

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев А.В. Разработка способов нормализации микроклиматических условий в горных выработках глубоких рудников: дис. ... к.т.н.; 25.00.20; защищена 21.06.2013 / Зайцев Артем Вячеславович. – Пермь, 2013. – 168 с.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»: утв. 08.12.2020, № 505, действуют с 01.01.2021 г. – М.: ЗАО «НТЦ исследований проблем пром. безопасности, 2021. – 520 с. – (Документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр: сер. 03, вып. 78).
3. Зарубина, Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. материалы и технологии. – 2-е изд. – СПб: БХВ-Петербург, 2012. – 406 с.: ил.
4. ISO 10456:2007. Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design and procedures for determining declared and design thermal values. – Geneva: International Organization for Standardization, 2007. – 42 p.
5. Тепловая изоляция / Г.Ф. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1985. – 421 с.: ил. – (Справочник строителя).
6. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 265 с.: ил.
7. Хоменко В.П., Фаренюк Г.Г. Справочник по теплозащите зданий. – Киев: Будівельник, 1986. – 215 с.: ил.
8. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003: утв. приказом Минрегиона России 30.06.2012, № 283: введ. 2013-07-01. – М., 2012. – 96 с.
9. Киров С.А. Измерение теплоемкости и теплоты плавления методом охлаждения. Учеб. пособие. – М.: ООП Физич. ф-т МГУ, 2012. – 52 с.
10. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика: учеб. пособие: для вузов.– 5-е изд. испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 544 с.

УДК 622.831.322

DOI:10.7242/echo.2025.4.9

**ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОНОСНОСТИ
ПО СВЯЗАННЫМ ГАЗАМ ПЛАСТА Б СМЕШАННОГО СОСТАВА
В УСЛОВИЯХ УСТЬ-ЯЙВИНСКОГО РУДНИКА**

Е.А. Нестеров

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В статье приведены результаты исследований газоносности пород пласта Б смешанного состава по связанным газам, выполненные методом сухой механической дезинтеграции и хроматографии в лабораторных условиях.

Ключевые слова: газоносность, связанные газы, компонентный состав, сильвинит, карналлитовая порода, смешанные соли.

Введение

Продуктивный пласт АБ является одним из основных при разработке Верхнекамского месторождения. Он находится на границе сильвинитовой и карналлитовых зон геологического разреза месторождения. Пласт А представлен полосчатым сильвинитом, а пласт Б – карналлитовой породой или сильвинитом. Отработка пласта АБ возможна в том случае, когда пласт Б представлен пестрым сильвинитом. Однако участки распространения смешанных солей, когда пласт сложен и сильвинитом и карналлитовой породой, отмечены на нескольких шахтных полях месторождения и вызывают вопросы по поводу их отработки в силу того, что работы требуется вести согласно проекту организации работ [1]. В зависимости от процентного содержания карналлита по площади сечения горной выработки применяется бурение разведоч-

но-дегазационных шпуров, а также передовое торпедирование массива. Несмотря на то, что связанные газы занимают подчиненное положение в полной газоносности и не принимают участия в формировании газодинамической активности пласта, они могут быть использованы как маркеры процессов, происходивших при силвинитизации пласта Б [2-4].

Результаты

Один из участков, на котором пласт Б представлен и карналлитовой породой, и пестрым силвинитом, выделен на северо-восточной панели Усть-Яйвинского рудника БКПРУ-3. По трассе подготовительных горных выработок в пределах панели отбирались образцы породы для лабораторных исследований. Шаг отбора и протяженность трассы определялись таким образом, чтобы полностью охватить область, на которой пласт Б, представленный карналлитом, сменяется силвинитом пестрым. Места, в которых проводилось выбуривание керн для лабораторных анализов, отмечены на рисунке 1.

Пласт Б силвинитового состава представлен девятью пробами, пласт Б карналлитового состава – пятью. Газоносность пород по связанным газам определена методом сухой механической дезинтеграции, а компонентный состав – хроматографическим методом [5, 6].

В таблице 1 представлены результаты исследований газоносности пласта Б.

