
8	11-я восточная	2,30	2,60	1,62	2,18	–	–	1,0	1,8	–	–
9	13-я восточная	1,73	2,55	1,29	1,67	–	–	0,1	1,3	–	–
10	15-я восточная	1,98	2,54	1,30	1,82	–	–	0,3	1,4	–	–
11	17-я восточная	1,69	2,63	1,62	3,25	–	–	0,4	2,9	–	–

Примечание. * Прочерк в таблице означает, что в проектных решениях комбайн данного типа не применяется.

Таблица 2

Результаты расчетов величины безопасного давления свободных газов в породах почвы выработки (призабойная зона, подбласти I и II) в условиях рудника БКПРУ-2

Панель	Комбайн «Урал-10А»				Комбайн «Урал-61»				Комбайн «Урал-20Р»			
	Безопасное давление газа P_b , МПа				Безопасное давление газа P_b , МПа				Безопасное давление газа P_b , МПа			
	(Подобл. I)		(Подобл. II)		(Подобл. I)		(Подобл. II)		(Подобл. I)		(Подобл. II)	
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
8-я ЗП	–	–	–	–	0,90	3,22	0,87	3,19	0,19	0,92	0,17	0,89
10-я ЗП	0,80	4,32	0,78	4,30	0,60	5,22	0,57	5,19	0,11	1,60	0,09	1,58
12-я ЗП	0,96	2,18	0,94	2,16	0,78	2,29	0,75	2,26	–	–	–	–
14-я ЗП	0,49	4,30	0,47	4,28	0,28	5,19	0,26	5,17	0,04	1,59	0,02	1,57
16-я ЗП	–	–	–	–	1,53		1,50		–	–	–	–
18-я ЗП	–	–	–	–	1,20	8,41	1,18	8,38	0,28	2,72	0,26	2,70
20-я ЗП	1,06	2,79	1,04	2,77	0,90	3,11	0,87	3,08	0,19	0,88	0,17	0,86
11-я ВП	–	–	–	–	0,40	1,31	0,37	1,28	–	–	–	–
13-я ВП	–	–	–	–	0,03	0,66	0,00	0,63	–	–	–	–
15-я ВП	–	–	–	–	0,08	0,80	0,05	0,77	–	–	–	–
17-я ВП	–	–	–	–	0,09	3,28	0,06	3,25	–	–	–	–

В табл. 2 представлены результаты расчета величины безопасного давления свободных газов в породах почвы горных выработок, проходимых по пласту АБ, для условий шахтного поля рудника БКПРУ-2.

Как видно из табл. 2, при отработке запасов пласта АБ в северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 при применении комбайна «Урал-10А» минимальные значения величины безопасного давления свободных газов в по-

родах почвы установлены для призабойной зоны на 14-й западной панели и составляют 0,47 (подобласть II) и 0,48 МПа (подобласть I). Также на 14-й западной панели установлены минимальные значения величины безопасного давления свободных газов в породах почвы для призабойной зоны в случае применения комбайна «Урал-61» – 0,26 (подобласть II) и 0,28 МПа (подобласть I). В случае применения комбайна «Урал-20Р» минимальные значения величины безопасного давления свободных газов в породах почвы установлены также для призабойной зоны на 14-й западной панели и составляют 0,02 (подобласть II) и 0,04 МПа (подобласть I). На других панелях в северо-западной части шахтного поля в случае применения комбайна «Урал-20Р» величина безопасного давления свободных газов в породах почвы для призабойной зоны также является минимальной по сравнению с другими типами комбайнов: 8-я западная панель – 0,17 (подобласть II) и 0,19 МПа (подобласть I); 10-я западная панель – 0,09 (подобласть II) и 0,11 МПа (подобласть I); 18-я западная панель – 0,26 (подобласть II) и 0,28 МПа (подобласть I); 20-я западная панель – 0,17 (подобласть II) и 0,19 МПа (подобласть I). Таким образом, применение комбайна «Урал-20Р» при отработке пласта АБ в северо-западной части шахтного поля существенно повышает вероятность развития ВРППСГ.

