

Научная статья  
УДК 622.831.322

**О.В. Иванов, Д.К. Харин**

**O.V. Ivanov, D.K. Harin**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Пермь, Россия

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОНОСНОСТИ СОЛЯНЫХ ПОРОД  
ПО СВОБОДНЫМ ГАЗАМ В ПРЕДЕЛАХ 22-Й ЗАПАДНОЙ  
ПАНЕЛИ РУДНИКА БКПРУ-2 ПАО «УРАЛКАЛИЙ»**

**DETERMINATION OF THE GAS POSSIBILITY OF SALT ROCKS  
BY FREE GASES WITHIN 22 OF THE WESTERN PANEL  
OF THE BKPRU-2 MINE JSC "URALKALI"**

Представлены результаты исследования газоносности соляных пород в пределах 22-й западной панели шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий». Представлена методика шахтных экспериментальных исследований газоносности и газодинамических характеристик пород. Выполнен анализ результатов проведённых исследований, представлены данные о компонентном составе свободных газов, построена карта газоносности 22-й западной панели шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий».

**Ключевые слова:** газоносность, свободные газы, компонентный состав, калийные соли.

The article presents the results of a study of the gas content of salt rocks within the 22nd western panel of the mine field of the mine BKPRU-2 JSC "Uralkali". The technique of mine experimental studies of gas content and gas-dynamic characteristics of rocks is presented. The analysis of the results of the conducted studies was carried out, data on the component composition of free gases were presented, was built a map of the gas content of the 22nd panel of the mine field of the mine BKPRU-2 JSC "Uralkali".

**Keywords:** gas content, free gases, component composition, potassium salts.

## **Введение**

Многолетняя практика ведения горных работ на сильвинитовых пластах Верхнекамского месторождения калийных солей показала, что разрабатываемые пласты являются опасными по газу и газодинамическим явлениям.

Тенденция роста мирового потребления калийных удобрений в последнее десятилетие привела к увеличению добычи калийных солей. Интенсивные газовыделения в атмосферу горных выработок приводят к возникновению

аварийных ситуаций в виде вспышек, загораний и взрывов горючих газов, которые иногда приводят к травмированию и гибели шахтеров. Помимо аварийных ситуаций на режим ведения горных работ существенно влияют длительные остановки в связи с загазованием забоев [1].

Данные о газоносности пород являются основным исходным материалом для определения газообильности горных выработок, расчета потребного количества воздуха для их проветривания по газовому фактору и разработки профилактических мероприятий при проведении горнопроходческих работ [2, 3].

### Методика шахтных экспериментальных исследований газоносности пород

Методика проведения экспериментальных исследований газоносности соляных пород включает определение газоносности пород по свободным газам и определение компонентного состава свободных газов при условии их истечения из исследовательских шпуров. Методика исследований реализуется путем шахтных инструментальных наблюдений за газовыделениями из шпуров диаметром 42 мм, пробуренных в горных выработках с одновременным отбором проб свободного газа (рис. 1).

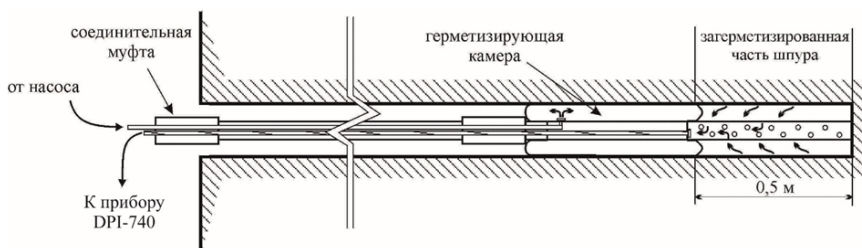


Рис. 1. Схема расположения герметизатора в исследовательском шпуре при измерении газоносности и газодинамических характеристик горных пород

Анализ компонентного состава свободных и связанных газов, отобранных из горных пород, проводится в соответствии с ГОСТ 31371.7-2008 «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Хроматографический метод определения компонентного состава» [4].

