

РУДНИЧНАЯ АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

УДК 622.831.322

DOI:10.7242/echo.2021.1.20

ОЦЕНКА ГАЗОНОСНОСТИ ПЛАСТОВ А, Б, В, КрI, КрII, КрIII ПО СВЯЗАННЫМ ГАЗАМ В СКВАЖИНАХ НА ШАХТНОМ ПОЛЕ ЮЖНОГО РУДНИКА СКРУ-2 ПАО «УРАЛКАЛИЙ»

О.В. Иванов

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. Лабораторные исследования по оценке газоносности сильвинитовых пластов А, Б, В, КрI, КрII, КрIII по связанным газам образцов керна из геологоразведочных скважин, пробуренных на шахтном поле Южного рудника СКРУ-2 ПАО «Уралкалий», проводились методом сухой механической дезинтеграции при постоянном контроле температуры и давления в размольном стакане, а также с применением хроматографического анализа компонентного состава выделившихся из пород связанных газов. Представлены предварительные результаты по двум геологоразведочным скважинам.

Ключевые слова: калийно-магниевые соли, газоносность пород, связанные газы, размол, геологоразведочные скважины, компонентный состав, газовый хроматограф.

Введение

Многолетний опыт исследования газоносности соляных пород доказал, что газоносность пород по связанным газам составляет порядка 10% от полной газоносности, включая также газоносность по свободным газам. Повышенные значения газоносности пород по связанным газам ведут к ослаблению физико-механических свойств пород и повышению вероятности возникновения газодинамических явлений. Введение в эксплуатацию новых участков шахтных полей и месторождений требует проведения исследований по оценке газоносности пород. До проходки горных выработок на новом участке единственным способом изучить газоносность пород является определение газоносности по связанным газам образцов керна из геологоразведочных скважин. Исследования по оценке газоносности по связанным газам калийно-магниевых солей необходимы для возможной последующей корректировки объемов и параметров профилактических мероприятий при вскрытии и подготовке нового участка.

Методика проведения исследований

Комплекс оборудования для определения газоносности горных пород по связанным газам состоит из щековой дробилки ВВ 51, планетарной шаровой мельницы РМ 100 и контрольно-измерительной системы РМ GrindControl компании Retsch. Порядок работы следующий [1-2]. Образцы пород размером 35 мм с помощью щековой дробилки ВВ 51 размалываются до 10 мм. 300 мл подготовленного материала вместе с двадцатью мелющими шарами из нержавеющей стали диаметром 20 мм загружаются в размольный стакан планетарной шаровой мельницы РМ 100, на который герметично устанавливается специальная крышка с системой РМGrindControl. Размол образцов породы происходит в заданном режиме: устанавливается скорость вращения и длительность измельчения. При этом данные о давлении и температуре в размольном стакане передаются системой РМGrindControl на персональный компьютер. По формуле объединенного газового закона с учетом тер-

мического коэффициента и полученным в процессе размола значениям давления и температуры рассчитывается объём выделившегося из породы газа. Соотношение объема выделившегося газа к объему породы является газоносностью пород по связанным газам [3-8].

По окончании процесса размола через клапан из размольного стакана с помощью пробоотборника отбирается проба выделившегося из породы газа для анализа его компонентного состава. Анализ компонентного состава связанных газов, отобранных из горных пород, проводится в соответствии с ГОСТ 23781-87 «Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава». Для проведения анализа компонентного состава газов используются современные газовые хроматографы 450-GC компании «Varian, Inc». Данные хроматографы предназначены для определения состава проб веществ и материалов при выполнении различных исследований и работ в области химии, нефтехимии, анализе природного газа, аналитическом контроле и экологических исследованиях. Этот тип хроматографов имеет сертификат об утверждении типа средств измерений под № 25231, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 16499-06 и допущен к применению в Российской Федерации. Для определения компонентного состава газов в отобранных пробах используется метод абсолютной калибровки. Объемную долю компонентов газа вычисляют сравнением площадей, соответствующих компонентов на хроматограммах испытуемого газа и градуировочной газовой смеси, записанных при одинаковых условиях испытания.

Результаты исследований

Исследования проводились на оборудовании Центра коллективного пользования «Исследование свойств геоматериалов» при ПНИПУ. Экспериментальные лабораторные исследования газоносности по связанным газам соляных пород проводились на образцах, отобранных из керна геологоразведочных скважин № 1402 и № 1405, пробуренных в пределах шахтного поля Южного рудника СКРУ-2 ПАО «Уралкалий».

