

ПУБЛИКАЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

УДК 622.831.322

Нестерова С.Ю.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДЕГАЗАЦИОННО-РАЗГРУЗОЧНОЙ ЩЕЛИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ВЫЕМКЕ КАРНАЛЛИТА

Разработка калийных месторождений осложняется газодинамическими явлениями (ГДЯ), которые в силу своей внезапности и интенсивности представляют серьезную угрозу жизни шахтеров и наносят существенный материальный ущерб калийным рудникам.

Среди пород продуктивной толщи Верхнекамского месторождения наиболее выбросоопасным из свиты обрабатываемых пластов является карналлитовый пласт В. Газоносность карналлитовых пород по горючим газам в пересчете на условный метан достигает $1,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$ [1]. При разработке карналлита происходят ГДЯ в виде выбросов соли и газа, суфлярных газовыделений, а также обрушений кровли с одновременным выделением свободного газа. Подобные явления происходят при ведении горных работ в подготовительных и очистных выработках в основном из шестого слоя пласта карналлитового пласта В, в связи с чем данный слой признан наиболее выбросоопасным среди других пяти его слоев.

Уже более 15 лет добыча карналлита в условиях рудника СКРУ-1 ОАО «Сильвинит» ведется с применением высокопроизводительных комбайновых комплексов. В соответствии с действующим проектом механизированной отработки карналлитового пласта В запасы руды в пределах очистной камеры разрабатываются в зависимости от принятых вариантов технологии в три или четыре выемочных слоя по высоте. При этом предусмотрен последовательный нисходящий порядок отработки всех слоев.

Выемка верхнего слоя очистной камеры начинается с проходки комбайном Урал-10А разрезной выработки тупиковым забоем. Каждая из очистных камер, таким образом, сбивается I

ходом комбайна с вентиляционным штреком. После проходки разрезной выработки на всю длину очистной камеры поочередно осуществляются II и III ходы комбайна. Затем приступают к отработке нижележащих слоев тремя ходами комбайна Урал-10А или двумя ходами комбайна Урал-20А.

Для обеспечения безопасности горных работ применение комбайновой технологии добычи карналлита допускается только с использованием комплекса профилактических мер по предотвращению ГДЯ [2]. В связи с тем, что верхний выемочный слой расположен в пределах выбросоопасного 6 слоя пласта В, технологией предусмотрено предварительное торпедирование забоя разрезной выработки и ее стенок на всю ширину очистной камеры (рис. 1). Под торпедированием понимается взрывание зарядов взрывчатого вещества (ВВ) в шпурах (скважинах) с целью образования в карналлитовом пласте области повышенной трещиноватости,

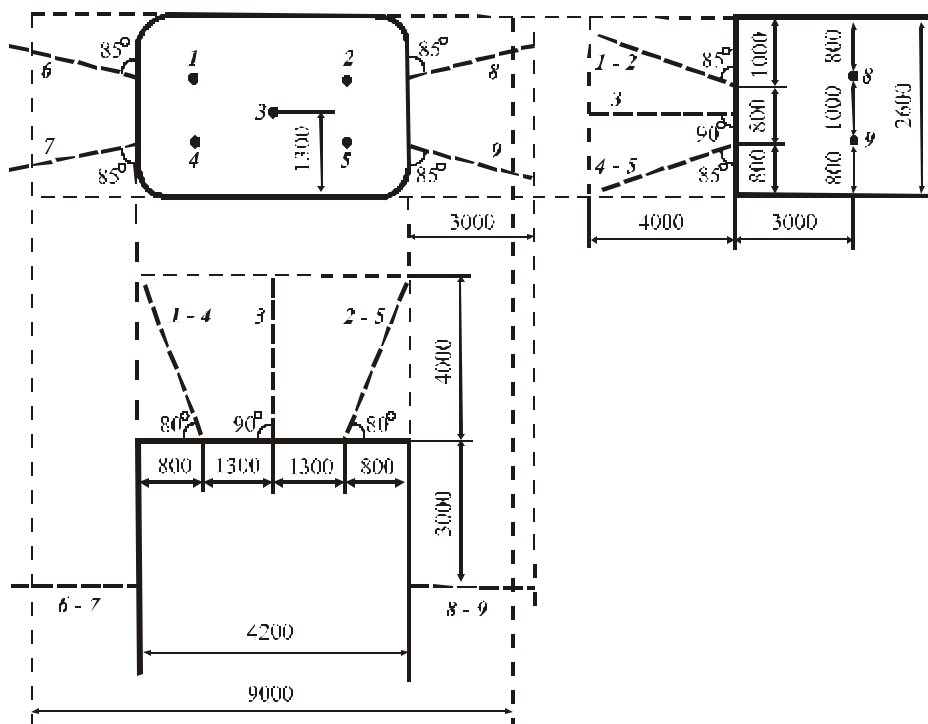


Рис. 1. Параметры способа торпедирования карналлитового массива при проходке разрезной выработки

обеспечивающей снижение горного давления в приконтурном массиве, его дегазацию и предотвращение выбросов соли и газа.

