

Рис. 7. График нагрева воздушной струи в теплоизолированной буровой галерее с системой закрытого транспорта НСЖ с температурой кровли и стенок +50°C, температурой почвы +40 °С при скоростях воздушной струи 1 и 2 м/с, при температуре входящей струи +23,2°C

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом»: утв. 28.11.2016, № 501. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. – 240 с. – (Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в нефтяной и газовой промышленности: сер. 08, вып. 33).
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*: утв. 30.06.2012. –М., 2015. – 124 с. – (Частично действует)

УДК 622.831.322

DOI:10.7242/echo.2019.4.27

ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ РУДНИКА «ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНЫЙ»

О.В. ИВАНОВ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. Представлены результаты количественной и качественной оценки газоносности по свободным и связанным газам вмещающих пород рудника «Интернациональный» АК «АЛРОСА». Лабораторные исследования газоносности по связанным газам проводились на специальной лабораторной установке методом сухой механической дезинтеграции, заключающемся в измельчении породы определенной массы до частиц размерами в несколько микрон с постоянным контролем температуры и давления в процессе размолла и последующим хроматографическим анализом компонентного состава выделившихся газов. Газоносность пород по свободным газам определялась путем шахтных инструментальных наблюдений за газовыделениями из шпуров, пробуренных в горных выработках рудника.

Ключевые слова: рудник, вмещающие породы, газодинамические явления, выбросы породы и газа, газоносность пород, связанные газы, свободные газы, компонентный состав, газовый хроматограф.

Введение. Проявление выбросов породы и газа в доломитах является фактом уникальным в практике ведения горных работ и не имеет аналогов решения проблемы проведения выработок по напряженным и газонасыщенным породам. Газоносность вмещающих пород является одним из главных факторов, определяющих их выбросоопасность. Изучение газового фактора и газодинамических характеристик вмещающих пород является весьма важной и актуальной задачей в решении проблемы выбросов породы и газа при проходке выработок во вмещающих породах. Отсутствуют сведения о газоносности вмещающих пород по связанным газам, под которыми в дальнейшем будем понимать: газы внутризернового и межзернового пространства; газы в замкнутых порах и кавернах; сорбированные газы. Результаты исследований газоносности, газодинамических характеристик и газопроницаемости вмещающих пород позволят оценить возможность прогнозирования зон, опасных по выбросам породы и газа, при проходке подготовительных выработок во вмещающих породах в руднике «Интернациональный».

Методики проведения исследований. Комплекс оборудования для определения газоносности горных пород по связанным газам работает в следующем порядке [1-2]. Образцы пород вручную разрушают до размера 35 мм. Затем с помощью щековой дробилки ВВ 51 образцы породы размалываются до установленного размера (5-10 мм). Из размолотого материала отсеивается необходимая фракция. Заданный объем (100-300 мл) подготовленного материала загружается вместе с 20 мелющими шарами из нержавеющей стали диаметром 20 мм в размольный стакан планетарной шаровой мельницы РМ 100, на который герметично устанавливается специальная крышка с системой РМGrindControl. Выбирается требуемый режим работы мельницы – скорость вращения, длительность измельчения и реверс. В процессе измельчения системой РМGrindControl на персональный компьютер передаются данные давления и температуры в размольном стакане. Подставляя известные и полученные в процессе размола значения давления и температуры в выражение объединенного газового закона с учетом термического коэффициента, рассчитывается объем, выделившегося из породы газа. Соотношение объема выделившегося газа к объему породы является газоносностью пород по связанным газам.

После окончания размола с помощью пробоотборника через клапан из размольного стакана отбирается проба выделившегося из породы газа, компонентный состав которого анализируется на газовом хроматографе 450-GC компании Varian, Нидерланды.