При отработке запасов пласта АБ в юго-восточной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 при применении комбайна «Урал-61» установлены следующие минимальные значения величины безопасного давления свободных газов в породах почвы (см. табл. 2): 11-я восточная панель – 0,37 (подобласть II) и 0,40 МПа (подобласть I); 13-я восточная па-

нель – 0 (на отдельных участках панели защитная пачка подрубается почти полностью) и 0,03 МПа (подобласть I); 15-я восточная панель – 0,05 (подобласть II) и 0,08 МПа (подобласть I); 17-я восточная панель – 0,06 (подобласть II) и 0,09 МПа (подобласть I). Как показывают результаты расчетов величины безопасного давления свободных газов в породах почвы, на восточных панелях шахтного поля при применении комбайна «Урал-61» складывается неблагоприятная горно-техническая обстановка. По-видимому, было бы целесообразно рассмотреть возможность применения на данном участке шахтного поля комбайна с меньшей высотой исполнительного органа или комбайна с барабанным исполнительным органом, что позволило бы увеличить величину h_r и, соответственно, величину безопасного давления свободных газов в породах почвы.

В табл. 3 представлены результаты оценки возможности развития ГДЯ из почвы выработки вне призабойной зоны в условиях рудника БКПРУ-2.

Как видно из табл. 3, при расчетах величины безопасного давления свободных газов в породах почвы вне призабойной зоны получены аналогичные результаты, что и при расчетах для призабойной зоны. На северо-западном участке шахтного поля при применении комбайна «Урал-61» наиболее вероятны ВРППСГ вне призабойной зоны на 14-й западной панели, а при применении комбайна «Урал-20Р» – на 8, 10, 14, 18 и 20-й западных панелях. При применении комбайна «Урал-61» на восточных панелях наиболее вероятны ВРППСГ вне призабойной зоны на 13, 15 и 17-й восточных панелях.

Аналогично производилась оценка критериев потери устойчивости породами почвы для рудника БКПРУ-4.

Таблица 3

Результаты оценки возможности развития ВРППСГ вне призабойной зоны в условиях рудника БКПРУ-2

№ п/п	Панель	Безопасное давление газа P_6 , МПа					
		Комбайн «Урал-10А»		Комбайн «Урал-61»		Комбайн «Урал-20Р»	
		от	до	от	до	от	до
1	8-я западная	–	–	0,56	2,03	0,11	0,58
2	10-я западная	0,51	2,75	0,37	3,31	0,06	1,02
3	12-я западная	0,61	1,39	0,48	1,45	–	–
4	14-я западная	0,31	2,73	0,17	3,29	0,01	1,01
5	16-я западная	–	–	0,96		–	–
6	18-я западная	–	–	0,76	5,32	0,17	1,73
7	20-я западная	0,68	1,77	0,56	1,97	0,11	0,56
8	11-я восточная	–	–	0,24	0,82	–	–
9	13-я восточная	–	–	0	0,41	–	–
10	15-я восточная	–	–	0,03	0,5	–	–
11	17-я восточная	–	–	0,04	2,08	–	–

Обоснование оптимальной глубины шпуров профилактического дегазационного бурения в почву выработок для условий шахтного поля рудника БКПРУ-2

Всего на руднике БКПРУ-2 произошло 18 внезапных разрушений пород почвы, сопровождающихся газовыделением. Гистограмма распределения значений

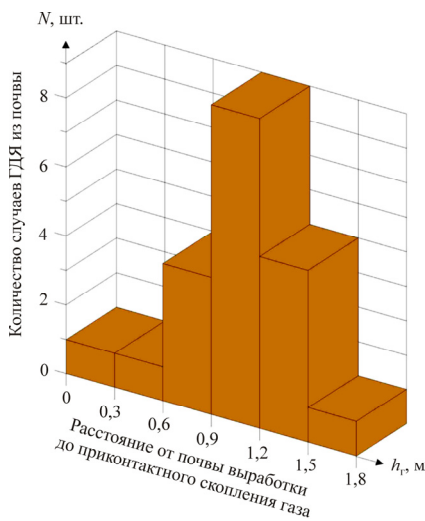


Рис. Гистограмма распределения значений величины h_r для условий шахтного поля рудника БКПРУ-2

величины h_r представлена на рисунке. На графике по оси абсцисс отложены значения расстояния от почвы выработки до приконтактного скопления газа с интервалом 0,3 м, по оси ординат отложено количество случаев ГДЯ из почвы для каждого интервала.

