

3. Литвиновская Н.А. Определение параметров мелкошпурового и глубокого профилактического бурения дегазационных шпуров в почву подготовительных горных выработок I калийного горизонта Старобинского месторождения // Вестн. ПНИПУ: Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2011. – № 1. – С. 128-135.
4. Литвиновская Н.А. Прогноз и предотвращение газодинамических явлений из почвы подготовительных горных выработок в условиях подработки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – № 4. – С. 180-185.
5. Петухов И.М., Линьков А.М., Сидоров В.С., Фельдман А.А. Теория защитных пластов. – М.: Недра, 1976. – 223 с. ил.
6. Южанин И.А., Коптиков В.П., Евдокимова В.П. Решение задач защитной разработки пластов методами математической статистики // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № 1. – С. 332-335.
7. Некрасов С.В. Геомеханический анализ состояния пород почвы с газовым очагом в выработанном пространстве длинного очистного забоя / Некрасов С.В. // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых: сб. докл.: материалы науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2001 г. – Пермь, 2002. – С. 175-177.
8. Некрасов С.В. Трехмерный геомеханический анализ пород почвы длинного очистного забоя на основе непрямого метода граничных элементов // Моделирование стратегии и процессов освоения георесурсов: материалы междунар. конф. и науч. сес. ГИ УрО РАН. – Пермь, 2003. – С. 228-231.
9. Некрасов С.В. Математическое моделирование геомеханических процессов при наработке лавами выбросоопасного 12 глинисто-мергелистого горизонта в условиях Старобинского месторождения калийных солей / С.В. Некрасов // Стратегия и процессы освоения георесурсов: материалы науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2003 г. – Пермь, 2004. – С. 266-269.
10. Андрейко С.С., Некрасов С.В. Математическое моделирование геомеханических процессов при слоевой отработке лавами в условиях Старобинского месторождения // Горное Эхо. – 2005. – № 1 (19). – С. 10-16.
11. Некрасов С.В. Геомеханическое обоснование механизма газодинамических разрушений пород почвы сопряжения лава-штрек в рудниках Старобинского месторождения / С.В. Некрасов // Проблемы рудничной аэрологии и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых: сб. докл. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию профессора И.И. Медведева / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2004. – С. 56-59.
12. Андрейко С.С., Некрасов С.В. Трехмерный геомеханический анализ условий развития газодинамических явлений из почвы сопряжения лава-штрек в рудниках Старобинского месторождения на основе непрямого метода граничных элементов // Геомеханика в горном деле: докл. междунар. конф. / ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2005. – С. 320-327.

УДК 622.363.2

DOI:10.7242/echo.2024.1.15

АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН С ПОВЕРХНОСТИ НА ВЕРХНЕКАМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Т.А. Лялина

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: в процессе выполненных работ проведён анализ геологических условий газопроявлений при бурении геологоразведочных скважин на Верхнекамском месторождении, проведена оценка содержания KCl и $MgCl_2$ для каждого зафиксированного газовыделения по каждому пласту. Большинство газовыделений, а именно 381 из 410, произошли из пластов сильвинито-карналлитовой зоны смешанного состава. Так, 351 газовыделение произошло при $0,78 \leq KCl/MgCl_2 \leq 1,3$ и 30 при $1,38 \leq KCl/MgCl_2 \leq 4$. Остальные 29 произошли для $KCl/MgCl_2 \geq 7,8$. Для сильвинитовой зоны газовыделения наблюдались в пласте Б смешанного и сильвинитового составов для $KCl/MgCl_2 \geq 0,7$. Была построена гистограмма распределения количества газовыделений из поверхностных скважин в зависимости от отношения $KCl/MgCl_2$ для сильвинито-карналлитовой зоны пластов смешанного состава. Количество газовыделений

равномерно убывает при переходе пластов от смешенного в сильвинитовый состав, достигая своего максимума на промежутке $0,8 \leq \text{KCl/MgCl}_2 \leq 1$.