По представленной выше методике определения газоносности пород по связанным газам способом сухой механической дезинтеграции экспериментальные лабораторные исследования проведены на 12 образцах соляных пород по 6 образцов пород пластов А, Б, В, КрI, КрII и КрIII из каждой скважины. В таблице 1 представлены результаты определения газоносности по связанным газам по скважинам.

Таблица 1

Газоносность пород по связанным газам по скважинам

№	Скважина	Кол-во образцов	Газоносность, м ³ /м ³		
			Мин.	Макс.	Средняя
1	1402	6	0,034	0,053	0,045
2	1405	6	0,034	0,079	0,055
	Всего	12	0,034	0,079	0,049

После окончания размола образцов с помощью пробоотборника через клапан из размольного стакана отбирались пробы выделившегося из породы газа, компонентный состав которого анализировался на газовом хроматографе. В таблице 2 представлен средний компонентный состав связанных газов по скважинам.

Таблица 2

Компонентный состав связанных газов по скважинам (об.%)

№	Скважина	CH ₄	H ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂
1	1402	6,26	0,09	3,690	1,614	0,961	1,168	3,664	0,614	81,81	0,14
2	1405	4,68	0,05	2,909	1,848	1,060	1,306	3,238	0,628	84,10	0,19
	Всего	5,61	0,07	3,370	1,710	1,001	1,225	3,490	0,619	82,74	0,16

Как видно из таблиц 1 и 2, максимальное значение газоносности пород по связанным газам отмечена в керне скважины № 1405, которое составляет 0,079 м³/м³, а средний компонентный состав связанных газов в породах керна обеих скважин практически одинаков.

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы распределения газоносности по пластам в скважинах № 1402 и № 1405, соответственно.