Методика проведения экспериментальных исследований газоносности пород по свободным газам реализовывалась путем шахтных инструментальных наблюдений за газовыделениями из шпуров диаметром 42 мм, пробуренных в горных выработках с одновременным отбором проб свободного газа [3-5]. Изучение газоносности осуществляется посредством поинтервального бурения шпуров с последующей герметизацией шпура при помощи герметизирующего устройства. Газ, выделяющийся со стенок и забоя загерметизированной части шпура поступает в газоотводящий штуцер, к которому подключается прецизионный портативный цифровой манометр DPI-740, предназначенный для работы в лабораторных и «полевых» условиях

Результаты исследований. Экспериментальные лабораторные исследования газоносности по связанным газам вмещающих пород проводились на 49 образцах, отобранных в условиях рудника «Интернациональный». Каждый образец пород исследовался на газоносность по связанным газам по описанным выше методикам. Результаты проведенных исследований по определению газоносности вмещающих пород представлены ниже в таблице 1.

Состав связанных газов – азотно-метановый. В компонентном составе связанных газов во вмещающих породах содержание метана (CH_4) изменяется от 0,24 до 46,36%, при среднем значении 11,5%. Содержание водорода (H_2) – от следов до 12,39%, при среднем значении 4,17%. Содержание азота (N_2) изменяется от 35,37 до 99,47%, при среднем значении 81,17%.

Таблица 1

Газоносность пород по связанным газам

№ гр.	Наименование пород	Кол-во проб	Общее содержание связанных газов		
			минимальное	максимальное	среднее
1	Каменная соль	1			0,031
2	Ангидрит	2	0,059	0,069	0,064
3	Мергель доломитовый	10	0,075	0,132	0,104
4	Доломит битуминизированный	2	0,071	0,242	0,129
5	Ангидрит-доломитовая порода	6	0,057	0,247	0,136
6	Известняк	6	0,085	0,205	0,147
7	Доломит известковистый	5	0,081	0,223	0,155
8	Доломит	13	0,099	0,251	0,167
9	Доломит галитсодержащий	9	0,117	0,242	0,178

Максимальное содержание метана зафиксировано в образце № 24 (доломит коричневый, партия № 3). В этом же образце отмечено также максимальное содержание водорода. Минимальное содержание метана зафиксировано в образце № 2 (доломит глинистый, партия № 2).

Таким образом, установлено, что наиболее высокая газоносность характерна для доломитовых пород, в составе связанных газов которых кроме метана присутствует и водород.

Исследования газоносности по свободным газам проводились вниз по геологическому разрезу, начиная от слоя каменной соли. Исследовались слои вмещающих пород – бежевых и глинистых доломитов. Слои вмещающих пород, в которых производились замеры, обозначены X(к.с.), X(1), X(1-2) и т.д. Слои, обозначенные X(1), X(2), X(3), X(4), представлены доломитами бежевыми, а обозначенные X(1-2), X(2-3), X(3-4) – доломитами глинистыми.

Геологический разрез вмещающих пород и основные результаты исследований газоносности по свободным газам вмещающих пород на спиральном съезде и автоуклоне до разломной зоны представлены на рис. 1.

