

О ФОРМАХ НАХОЖДЕНИЯ ВОДОРОДНО-УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В ПОРОДАХ ХИБИНСКОГО И ЛОВОЗЕРСКОГО НЕФЕЛИН-СИЕНИТОВЫХ МАССИВОВ

Нивин В.А.

Геологический институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты, nivin@geoksc.apatity.ru

Среди щелочных комплексов, характеризующихся высокими для магматических пород содержаниями углеводородных газов, окклюдированных преимущественно в вакуолях микровключений в минералах, Хибинский и Ловозерский примечательны также спонтанными выделениями таких газов из породного массива [1, 5, 7]. Главным компонентом газовой фазы является метан. В подчиненных и микроколичествах постоянно присутствуют водород (в некоторых случаях преобладает), этан и более тяжелые гомологи метана, гелий, иногда оксид и диоксид углерода. Не простой, как может показаться, вопрос о формах нахождения (морфологических типах) газов в породах и их взаимосвязи важен как в научном плане (для понимания происхождения и геохимической роли восстановленных флюидов в щелочных рудно-магматических системах), так и в практическом отношении (для обеспечения газобезопасности при подземной разработке месторождений минерального сырья).

Окклюдированные газы (ОГ), называемые также газами закрытых пор или микровключенными, и самопроизвольно выделяющиеся из пород, именуемые свободными, газами свободной фазы или свободных (спонтанных) выделений – СВГ, обычно рассматриваются в качестве основных морфотипов. Хотя ОГ, которые могут экстрагироваться из пород и минералов лишь при их тонком измельчении или нагревании до высоких температур, также находятся большей частью в свободном состоянии. Содержание их в породах варьирует от почти полного отсутствия до 350 см³/кг [1]. Скопления СВГ, заполняющих в ненарушенном породном массиве микро- и макротрещины разной степени раскрытости и связности, носят локальный характер. При вскрытии изолированных отдельных или систем сообщающихся трещин шпуром, скважиной или горной выработкой происходит самопроизвольное, как правило, спокойное диффузионно-фильтрационное газовыделение. Редко и пока только в Хибинах фиксировались внезапные выбросы газа и промывочной жидкости из буровых скважин. Обычно интенсивность истечения газов снижается в первые часы после вскрытия резервуара. Дебит отдельных шпуров (глубиной до 2 м и диаметром 40 мм) и грифонов не превышал 0.5 л/мин, скважин – 5 л/мин, однако преобладают на 1 – 2 порядка меньшие значения этого показателя. Продолжительность подобного выделения варьирует от нескольких суток до 20 и более лет [4]. Горючие и взрывоопасные компоненты газов именно данного морфотипа при определенных условиях могут накапливаться в атмосфере подземных рудников, эксплуатирующих уникальные апатитовые и редкометалльные месторождения в пределах рассматриваемых комплексов, серьезно нарушая тем самым технологический цикл ведения горных работ и создавая угрозу здоровью и жизни горняков [1]. Из всех предложенных в разное время гипотез происхождения углеводородных газов (окклюдированных) в апатитовых нефелин-сиенитовых комплексах наиболее обоснованными на сегодняшний день являются представления о формировании их в результате абиогенного синтеза, вероятно по реакциям Фишера-Тропша, на поздне- и постмагматическом этапах эволюции флюидно-минеральной системы [1, 2 и др.]. СВГ, по-видимому, образовались за счет смешения в разных пропорциях газов, (а) возникших при становлении интрузивов и оставшихся в капиллярных и микротрещинах после их консолидации, (б) просачивающихся из нижних частей массивов и/или промежуточных магматических очагов и (в) продуктов механо-химических реакций в условиях постоянно изменяющегося напряженно-деформированного состояния породного массива [4].

Помимо основных форм нахождения водородно-углеводородных газов разными исследователями признавалось существование переходного, или промежуточного