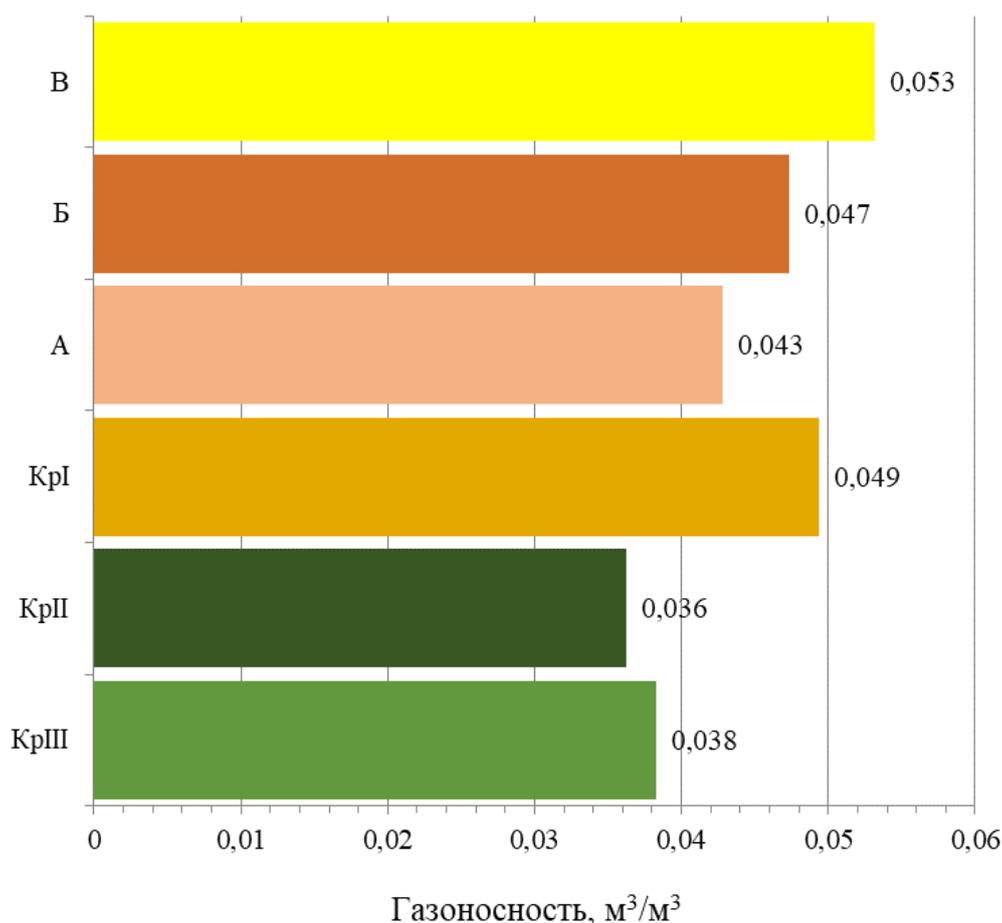


Рис. 1. Газоносность пород по связанным газам в пластах скважины № 1402

Как видно из рисунков 1 и 2, наиболее газоносны по связанным газам породы пластов В и КрI в скважине № 1402 – 0,053 и 0,049 м³/м³ и 0,079 и 0,075 м³/м³ в скважине № 1405.

В целом образцы пород в скважине № 1405 более газоносны, чем в скважине № 1402.

Состав связанных газов метаново-азотный с преобладанием суммарного содержания тяжелых углеводородов метанового ряда (C_2-C_5). В таблице 3 представлены значения суммарного содержания горючих газов (метан+водород) и суммарного содержания тяжелых углеводородов метанового ряда.

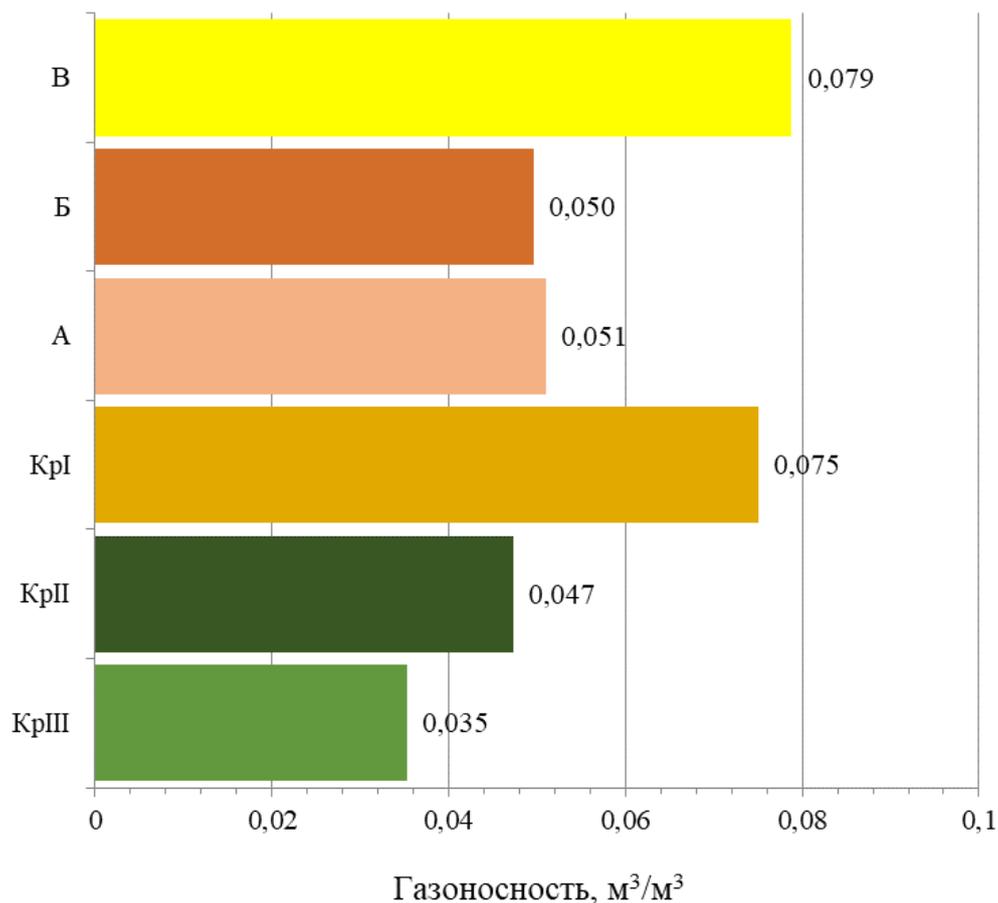


Рис. 2. Газоносность пород по связанным газам в пластах скважины № 1405

Таблица 3

Газоносность пород по связанным газам по скважинам

№	Скважина	Суммарное содержание горючих газов (метан+водород)			Суммарное содержание тяжелых углеводородов метанового ряда (C_2-C_5)		
		Мин.	Макс.	Средняя	Мин.	Макс.	Средняя
1	1402	1,94	11,28	6,35	0,578	42,871	11,71
2	1405	1,27	8,28	4,73	1,187	32,523	10,99
	Всего	1,27	11,28	5,68	0,578	42,871	11,416

На рисунках 3-6 представлены диаграммы распределения суммарного содержания горючих газов (метан+водород) и суммарного содержания тяжелых углеводородов метанового ряда (C_2-C_5) по пластам в скважинах № 1402 и № 1405.