Распределение проверялось на соответствие нормальному закону, и было установлено, что оно ему подчиняется [11, 12]. Следующим шагом было определение доверительных интервалов величины h_r .

Доверительный интервал нормального распределения величины h_r для БКПРУ-2 с вероятностью, равной 0,94, имеет следующий вид:

$$0,3 \text{ м} \leq h_r \leq 1,7 \text{ м}.$$

Заключение

Результаты расчетов величины безопасного давления приконтактных газов позволяют сделать вывод о том, что помимо традиционного подхода к решению проблемы ГДЯ из почвы горных выработок за счет дегазации с помощью профилактического бурения дегазационных шпуров возможно и технологическое решение проблемы за счет применения

добычного оборудования, позволяющего свести к минимальной величине подрезку защитной пачки – пласта каменной соли КрI–A'. Здесь речь идет о возможности применения для отработки пласта АБ комбайнов такого конструктивного исполнения, которое позволяло бы свести к минимуму величину подрезки в почве выработки защитной пачки – пласта каменной соли КрI–A'. В такой горнотехнической ситуации целесообразно применение комбайнов с барабанным исполнительным органом.

Нижняя граница доверительного интервала величины h_r , равная 0,3 м, из соображений безопасности ведения горных работ на пластах, опасных по ГДЯ из почвы горных выработок, практического интереса не представляет. Значения же верхнего предела доверительного интервала величины h_r позволяют сделать важные практические выводы:

– с вероятностью 0,94 можно утверждать, что внезапные разрушения пород почвы горных выработок, сопровож-

дающиеся газовыделением, в условиях рудника БКПРУ-2 происходят при мощности защитной пачки 1,7 м и менее;

– с вероятностью 0,94 можно утверждать, что при бурении дегазационных шпуров в почву выработок на пласте АБ в условиях шахтного поля рудника БКПРУ-2 глубиной 1,7 м будут дегазироваться приконтактные скопления свободных газов и тем самым предотвращаться внезапные разрушения пород почвы горных выработок;

– с вероятностью 0,94 можно утверждать, что в условиях шахтного поля рудника БКПРУ-2 при мощности защитной пачки (величине h_r) более 1,7 м газодинамические явления из почвы горных выработок, проходимых по пласту АБ, в виде внезапных разрушений пород почвы горных выработок, сопровождающихся газовыделением, происходить не будут, и в таких горнотехнических условиях бурение дегазационных шпуров в почву выработок не требуется.

Список литературы

1. Проскуряков Н.М., Фомина В.Д., Рожков В.К. Газодинамические явления на Солигорских рудниках. – Минск: Польша, 1974. – 211 с.
2. Проскуряков Н.М. Внезапные выбросы породы и газа в калийных рудниках. – М.: Недра, 1980. – 263 с.
3. Ковалев О.В., Ливенский В.С., Былино Л.В. Особенности безопасной отработки калийных месторождений. – Минск: Польша, 1982. – 96 с.
4. Проскуряков Н.М., Ковалев О.В., Мещеряков В.В. Управление газодинамическими процессами в пластах калийных руд. – М.: Недра, 1988. – 239 с.
5. Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. – М.: Недра, 1991. – 368 с.
6. Duchrow G. Methoden zur Bekämpfung mechanischer Zerstörungen bei schweren Gasausbrüchen im Kalibergbau // Freib. Forsch. H.A. – 1961. – № 183. – P. 64–81.
7. Eckart D. Beitrag zur Bekämpfung plotzlicher Ausbrüche von Salz und Gas // Bergakademie. – 1965. – № 17. – P. 759–760.
8. Пермяков Р.С., Проскуряков Н.М. Внезапные выбросы соли и газа. – Л.: Недра, 1972. – 180 с.
9. Obert L. In Situ Determination of Stress in Rock // Mining Engineer. – 1962. – № 14(8). – P. 51–58.
10. Obert L., Duvall W. Rock mechanics and the Design of Structures in Rock / John Wiley & Sons Inc. – 1967. – P. 582–610.
11. Рыжов П.А. Математическая статистика в горном деле. – М.: Высш. шк., 1973. – 287 с.
12. Калоша В.К., Лобко С.И., Чикова Т.С. Математическая обработка результатов эксперимента. – Минск: Высш. шк., 1982. – 103 с.