Следует отметить, что максимальный период, прошедший с момента торпедирования массива верхнего выемочного технологического слоя до начала выполнения комбайном II и III ходов, не должен превышать 70 сут. В противном случае возникает необходимость повторного торпедирования массива [2].

Практика механизированной выемки карналлита показала, что данный способ разгрузки и дегазации массива при проходке разрезной выработки способом торпедирования выбросоопасного 6 слоя пласта В имеет ряд недостатков, основным из которых является сейсмическое воздействие взрыва на приконтурный массив. В результате того, что действующий при торпедировании паспорт буровзрывных работ составлен для средних условий и не учитывает конкретных особенностей залегания и свойств пласта, режим торпедирования 6 слоя пласта В часто оказывается неустойчивым и переходит в режим сотрясательного взрывания. Это приводит к развязыванию газодинамических разрушений стенок горных выработок в виде вывалов, осыпаний боковых пород, выбросов породы и газа из целиков, а также явлений комбинированного типа [3]. В результате ГДЯ могут быть нарушены проектные параметры камерной системы разработки, и, как следствие, существенно снижена несущая способность междукамерных целиков.

Следует отметить, что газодинамические явления при разработке карналлита происходят не только в момент торпедирования массива, то есть в отсутствие в забое рабочих и техники. Имеют место сложные ГДЯ в виде внезапных выбросов соли и газа с последующим обрушением кровли пласта В на больших площадях и выделением значительных объемов газов, которые имеют место во время отработки комбайном уже предварительно дегазированных участков.

Для повышения эффективности и безопасности ведения горных работ при механизированной добыче

карналлитовой руды на руднике СКПРУ-1 ОАО «Сильвинит» проведены экспериментальные исследования эффективности дегазации стенок при проходке разрезной выработки с помощью горизонтальной дегазационно-разгрузочной щели (ДРЩ) (рис. 2) [4]. Эксперимент включал в себя наблюдения за деформированием пород на контуре выработки и развитием процессов дегазации массива в зоне влияния горизонтальных ДРЩ глубиной 1,2 и 3 м [5].

После проведения щелей на участках массива над и под щелью регулярно велись инструментальные наблюдения за смещением контурных реперов на замерных станциях [5]. Результаты замеров показали развитие на контуре выработок с щелью деформаций растяжения. В ходе визуальных наблюдений на участках стенки выше и ниже щели были выявлены одиночные открытые трещины, число и размеры которых со временем увеличивались, вплоть до образования систем связанных трещин.

Известно, что рост трещиноватости пород способствует снижению давления газа в соляном массиве, уменьшению его газоносности до безопасного уровня и предотвращению ГДЯ.

Для оценки эффективности влияния горизонтальной ДРЩ на процесс дегазации карналлитового пласта на участках исследований регулярно велись замеры по определению остаточной величины газоносности и показателей воздухопоглощения пород, достигнутых в массиве в зоне влияния щели, которые сравнивались затем с исходными значениями [5,6].

Установлено, что до проведения в стенках исследовательских выработок дегазационно-разгрузочной щели глубиной 1,2 и 3,0 м первоначальные значения газоносности пород по свободным газам в пересчете на условный метан составили в среднем 0,91 и 1,4 м³/м³.

При контроле эффективности противовыбросных мероприятий по остаточной газоносности эффект дегазации считается достигнутым, если остаточная газоносность карналлитовых пород по условному метану не превышает 0,4 м³/м³ [2].

Регулярные замеры содержания свободных газов в массиве показали, что проведение горизонтальной щели горной выработки способствует снижению газоносности карналлитовых пород в приконтурном массиве на глубине, равной глубине щели. Так, в стенке исследовательской выработки со щелью глубиной 1,2 м период снижения газоносности пород до безопасной величины 0,4 м³/м³ составил 3 сут (рис. 3, а). За это время содержание свободных газов на участках массива над и под щелью снизилось по сравнению с исходным значением в 2,5 и в 2,3 раза соответственно. В зоне влияния щели глубиной 3,0 м необходимая по безопасности величина остаточной газоносности пород по условному метану 0,4 м³/м³ была достигнута в течение первых суток после прорезки щели (рис. 3 б). При этом газоносность участков массива выше и ниже щели снизилась по сравнению с первоначальным значением в 4 и 5 раз соответственно.