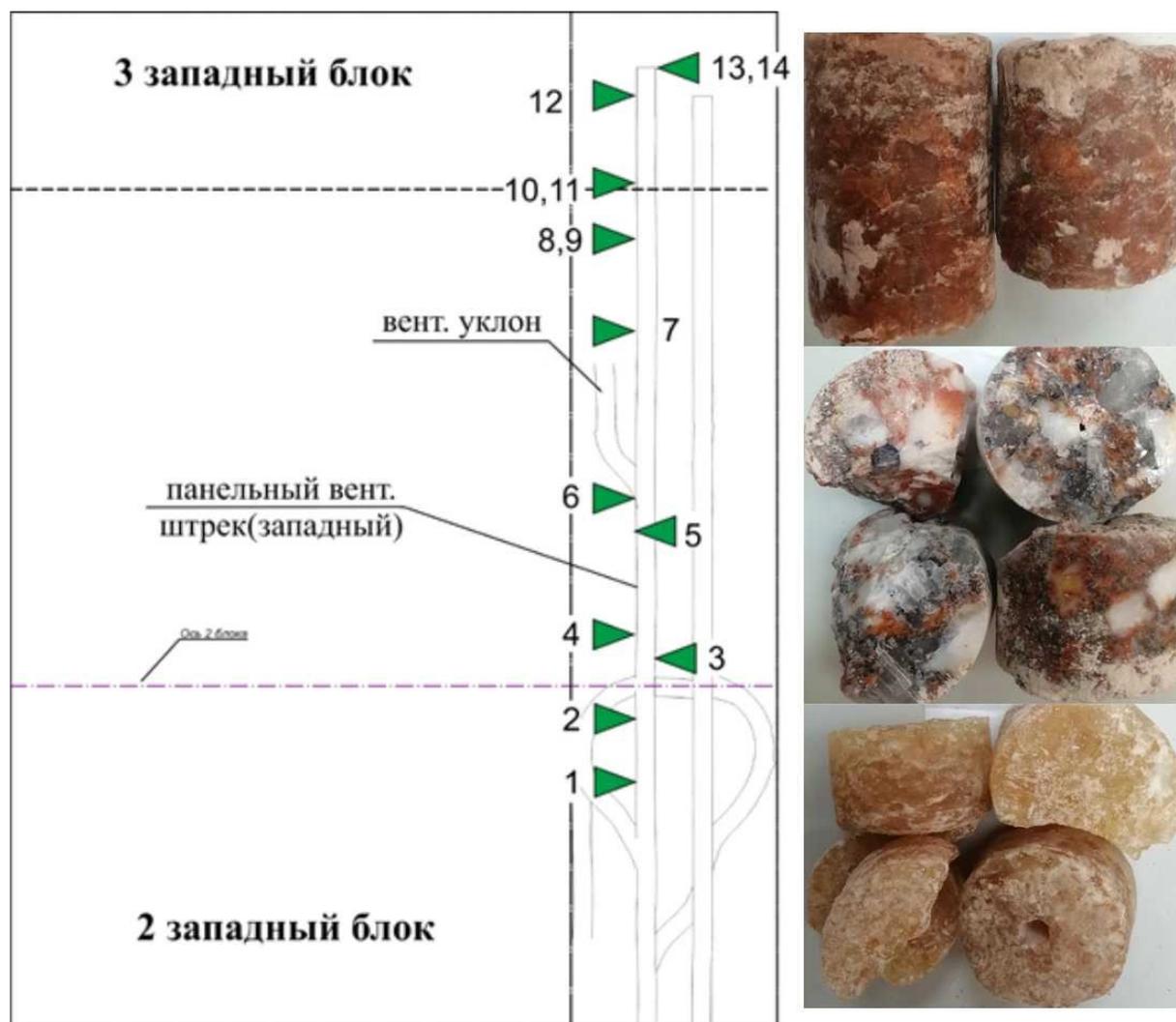


Рис. 1. Места отбора кернового материала

Таблица 1

Газоносность пород пласта Б по связанным газам

№	q_b , м ³ /м ³	CH ₄	H ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	iC ₅ H ₁₂	nC ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂
Образцы сильвинитового состава											
1	0,054	2,90	-	1,336	0,588	0,233	0,523	0,410	0,209	93,67	0,13
2	0,057	5,08	0,06	1,134	0,339	0,134	0,269	0,274	0,122	92,41	0,18
3	0,057	4,78	-	2,404	0,942	0,336	0,713	0,576	0,298	89,78	0,17
4	0,088	9,62	0,86	1,037	0,090	0,019	0,056	0,050	0,022	88,04	0,21
5	0,082	7,37	0,11	2,822	0,917	0,316	0,852	0,553	0,287	86,53	0,24
6	0,064	1,51	-	1,004	0,455	0,186	0,441	0,349	0,175	95,66	0,21
7	0,058	5,96	-	4,297	2,188	0,743	2,084	1,164	0,662	82,66	0,25
8	0,084	10,48	0,40	1,129	0,138	0,042	0,131	0,122	0,059	87,31	0,19
13	0,084	9,84	0,09	5,369	3,062	0,747	2,700	1,245	0,733	75,98	0,24
сред. знач.	0,070	6,40	0,17	2,281	0,969	0,306	0,863	0,527	0,285	88,00	0,20
Образцы карналлитового состава											
9	0,065	5,62	-	2,812	0,883	0,302	0,751	0,735	0,429	88,30	0,18
10	0,078	9,41	0,34	1,174	0,046	0,014	0,048	0,107	0,047	88,65	0,17
11	0,086	8,37	0,33	6,760	3,373	0,951	3,163	1,494	0,842	74,28	0,44
12	0,073	2,87	-	0,727	0,136	0,035	0,099	0,056	0,037	95,82	0,23
14	0,079	6,06	0,22	2,279	1,201	0,464	1,352	0,919	0,578	86,69	0,24
сред. знач.	0,076	6,46	0,18	2,751	1,128	0,353	1,083	0,662	0,387	86,75	0,25

Выводы

Как видно из таблицы, средние значения газоносности пород пласта Б сильвинитового и карналлитового состава весьма похожи между собой.