Ключевые слова: газовыделения, геологоразведочные скважины, нефтяные месторождения, нефтеперспективные структуры, газодинамические явления, зоны замещения.

При бурении геологоразведочных скважин на Верхнекамском месторождении калийных солей через сильвинито-карналлитовую и сильвинитовую зоны выделяются горючие и ядовитые газы, иногда происходят газодинамические явления [1].

Для решения данной задачи необходимо разработать метод прогноза зон, опасных по интенсивным газовыделениям и газодинамическим явлениям, при бурении геологоразведочных скважин с поверхности на площади Верхнекамского месторождения калийных солей. Для этого необходимо провести анализ геологических условий газовыделений и газодинамических явлений при бурении геологоразведочных скважин на площади Верхнекамском месторождении калийных солей, результаты которого представлены в данной работе.

Первые газовыделения на Верхнекамском месторождении при бурении скважин произошли в 1925 г. Газовыделения, происходящие при вскрытии солей скважинами, бывают разными [2]. Редко слышен шум в скважине и единственно вспенивание промывочной жидкости. В отдельных случаях они осуществляется стремительно, отмечаются выбросами раствора и шлама из скважин на расстояние до нескольких метров в высоту и становятся источником пожара в буровом помещении и на вышке.

Для установления вида газовыделений и газодинамических явлений при бурении геологоразведочных скважин с поверхности создана соответствующая классификация. Все газовыделения и газодинамические явления из геологоразведочных скважин делятся на три вида: суффлярные газовыделения, выбросы газа, выбросы газа и породной мелочи. Деление осуществляется по условиям протекания и результатам закончившегося процесса [3].

Для оценки литологических свойств пластов, из которых происходили газовыделения при бурении скважин с поверхности, вначале была получена диаграмма распределения газовыделений и газодинамических явлений по пластам [4]. Анализ диаграммы демонстрирует, что наибольшая часть газовыделений произошла из мощных пластов карналлитовой зоны. Так, из пласта Е произошло 91, Г – 86, Д – 85 и В – 76 газовыделений.

Одновременно с этим на сегодня не известно воздействие нижележащих месторождений нефти и нефтеперспективных структур на формирование газовыделений и ГДЯ в соляной толще. Ранее было обнаружено, что количество скважин с газовыделениями и газодинамическими явлениями постепенно уменьшается в зависимости от расстояния до нефтяного месторождения [2]. Также установлено, что тяжелые углеводороды C_2H_6 , C_3H_8 и C_4H_{10} не могли образоваться в соляной толще, они могли только мигрировать [5]. Анализ распределения тяжёлых углеводородов в соляной толще показывает, что тяжёлые углеводороды распространены вдоль контуров нефтяных месторождений и нефтеперспективных структур и в пределах полуторакилометровой зоны вокруг них, что может свидетельствовать о миграции их с водными растворами с нижележащих нефтяных месторождений и структур [6, 7].

Анализ геологических условий протекания газовыделений и газодинамических явлений при бурении скважин показал, что газовыделения из скважин часто связаны с зонами замещений. Кроме того, зоны замещения по пластам в плане тяготеют к склону рифа [8]. Это связано с высокой вероятностью образования трещин в соляной толще над склоном рифа [9, 10].

Надари Михайлович Джиноридзе выделял три типа зон замещения: экранированный, открытый и сквозной [11]. Экранированный тип характеризуется тем, что над зо-

ной галитизации промышленных пластов залегает один или несколько пластов сильвинит-карналлитовой зоны, сильвинитового состава. Большинство изученных зон замещения этого типа. Для открытого типа характерно, что все пласты сильвинит-карналлитовой зоны, расположенные над зоной галитизации промышленных пластов, сильвинитового состава. Для сквозного типа характерна галитизация всех пластов сильвинитовой и сильвинит-карналлитовой зон. Газовыделения и газодинамические явления из скважин имеют место быть на всей площади экранированных зон и на периферии открытых и сквозных зон замещения [12]. Отсюда вытекает необходимость исследовать приуроченность к контурам зон замещения меняющийся химический состав пород.