По результатам исследований процессов дегазации массива в зоне влияния ДРЩ глубиной 1,2 и 3,0 м получены зависимости остаточной газоносности по

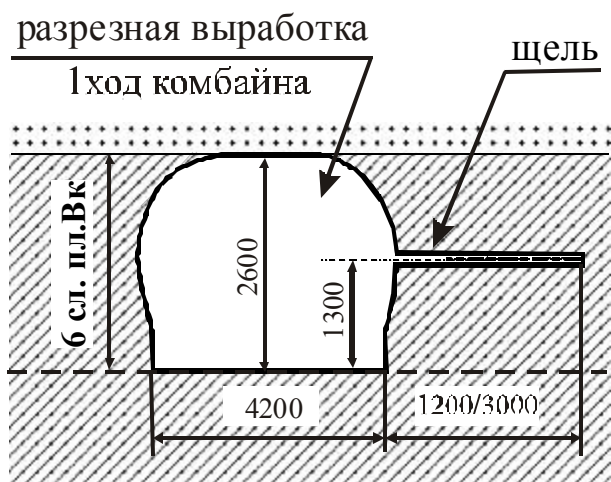


Рис. 2. Общий вид исследовательской выработки с горизонтальной щелью в стенке:

— каменная соль; — карналлит

условному метану пород б слоя карналлитового пласта В от времени, прошедшего после проходки горизонтальной щели (рис. 3).

Согласно методике исследований эффективность применения горизонтальной щели для предотвращения ГДЯ при механизированной выемке карналлита оценивалась также по величине коэффициента эффективности $K_{эф}$ по воздухопоглощению, который определяется как отношение показателей воздухопоглощения, достигнутых в зоне влияния щели в разные периоды времени после проходки щели, к среднему для определенных участков массива исходному значению [2,5]. Эффект считается достигнутым при достижении $K_{эф} \geq 1,5$ [2].

Исследования показали, что проведение горизонтальной дегазационно-разгрузочной щели способствует росту показателя воздухопоглощения карналлитовых пород в приконтурном массиве на глубине, равной глубине щели. При этом в стенке горной выработки с ДРЩ глубиной 1,2 м безопасный уровень эффективности по воздухопоглощению $K_{эф} \geq 1,5$, достигается, так же как и по остаточной величине газоносности, через 3 сут прорезки щели (рис. 4, а). Что касается снижения показателей воздухопоглощения пород в зоне влияния ДРЩ глубиной 3,0 м, то в породах выше щели эффективность по воздухопоглощению достигается, как и по результатам контроля остаточной газоносности, в первые сутки после прорезки

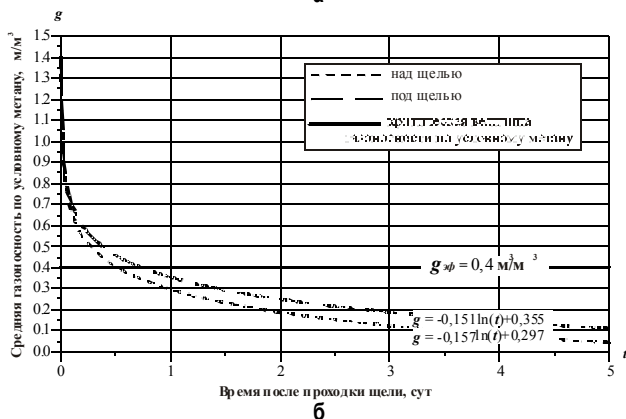
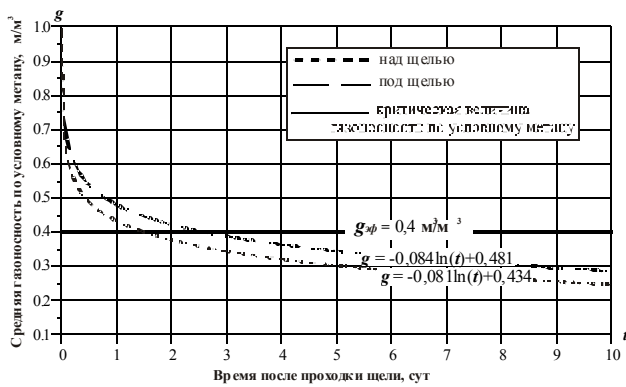