### Результаты исследования

Шахтные экспериментальные исследования по изучению газоносности калийных пород продуктивных пластов проведены в 3 блоках 22-й западной панели сотрудниками лаборатории геотехнологических процессов и рудничной газодинамики Горного института Уральского отделения Российской академии наук. Бурение шпуров производилось в кровлю и стенки выработок

пластов АБ и КрII. Обследовано 15 забоев, пробурено 45 шпуров и выполнено 90 замеров, отобрано 20 проб выделившегося из шпуров свободного газа.

В ходе исследовательской работы определена средняя газоносность соляных пород продуктивных пластов, в кровле и стенках выработок, также средние значения компонентного состава.

Газоносность соляных пород пласта АБ изменяется в диапазоне от 0,23 до 0,72 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее значение газоносности равняется 0,38 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее содержание СН<sub>4</sub> 38,73 %, Н<sub>2</sub> 1,13 %, С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> 3,581 %, С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub> 0,282 %, i-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,041 %, n-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,033 %, i-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,006 %, n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,001 %, N<sub>2</sub> 55,96 %, СО<sub>2</sub> и прочие газы 0,24 %. Суммарное содержание углеводородов СН<sub>4</sub> – Н<sub>2</sub> составляет 39,86 %, а тяжёлых углеводородов С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> – n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 3,944 %.

Газоносность соляных пород, расположенных в кровле выработок, пройденных по пласту АБ, изменяется в диапазоне от 0,54 до 1,87 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее значение газоносности равняется 1,33 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее содержание СН<sub>4</sub> 33,80 %, Н<sub>2</sub> 1,86 %, С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> 3,476 %, С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub> 0,492 %, i-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,296 %, n-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,097 %, i-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,041 %, n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,005 %, N<sub>2</sub> 58,36 %, СО<sub>2</sub> и прочие газы 0,15 %. Суммарное содержание углеводородов СН<sub>4</sub> – Н<sub>2</sub> составляет 35,66 %, а тяжёлых углеводородов С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> – n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> – 4,38 %.

Газоносность соляных пород, расположенных в кровле выработок, пройденных по пласту КрII, изменяется в диапазоне от 0,84 до 2,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее значение газоносности равняется 1,72 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, среднее содержание СН<sub>4</sub> 30,89 %, Н<sub>2</sub> 0,70 %, С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> 12,205 %, С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub> 1,591 %, i-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,343 %, n-C<sub>4</sub>Н<sub>10</sub> 0,257 %, i-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,086 %, n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> 0,010 %, N<sub>2</sub> 53,87 %, СО<sub>2</sub> и прочие газы 0,04 %. Суммарное содержание углеводородов СН<sub>4</sub> – Н<sub>2</sub> составляет 31,59 %, а тяжёлых углеводородов С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> – n-C<sub>5</sub>Н<sub>12</sub> – 14,749 %.

Проанализировав данные, представленные выше, можно сделать вывод о том, что газоносность соляных пород по свободным газам в стенках выработок, пройденных по пласту АБ, на порядок ниже, чем газоносность пород в кровле выработок, пройденных по пластам АБ и КрII.

На следующем этапе исследования необходимо нанести значения газоносности пород в координатно привязанных точках исследований на план 22-й западной панели на шахтном поле рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», затем методом интерполяции рассчитать и нанести расположение изолиний на план рассматриваемой панели.

Таким образом, построена карта газоносности 22-й западной панели шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», которая наглядно показывает участки с повышенной газоносностью.

В силу того что точек исследования в кровле выработок, пройденных по пласту АБ и КрII, недостаточно для построения карт газоносности, построения

производились только по тем данным, которые были получены в ходе исследования стенок выработок, пройденных по пласту АБ.

Карта газоносности пород по свободным газам пласта АБ представлена на рис. 2.

Как видно из представленной ниже карты, зоны повышенной газоносности располагаются в западной части 22-й западной панели, а именно в юго-восточной части 1-го западного блока северо-западной части 3-го западного блока, а также занимает большую часть площади 2-го западного блока. По полученным данным в восточной части панели зоны повышенной газоносности не отмечаются. Вероятнее всего, это связано с малым количеством выполненных замеров в восточных блоках 22-й западной панели в пределах шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий» [5].