Для каждого зафиксированного газовыделения по каждому пласту проводилась оценка содержания KCl и $MgCl_2$. Оценка проводилась с разделением пластов по литологии на пласты смешанного состава, смешанного состава, преимущественно сильвинитового состава и сильвинитовые пласты [13]. Гистограмма распределения количества газовыделений из поверхностных скважин в зависимости от отношения $KCl/MgCl_2$ для сильвинито-карналлитовой зоны пластов смешанного состава представлена на рис. 1.

Анализ результатов показывает, что большинство газовыделений произошли из пластов смешанного состава. Так, из пластов сильвинит-карналлитовой зоны смешанного состава произошло 381 газовыделение, из них 351 при $0,78 \leq KCl/MgCl_2 \leq 1,3$ и 30 при $1,38 \leq KCl/MgCl_2 \leq 4$. Остальные 29 произошли для $7,8 \leq KCl/MgCl_2 \leq 364$. Анализ распределения количества газовыделений из поверхностных скважин по пластам в зависимости от отношения $KCl/MgCl_2$ для сильвинитовой зоны показывает, что газовыделения наблюдались в пласте Б смешанного и сильвинитового составов для $KCl/MgCl_2 \geq 0,7$.

Анализ геологических условий свидетельствует о приуроченности газовыделений и газодинамических явлений к контуру зон замещения, а меняющийся вокруг зон замещения в процессе формирования химический состав пород позволяет предполагать возможную миграцию из нижележащих нефтяных месторождений и нефтеперспективных структур с водными растворами и газов.

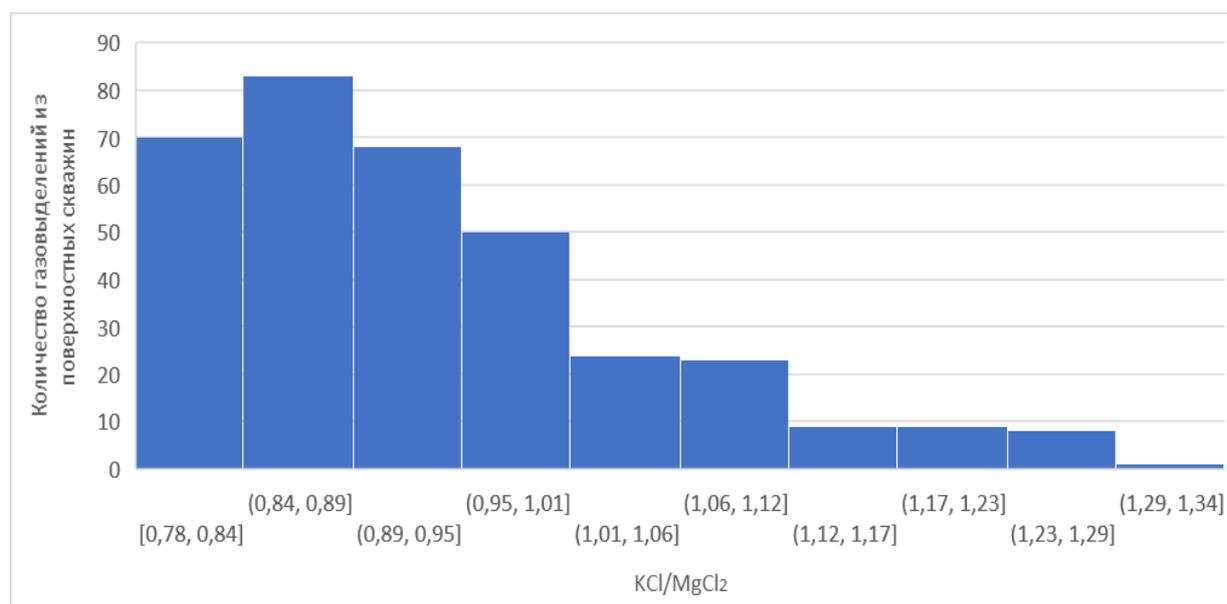


Рис. 1. Гистограмма распределения количества газовыделений и газодинамических явлений из поверхностных скважин в зависимости от отношения $KCl/MgCl_2$