Рис. 3. Кривые изменения остаточной газоносности пород: а – в зоне влияния щели глубиной 1,2 м; б – на участке с щелью глубиной 3,0 м

щели (рис. 4, б). В связи с тем, что на участке массива выше щели глубиной 3,0 м достижение критического коэффициента эффективности по воздухопоглощению $K_{эф} \geq 1,5$ наступает через 2 суток, за окончательное время достижения необходимого уровня безопасности по воздухопоглощению в зоне влияния щели глубиной 3,0 м принимается период 2 суток. По результатам замеров показателей воздухопоглощения пород, достигнутых в зоне влияния ДРЩ глубиной 1,2 и 3,0 м, получены корреляционные зависимости коэффициента эффективности по воздухопоглощению от времени, прошедшего после проходки горизонтальной щели (рис. 4).

Результаты исследований процессов дегазации кар-

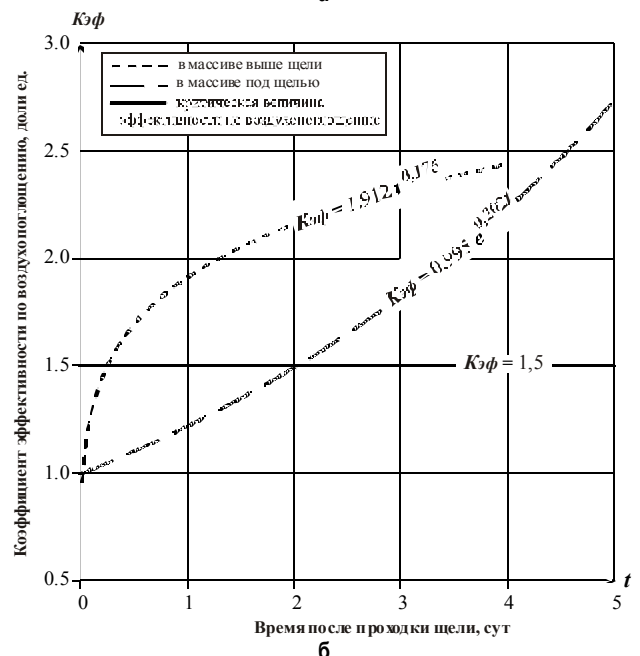
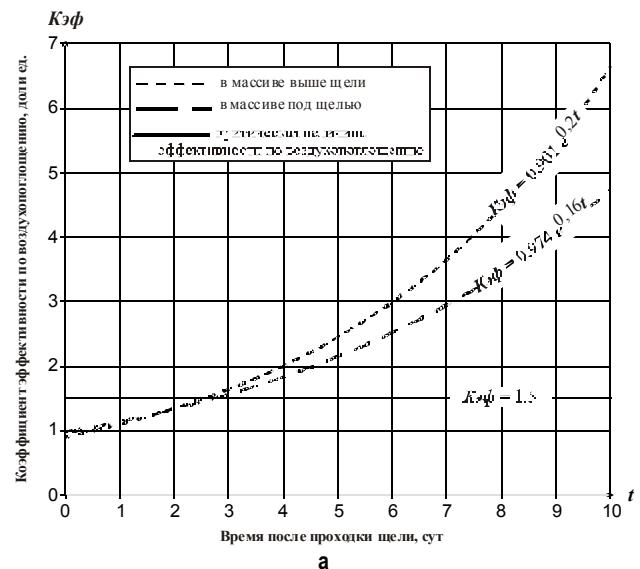


Рис. 4. Кривые изменения коэффициентов эффективности по воздухопоглощению пород: а – в зоне влияния щели глубиной 1,2 м; б – на участке с щелью глубиной 3,0 м

налитовых пород в приконтурном массиве горной выработки с горизонтальной щелью показали, что на участках массива выше щели снижение уровня газоносности пласта и рост показателей воздухопоглощения пород происходят более активно по сравнению с показателями, установленными за тот же период времени в породах под щелью. Кроме того, установлено, что изменение НДС на контуре горной выработки с горизонтальной щелью приводит к повышению темпов роста показателей воздухопоглощения пород в стенке горной выработки. Это связано с увеличением трещиноватости карналлитового пласта в зоне влияния ДРЦ вследствие развития во времени, а также под воздействием сил гравитации и опорного горного давления процессов деформирования пород, их расслоения и постепенного формирования в массиве систем связанных трещин.

Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о целесообразности применения горизонтальной дегазационно-разгрузочной щели в качестве эффективного способа дегазации выбросоопасного массива для предотвращения газодинамических

явлений при механизированной выемке карналлитовых пластов [7].