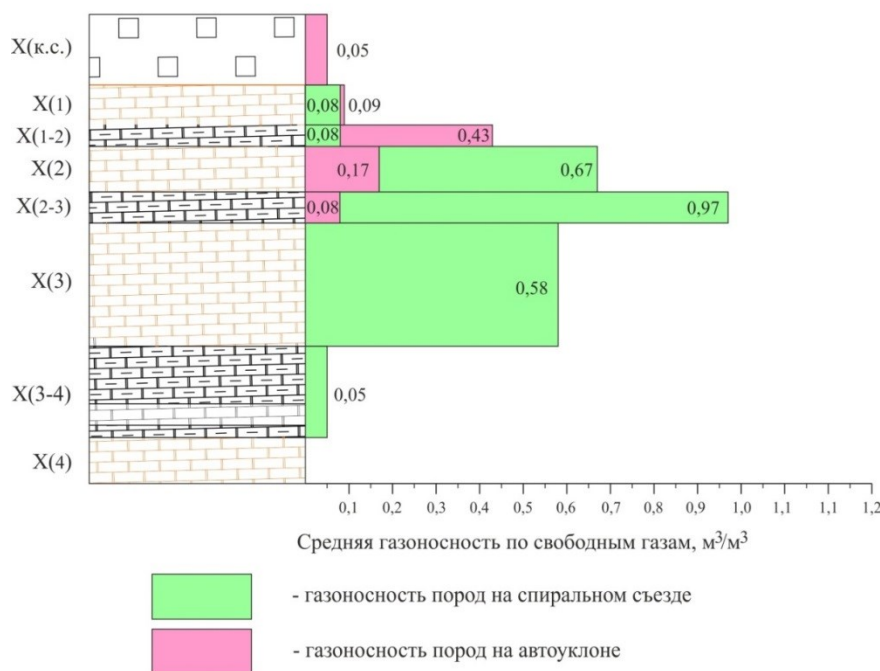


Рис. 1. Газоносность вмещающих пород по свободным газам

Как видно из представленного рисунка, газоносность пород слоя каменной соли X(к.с.) не превышает 0,05 м³/м³. Газоносность слоя доломита бежевого X(1) изменяется от 0,05 до 0,13

$\text{м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,08 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Газоносность слоя доломита глинистого X(1-2) изменяется от $0,05$ до $0,13 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,08 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Газоносность слоя доломита бежевого X(2) изменяется от $0,29$ до $1,16 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,67 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Компонентный состав свободных газов: $\text{CH}_4 - 45,21\%$; $\text{H}_2 - 10,64\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 1,1\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,038\%$; $i\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,002\%$; $n\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,001\%$; $\text{N}_2 - 42,96\%$; CO_2 и другие газы – $0,04\%$. Средняя газоносность по условному метану составляет $0,45 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Газоносность по свободным газам слоя доломита глинистого X(2-3) изменяется от $0,05$ до $2,03 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,97 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Компонентный состав свободных газов: $\text{CH}_4 - 67,37\%$; $\text{H}_2 - 9,38\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 4,08\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,88\%$; $i\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,07\%$; $n\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,03\%$; $\text{N}_2 - 18,14\%$; CO_2 и другие газы – $0,05\%$. Средняя газоносность по условному метану составляет $0,83 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Газоносность по свободным газам слоя доломита бежевого X(3) изменяется от $0,12$ до $1,47 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,58 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Компонентный состав свободных газов: $\text{CH}_4 - 84,39\%$; $\text{H}_2 - 6,33\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 4,23\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,91\%$; $i\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,08\%$; $n\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,05\%$; $i\text{C}_5\text{H}_{12} - 0,003\%$; $\text{N}_2 - 3,97\%$; CO_2 и другие газы – $0,04\%$. Средняя газоносность по условному метану составляет $0,58 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Газоносность по свободным газам слоя доломита глинистого X(3-4) не превышает $0,05 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

На рисунках 2 и 3 представлены диаграммы осредненного компонентного состава связанных и свободных газов во вмещающих породах.