References

1. Proskuriakov N.M., Fomina V.D., Rozhkov V.K. Gazodinamicheskie javleniia na Soligorskikh rudnikakh [Gasdynamic phenomena on Soligorsk mines]. Minsk: Polymia, 1974. 211 p.

2. Proskuriakov N.M. Vnezapnye vybrosy porody i gaza v kaliinykh rudnikakh [Sudden releases of rock and gas in the potash mines]. Moscow: Nedra, 1980. 263 p.
3. Kovalev O.V., Livenskii V.S., Bylino L.V. Osobennosti bezopasnoi otrabotki kaliinykh mestorozhdenii [Features of potash deposits safe mining]. Minsk: Polymia, 1982. 96 p.
4. Proskuriakov N.M., Kovalev O.V., Meshcheriakov V.V. Upravlenie gazodinamicheskimi protsessami v plastakh kaliinykh rud [Management of gasdynamic processes in the potash ores layers]. Moscow: Nedra, 1988. 239 p.
5. Proskuriakov N.M. Upravlenie sostoianiem massiva gornykh porod [Controlling the state of the rock mass]. Moscow: Nedra, 1991. 368 p.
6. Duchrow G. Methoden zur Bekämpfung mechanischer Zerstörungen bei schweren Gasausbrüchen im Kalibergbau. *Freib. Forsch. H.A.*, 1961, no. 183, pp. 64–81.
7. Eckart D. Beitrag zur Bekämpfung plotzlicher Ausbrüche von Salz und Gas. *Bergakademie*, 1965, no. 17, pp. 759–760.
8. Permiakov R.S., Proskuriakov N.M. Vnezapnye vybrosy soli i gaza [Sudden releases of gas and salt]. Leningrad: Nedra, 1972. 180 p.
9. Obert L. In situ determination of stress in rock. *Mining Engineer*, 1964, no. 8, pp. 51–58.
10. Obert L., Duvall W. Rock mechanics and the design of structures in rock. John Wiley & Sons Inc, 1967, pp. 582–610.
11. Ryzhov P.A. Matematicheskaya statistika v gornom dele [Mathematical statistics in mining]. Moscow: Vysshaya shkola, 1973. 287 p.
12. Kalosha V.K., Lobko S.I., Chikova T.S. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta [Mathematical processing of the experimental results]. Minsk: Vysshaya shkola, 1982. 103 p.

Сведения об авторах

Андрейко Сергей Семенович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29), заведующий лабораторией геотехнологических процессов и рудничной газодинамики Горного института Уральского отделения Российской академии наук (614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78 А; e-mail: ssa@mi-perm.ru).

Лялина Тамара Александровна (Пермь, Россия) – аспирант Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29), инженер-исследователь лаборатории геотехнологических процессов и рудничной газодинамики Горного института Уральского отделения Российской академии наук (614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78 А; e-mail: Lyalina@MI-Perm.ru).

About the authors

Andreiko Sergei Semenovich (Perm, Russia) – doctor of technical science, professor of exploitation of mineral deposits department of Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolskiy ave., 29), head of the laboratory geotechnical processes and mine gas dynamics of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (614007, Perm, Sibirskaya st., 78 A; e-mail: ssa@mi-perm.ru).

Lialina Tamara Aleksandrovna (Perm, Russia) – doctoral student of of exploitation of mineral deposits department of Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolskiy ave., 29), research engineer of the laboratory geotechnical processes and mine gas dynamics of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (614007, Perm, Sibirskaya st., 78 A; e-mail: ssa@mi-perm.ru).

Получено 15.06.2013