морфологического типа, газы которого извлекались методом термовакуумной дегазации из предварительно загерметизированных образцов керна и назывались сорбированными, газами закрытых и/или (остаточными) открытых микротрещин [1, 3, 6]. По прошествии некоторого времени (недели, месяцы) после герметизации образца часть этих газов выделялась самопроизвольно. В атмосфере подземных горных выработок они создают сравнительно низкие, превышающие, однако, таковые в воздухе, фоновые концентрации водорода, гелия и метана. Результаты недавнего обобщения имеющихся материалов по составу, содержанию, условиям и характеру выделения газов данного морфотипа свидетельствуют, что они подобно окклюдированным, но в отличие от СВГ, в тех или иных количествах рассеяны в породном массиве повсеместно, находятся, по-видимому, в замкнутых и полукрытых, тонких и субкапиллярных микротрещинах и порах, удерживаясь, в значительной степени, в адсорбированном состоянии, а в их перемещении преобладает диффузионный перенос. Поэтому такие газы предлагается именовать диффузно-рассеянными (ДРГ). Учитывая крайне низкую проницаемость монолитных кристаллических пород, следует предполагать преимущественно свободную молекулярную и поверхностную диффузию ДРГ по микротрещинам. Для диффузно-рассеянных газов характерны более широкие, чем в других морфотипах, вариации соотношений индивидуальных компонентов. В целом, по сравнению с ОГ, в составе ДРГ, принудительно экстрагированных из образцов, чаще и в больших концентрациях обнаруживается диоксид углерода, а в ненарушенном породном массиве преобладающим компонентом, очевидно, является водород. Общие содержания этих газов в образцах (после частичной самопроизвольной их дегазации) изменяются в пределах нескольких порядков величины, редко достигая 20 см³ на килограмм породы. Нестабильность состава и характер выделения ДРГ обуславливаются и контролируются рядом факторов, среди которых различия в природе, особенностях связи с кристаллической матрицей породы и физических свойствах отдельных компонентов, геологическое положение, микросейсмичность и изменения напряженно-деформированного состояния локальных участков породного массива.

Считается, что удельное содержание газов переходного типа отражает количество СВГ в ненарушенном массиве, потому, на основании часто проявляющегося синбатного распределения метана ДРГ и ОГ в керне разведочных скважин, концентрации лучше доступных для исследований окклюдированных газов можно использовать для прогноза интенсивности выделения природных горючих газов в рудничные горные выработки и газообильности подземных рудников. Однако статистическим анализом данных, собранных в ходе натурных газометрических наблюдений и лабораторных экспериментов, взаимосвязь распределения всех форм нахождения газовой фазы в хибинских и ловозерских породах, в общем, не подтверждается. Даже в наиболее тесно связанных окклюдированных и остаточных (принудительно экстрагированных из образцов керна после их частичной самопроизвольной дегазации) диффузно-рассеянных газах коэффициенты парной корреляции содержаний одноименных компонентов составляют 0.30 – 0.57 (рис. 1), а между концентрациями водорода никакой связи не обнаруживается. Сравнение концентраций ДРГ, выделяющихся в шпур и содержания ОГ в породах (в местах бурения шпуров) показывает практически отсутствие взаимосвязи количества каждого отдельного компонента в рассматриваемых морфотипах газов, что может быть проиллюстрировано на примере метана (рис. 2). Не выявлено и корреляции состава газов различных форм нахождения (рис. 3).

Таким образом, результаты совместного изучения содержания и состава газов разных морфологических типов позволяют сделать вывод о неэффективности использования распределения окклюдированных газов для прогноза интенсивных выделений взрывоопасных и горючих газов при эксплуатации рудных месторождений и могут свидетельствовать, что диффузно-рассеянные газы, будучи переходными между окклюдированными и спонтанно выделяющимися путем фильтрации по форме нахождения и степени мобильности, являются также промежуточными по механизму образования и вкладу отдельных источников в их баланс.