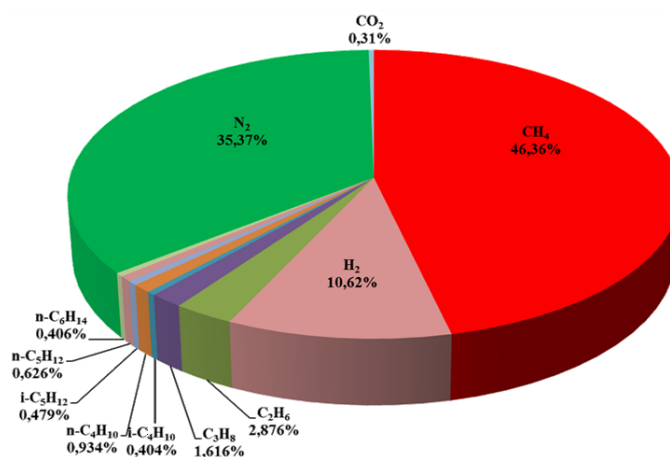


Рис. 2. Диаграмма компонентного состава связанных газов

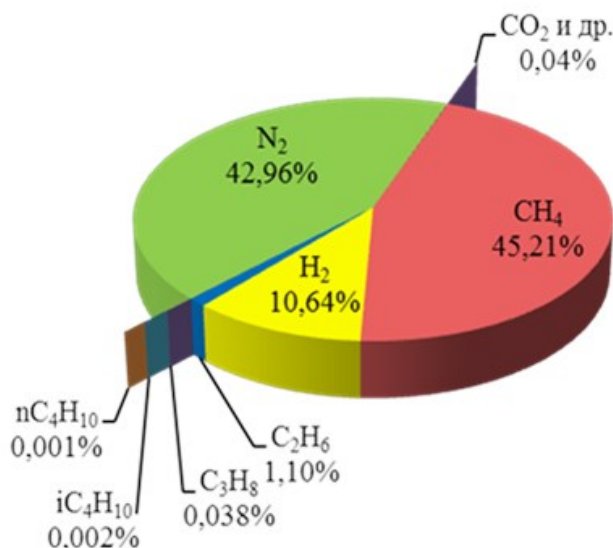


Рис. 3. Диаграмма компонентного состава свободных газов

Заключение. Наиболее газоносны по связанным газам доломиты коричневые, газоносность которых по связанным газам составляет – $0,175 \text{ м}^3/\text{м}^3$, суммарное содержание тяжелых углеводородов в составе связанных газов – $5,31\%$, газоносность по условному метану – $0,048 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Наименее газоносны доломиты глинистые, газоносность которых по связанным газам составляет $0,113 \text{ м}^3/\text{м}^3$, суммарное содержание тяжелых углеводородов – $3,35\%$, газоносность по условному метану – $0,007 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Газоносность по свободным газам слоев пород за разломной зоной превышает значения газоносности пород до разломной зоны: по слою бежевых доломитов средние значения газоносности увеличиваются с $0,67 \text{ м}^3/\text{м}^3$ до $0,83 \text{ м}^3/\text{м}^3$; по слою доломитов глинистых средние значения газоносности увеличиваются с $0,05 \text{ м}^3/\text{м}^3$ до $1,21 \text{ м}^3/\text{м}^3$;

Газоносность по свободным газам слоев глинистых доломитов порой значительно превышает значения газоносности слоев доломитов бежевых, что потребует уточнения выбороопасности данных пород при дальнейших исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. 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.
3. Медведев И.И., Полянина Г.Д. Газовыделения на калийных рудниках. – М.: Недра, 1974. – 163 с.
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. Андрейко С.С., Иванов О.В., Литвиновская Н.А. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений из почвы при проходке подготовительных выработок в подработанном массиве соляных пород / С.С. Андрейко, . – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2015. – 159 с.

УДК 622.45

DOI:10.7242/echo.2019.4.28

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СХЕМЫ ПРОВЕТРИВАНИЯ РУДНИКА «КУПОЛ», УЧАСТОК «МОРОШКА»

А.А. КАМЕНСКИХ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. В работе рассмотрены основные результаты исследования проветривания рудника, расположенного в Чукотском автономном округе. Показан принцип работы главной вентиляторной установки и ее возможности в проветривании рудника. Построены графические зависимости с учетом влияние положительной и отрицательной естественной тяги в течение года. Кроме того, представлены полученные зависимости для определения оптимальных параметров работы главной вентиляторной установки.

Ключевые слова: рудник, проветривание рудника, главная вентиляторная установка, аэродинамическое сопротивление, воздушно-депресссионная съемка, естественная тяга.

Золотосеребряное месторождение Купол участок «Морошка» расположено на границе Билибинского и Анадырского районов Чукотского автономного округа. Расстояние от пос. Билибино составляет 298 км.

В период летней навигации с июля до середины сентября осуществляется основной объем перевозок грузов морским транспортом в порт Певек.

Воздушно-транспортная схема позволяет осуществлять регулярную связь месторождения с городами Магаданом, Анадырем, Певеком и пос. Кепервеем.

Район месторождения располагается в зоне многолетней мерзлоты, глубина которой достигает 400м на водоразделах. Среднегодовая температура воздуха $-13,5^\circ\text{C}$ (рис.1).