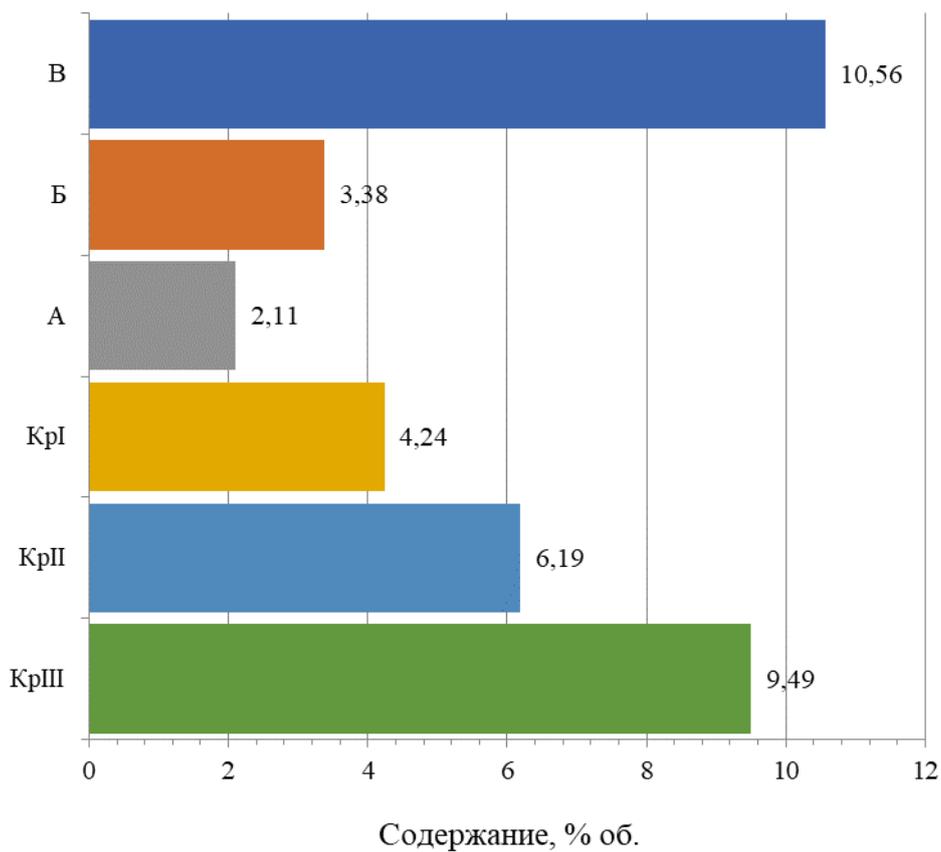


Рис. 3. Суммарное содержание горючих газов в составе связанных газов в скважине № 1402