Газоносность пород пласта Б сильвинитового состава по связанным газам изменяется от 0,054 м³/м³ до 0,088 м³/м³. При этом компонентный состав связанных газов метано-азотный, где доля азота изменяется от 82,66% до 95,66%. В образцах 7 и 13 отмечено повышенное содержание этана, которое в образце 13 достигает 5,369% при среднем значении 2,281%. В этих же образцах отмечено повышенное содержание других углеводородных газов – пропана, бутана и пентана, а также их изотопов, что может свидетельствовать об эпигенетическом происхождении этих газов в пестром сильвините пласта Б.

Газоносность по связанным газам пород пласта Б карналлитового состава имеет среднее значение 0,076 м³/м³ и изменяется от 0,065 м³/м³ до 0,086 м³/м³. Компонентный состав связанных газов пород пласта Б карналлитового состава метано-азотный. Содержание азота изменяется от 74,28% до 95,82% при среднем значении 86,75%. Содержание метана в образцах пород пласта Б карналлитового состава изменяется от 2,87% до 9,41% при среднем значении 6,46%. Содержание водорода в составе связанных газов пород карналлитового состава незначительно и изменяется от 0,22% до 0,34% при среднем значении 0,18%. В образцах 11 и 14 отмечено повышенное содержание тяжелых углеводородных газов – этана, пропана, бутана, пентана и их изотопов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на Усть-Яйвинском руднике БКПРУ-3 ПАО «Уралкалий» в условиях «газового режима». – Пермь; Соликамск. – 2021. – 97 с.
2. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2001. – 429 с.: ил.
3. Андрейко С.С., Калугин П.А., Щерба В.Я. Газодинамические явления в калийных рудниках: Генезис, прогноз и управление / под. ред. В.Я. Прушака. – Минск: Выш. шк., 2000. – 335 с.: ил.
4. Земсков А.Н., Кондрашев П.И., Травникова Л.Г. Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. – Пермь: Тип. Купца Тарасова, 2008. – 412 с.: ил., табл.
5. Иванов О.В. Научно-учебный измерительный комплекс для изучения газоносности горных пород по связанным газам // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 10 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2012. – С. 223-225.
6. Инструкция по эксплуатации планетарных шаровых мельниц тип РМ100/РМ200. Retsch GmbH & Co. KG, Naan, Germany, Doc.Nr. D 98.540/640.9999. –2004. –32 с.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2025.4.10

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ГАЗОВОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РУДНИЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Е.В. Накаряков

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Объектом исследования является паспортная характеристика газовой промышленности взрывчатых веществ, применяемых при ведении буровзрывных работ в подземных условиях. Проведенный анализ различных источников литературы показывает расхождение паспортных и фактических показателей газовой взрывчатых веществ. Проведенные натурные эксперименты в условиях тупиковых очистительных камер демонстрируют, что объем выделившегося за время проветривания оксида углерода составляет менее 30% от расчетных значений для конкретных проведенных условий. Для оценки величины указанного соотношения необходимо проведение подобных экспериментов для различных горно-геологических и горнотехнических условий.

Ключевые слова: буровзрывные работы, рудничная вентиляция, газовость, ядовитые газы, зона отброса газов.

При проектировании системы вентиляции подземных рудников, ведущих отработку запасов буровзрывным способом, одним из основополагающих факторов при расчете потребного количества воздуха является вынос вредных газов от производства взрывных работ. Расчет по этому фактору опирается на количество взрывчатого вещества и его газовость по вредным компонентам.

С научной точки зрения при изучении процесса выноса газов от взрывных работ зачастую применяются приемы численного моделирования. Важнейшей задачей при численном моделировании процесса проветривания является задание начальных и граничных условий по концентрациям газов в пространстве изучаемой горной выработки. Начальное газораспределение задается исходя из соотношения объема выделившегося газа (рассчитываемого из количества взрывчатого вещества и его газовой по вредным компонентам) и объема выработки.

Таким образом, для решения научно-практических задач, связанных с выносом газов от взрывных работ, газовость применяемого взрывчатого вещества является одним из важных параметров, который необходимо заранее знать. Исследованию именно этого параметра посвящена настоящая работа.

В работе [1] на основании численного моделирования установлено, что на эффективность удаления газов после ведения взрывных работ в тоннеле влияют: скорость