Выводы

1. Установлено, что преобладающее количество газовыделений и газодинамических явлений при бурении геологоразведочных скважин с поверхности произошло из пластов смешанного состава. Так, из пластов сильвинит-карналлитовой зоны смешанного состава произошло 381 газовыделение, из них 351 при $0,7 \leq \text{KCl/MgCl}_2 \leq 1,3$ и 30 при $1,38 \leq \text{KCl/MgCl}_2 \leq 4$. Остальные 29 произошли для $7,8 \leq \text{KCl/MgCl}_2 \leq 364$. В зависимости от отношения KCl/MgCl_2 для сильвинито-карналлитовой зоны количество газовыделений убывает по мере увеличения отношения KCl/MgCl_2 , то есть при переходе пластов от смешанного в сильвинитовый состав.
2. Установлено, что в соляных породах сильвинитовой зоны газовыделения и газодинамические явления при бурении геологоразведочных скважин с поверхности отмечались в пласте Б смешанного и сильвинитового составов в интервале значений отношения $\text{KCl/MgCl}_2 \geq 0,7$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лялина Т.А., Андрейко С.С. Анализ газовыделений из геологоразведочных скважин для безопасного строительства и эксплуатации горных выработок калийных рудников на Верхнекамском месторождении калийных солей // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений: V Междунар. конф. – Екатеринбург: УГГУ, 2016. – С. 193-197.
2. Андрейко С.С., Лялина Т.А. Исследование газовыделений из геологоразведочных скважин на Верхнекамском месторождении калийных солей // Изв. вузов. Горн. журн. – 2017. – № 2. – С. 33-38.
3. Андрейко С.С. Газовыделения при бурении геологоразведочных скважин на Верхнекамском месторождении // Вентиляция шахт и рудников. Аэропылегазодинамика горных выработок: сб. науч. тр. – Л.: ЛГИ, 1987. – С.16-20.
4. Лялина Т.А. Закономерности газовыделений из геологоразведочных скважин на Верхнекамском месторождении // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 11 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2013. – С. 240-242.
5. Варушкин С.В. Использование данных о газоносности соленосной толщи Соликамской депрессии для прогнозирования нефтегазоносности подсольевых отложений // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 9.
6. Пospelов Д.А., Литвиновская Н.А. Пospelов Д.А. Влияние нефтеносных структур на компонентный состав свободных газов шахтного поля Соликамского калийного рудоуправления-3 Верхнекамского месторождения калийных солей // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований: материалы Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. – Иркутск, 2018. – С. 319-323.
7. Хузина А.Р. Влияние нефтяных месторождений на компонентный состав газов в пределах шахтного поля БКПРУ-2 // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2016. – № 1. – С.282-285.
8. Чайковский И.И., Галинова О.И., Морозов В.Ю. Тектоническое строение Верхнекамского месторождения: становление новой парадигмы // Горное Эхо. – 2006. – № 1 (23). – С. 21-24.
9. Никифорова А.И. Прогноз строения и свойств калийной залежи на основе сейсмостратиграфического анализа разреза Верхнекамского месторождения: дис. ... к.т.н.; 25.00.16 / Никифорова Анастасия Игоревна. – Пермь, 2013. – 161 с.
10. Барях А.А., Федосеев А.К. Геомеханический прогноз распределения зон трещиноватости в соляной толще Верхнекамского месторождения калийных солей // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2007. – № 5. – С. 11-21.
11. Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / под ред. Н.М. Джиноридзе. – СПб; Соликамск, 2000. – 400 с.
12. Лялина Т.А. Исследование закономерностей локализации газовыделений из геолого-разведочных скважин вблизи зон замещения калийных пластов // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 15 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2017. – С. 362-365.
13. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2001. – 429 с.: ил.