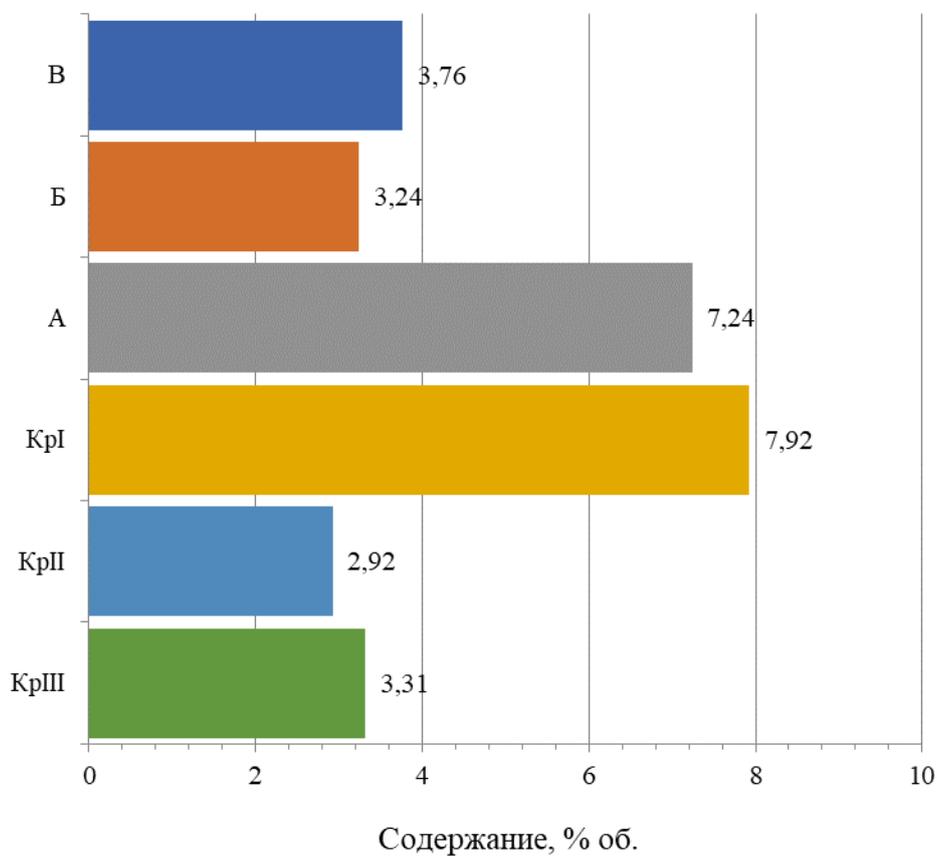


Рис. 4. Суммарное содержание горючих газов в составе связанных газов в скважине № 1405

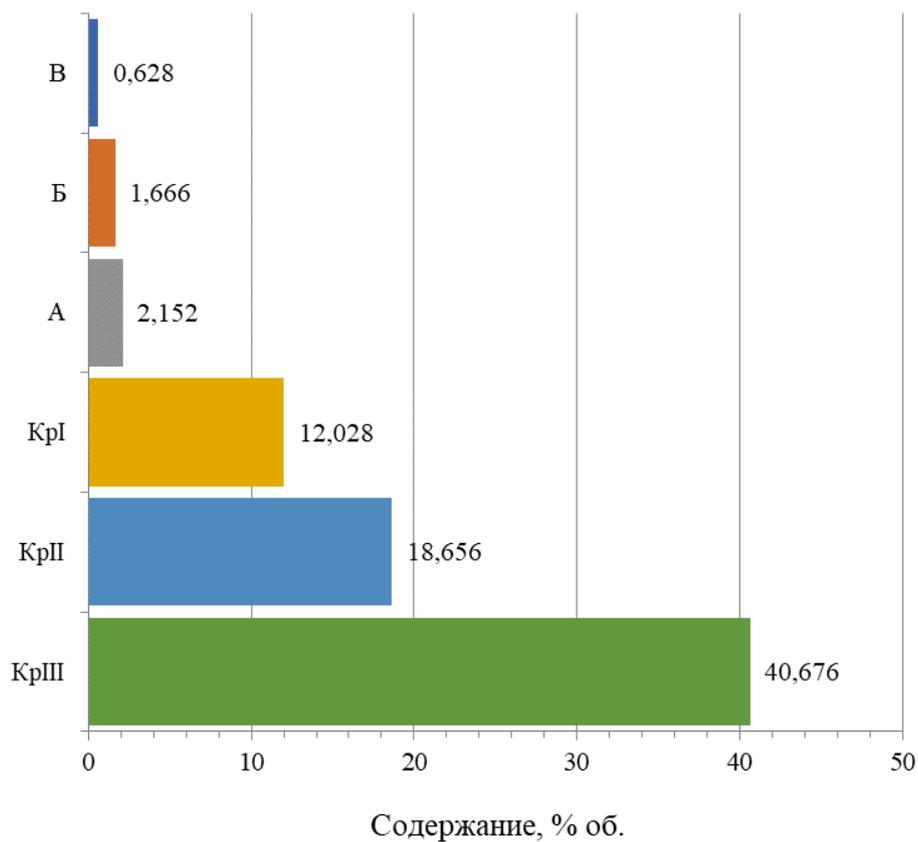


Рис. 5. Суммарное содержание предельных углеводородных газов метанового ряда (C_2-C_5) в составе связанных газов в скважине № 1402