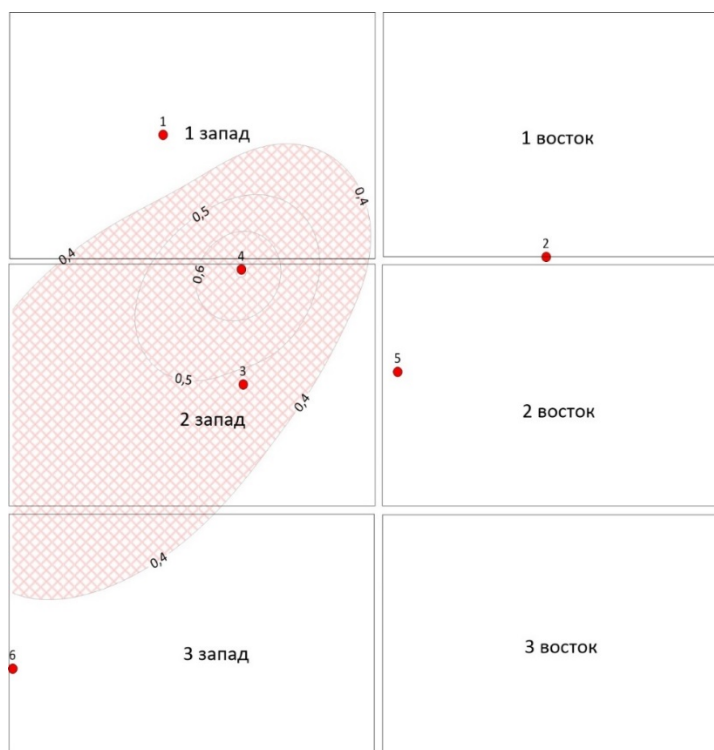


Рис. 2. Карта газоносности по свободным газам пласта АБ 22-й западной панели в пределах шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий»

### Заключение

В результате исследований газоносности соляных пород по свободным газам в пределах 22-й западной панели шахтного поля рудника БКПРУ-2 получены следующие результаты:

1. Газоносность соляных пород по свободным газам изменяется в диапазоне от 0,23 до 2,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

2. Средняя газоносность соляных пород продуктивных пластов, в кровле и стенках выработок изменяется в пределах от 0,38 до 1,72 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

3. Построенная карта газоносности соляных пород пласта АБ показала, что зоны повышенной газоносности расположены в районе 1, 2 и 3-го западных блоков 22-й западной панели в пределах шахтного поля рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», где целесообразно при ведении горных работ проводить профилактические мероприятия по дегазации пород.

### Список литературы

1. Исследование газоносности соляных пород по связанным газам на новых участках шахтных полей рудников ОАО «Уралкалий» / С.С. Андрейко [и др.] // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 8.

2. Красюк Н.Ф., Фортунатов Г.А. Определение газоносности соляных пород методом растворения. – М., 2013.

3. Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. – Пермь, 2008. – 414 с.

4. Иванов О.В. Методика, оборудование и результаты исследований по изучению газоносности продуктивных пластов на вновь вводимых в эксплуатацию участках шахтных полей калийных рудников // Материалы научной сессии Горного института УрО РАН по результатам НИР в 2000 году 9–13 апреля 2001 г. – Пермь, 2001. – С. 88–91.

5. Оценка газоносности продуктивных пластов на вовлекаемых в разработку новых участков шахтных полей рудников ПАО «Уралкалий» / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2022. – 51 с.

### Сведения об авторах

Научный руководитель **Иванов Олег Васильевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

**Харин Даниил Константинович** – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», группа ФПГН-19-1с, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: harindaniil587@mail.ru.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Получена:** 24.05.2023

**Одобрена:** 24.06.2023

**Принята к публикации:** 01.09.2023

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Иванов, О.В. Определение газоносности соляных пород по свободным газам в пределах 22 западной панели рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий» / О.В. Иванов, Д.К. Харин // *Master's Journal*. – 2023. – № 1. – Art. № 03.

Please cite this article in English as: Ivanov O.V., Harin D.K. Determination of the gas possibility of salt rocks by free gases within 22 of the western panel of the BKPRU-2 mine JSC "Uralkali". *Master's Journal*, 2023, no. 1, art. no. 03.