Предложенный способ борьбы с ГДЯ при комбайновой отработке карналлита путем создания горизонтальной дегазационно-разгрузочной щели имеет по сравнению с методом торпедирования карналлитового пласта В ряд достоинств, а именно: снижение сейсмического воздействия взрыва на приконтурный массив за счет исключения взрывных работ в стенках разрезной выработки и уменьшения общего расхода ВВ на проходческий цикл; отсутствие ограничения максимального периода времени с момента прорезки дегазационно-разгрузочной щели до начала отработки комбайном предварительно дегазированных расширений; снижение риска производственного травматизма рабочих, занятых предварительной дегазацией массива верхнего выемочного слоя, в связи с исключением из проходческого цикла процесса бурения шпуров в недегазированные стенки горной выработки ручными электро-сверлами.

Список литературы

1. Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на Верхнекамском месторождении калийных солей в условиях газового режима в ОАО «Уралкалий». Пермь; Березники, 2005. 67 с.
2. Указания по безопасной механизированной отработке карналлитового пласта В и пластов смешанного состава на рудниках ОАО «Сильвинит». Пермь; Соликамск, 2002. 47 с.
3. Нестерова С. Ю. Оценка состояния стенок горных выработок после торпедирования при механизированной выемке карналлитового пласта В в условиях рудника СКПРУ-1 ОАО «Сильвинит» // Моделирование стратегии и процессов освоения георесурсов: Сб. докл. Пермь: Горный ин-т УрО РАН, 2003. С. 237–239.
4. Пат. 2199014 РФ, МПК 7 E 21 F 5/00. Способ управления газодинамическими процессами в приконтурном массиве горной выработки / Алыменко Н.И., Андрейко С.С., Бушуев Ю.П., Минин В.В., Нестерова С.Ю., Чистяков А.Н. (РФ). № 2001114467/03; Заявл. 25.05.2001; Опубл. 20.02.2003. Бюл. № 5.
5. Нестерова С.Ю. Методика проведения исследований безвзрывного способа дегазации при механизированной выемке карналлитового пласта В // Стратегия и процессы освоения георесурсов: Сб. докл. Пермь: Горный институт УрО РАН, 2004. С. 269–273.
6. Исследования по определению газоносности продуктивных пластов на вновь вводимых в эксплуатацию участках шахтных полей калийных рудников ОАО «Уралкалий» / Иванов О.В., Мальцев В.М., Нестерова С.Ю., Норина Н.В. // Горная механика. 2001. № 1–2. С. 49–54.
7. Нестерова С.Ю. Результаты оценки эффективности дегазационно-разгрузочной щели при дегазации карналлитового пласта В в условиях рудника СКРУ-1 ОАО «Сильвинит» // Горное эхо. Вестник Горного института УрО РАН. 2005. № 4 (22). С. 28–31.

List of literature

1. The special safety measures to introduce mining work at Verkhnekamensk potassic salt deposits in the gas mode in the OJSC «Uralkaly». Perm; Berezniki, 2005. P. 67.
2. Safety regulations of the mechanized refining of the carnallite layer B and the layers of mixed content at the mines of the OJSC «Silvinit». Perm; Solikamsk, 2002. P. 47.
3. Nesterova S.U. The assessment of the mine opening state after shooting at the mechanized discharge of the carnallite layer B in the mine SKPRU-1 OJSC «Silvinit» // Modeling of the strategy and georesource processes: Collection of the reports. Perm: Mining Institute RAS, 2003. P. 237–239.
4. Pat. 2199014 RF, MPK 7 E 21 F 5/00. The way of controlling the gas dynamic processes in the outline massif of the mine opening / Alymenko N.I, Andreiko S.S., Bushuev Y.P., Minin V.V., Nesterova S.Y., Chistyakov A.N.(RF).№2001114467/03; Appl. 25.05.2001; Public. 20.02.2003. Bul. № 5.
5. Nesterova S.U. The method of the non-explosive way of the degasification at the mechanized discharge of the carnallite layer B // Strategies and processes of the georesources: Collection of the reports. Perm: Mining institute RAS, 2004. P. 269–273.
6. The researches of the gas content in the productive layers at the new areas of the mine fields of the potassium mines OJSC «Uralkaly»/Ivanov O.V., Maltsev V.M., Nesterova S.U., Norina N.U // Mining mechanics. 2001. № 1–2. P. 49–54.
7. Nesterova S.U. The assessment results of the degassing and discharging fracture at the degasification of the carnallite layer B in the mine SKRU-1 OJSC «Silvinit» // Mining echo: Vestnik of the Mining institute RAS. 2005. № 4(22). P. 28–31.