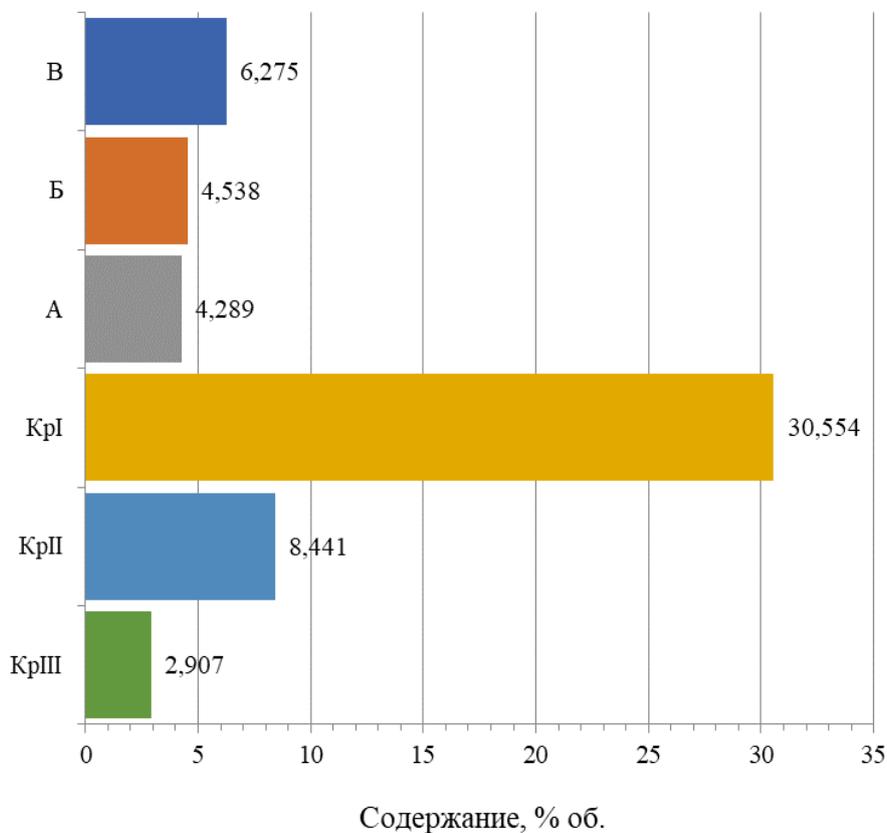


Рис. 6. Суммарное содержание предельных углеводородных газов метанового ряда (C_2-C_5) в составе связанных газов в скважине № 1405

Заключение

В ходе исследований по оценке газоносности пород по связанным газам в скважинах, пробуренных в пределах шахтного поля Южного рудника СКРУ-2 ПАО «Уралкалий», получены следующие результаты: газоносность калийно-магниевых солей по связанным газам изменяется от 0,034 до 0,079 м³/м³ при среднем значении 0,049 м³/м³, что говорит о повышенной газоносности по связанным газам на данном участке. При ведении горных работ по вскрытию и подготовке участка необходима корректировка объемов и параметров профилактических мероприятий для предотвращения газодинамических явлений.

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. Лаптев Б.В. Предотвращение газодинамических явлений в калийных рудниках. – М.: Недра, 1994. – 142 с.: ил.
6. 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.
7. Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во. ПГТУ, 2007. – 208 с.
8. 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. – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2015. – 159 с.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2021.1.21

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СТВОЛОВ ПРИ РЕВЕРСИРОВАНИИ ВОЗДУХА В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА

Д.С. Кормициков, Е.Г. Кузьминых, Д.В. Ольховский
Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. В статье рассмотрен процесс изменения параметров температуры воздуха в вентиляционных стволах и примыкающих к ним горных выработках при реверсировании воздушной струи в холодное время года при отсутствии подогрева воздуха. Выполнено математическое моделирование теплораспределения в программе Аэросеть. Выполнен анализ возможных факторов, влияющих на безопасное реверсирование в холодное время года, и предложены возможные мероприятия, позволяющие повысить безопасность реверсирования.

Ключевые слова: реверсивный режим, отсутствие подогрева, теплораспределение, моделирование, безопасность.

Введение

Требования п. 151 Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых гласят, что воздух, поступающий в подземные горные выработки, должен иметь температуру не менее +2°С [1]. С этой целью большинство рудников оборудуются калориферными установками. Однако рудники с фланговой