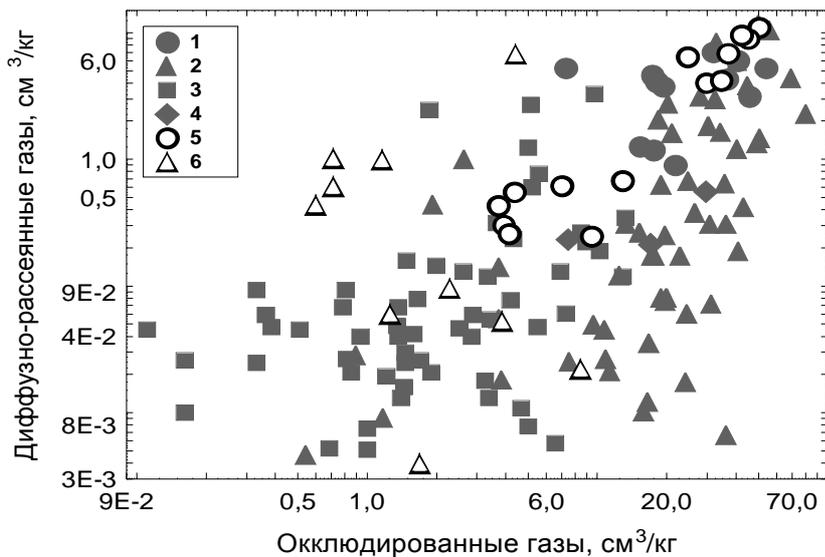


Рис. 1. Взаимосвязь содержаний CH_4 окклюдированных и остаточных диффузно-рассеянных газов. Породы: хибинские нефелиновые сиениты (1), ийолит-уртиты (2), апатито-нефелиновые руды (3) и пегматиты (4), фойяиты (5) и ювит-уртиты (6) Ловозерского массива.

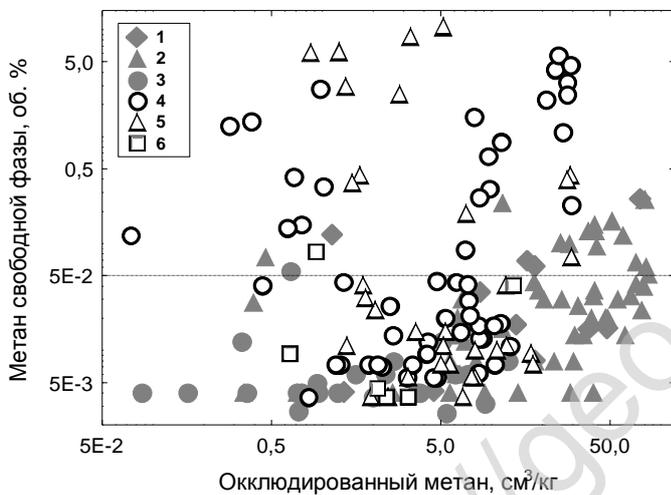


Рис. 2. Удельные содержания в породах окклюдированного и концентрации свободно выделяющегося в шпурры метана. Породы: нефелиновые сиениты (1), ийолит-уртиты (2) и апатито-нефелиновые руды (3) Хибинского массива; ловозерские фойяиты (4), ювит-уртиты (5) и люавриты (6). Пунктирной линией обозначена условная граница, ниже которой предполагается преимущественно диффузионное выделение газов.

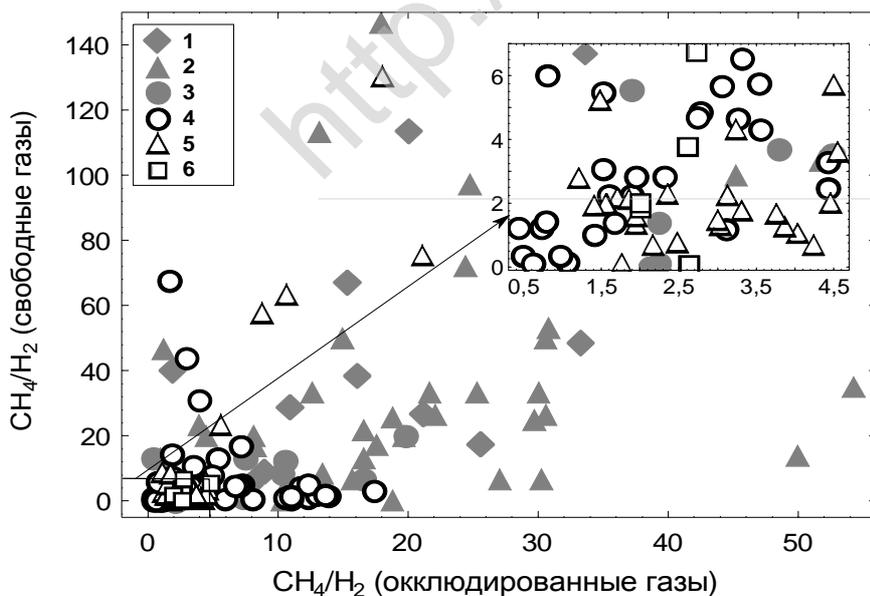


Рис. 3. Отношения метана к водороду в окклюдированных и свободно выделяющихся газах. Условные обозначения на рис. 2.

Работа выполнялась при поддержке ОНЗ РАН (проект 1.2.1) и ведущей научной школы НШ-03-4-3 «Щелочной магматизм Земли».

Литература

1. Икорский С.В., Нивин В.А., Припачкин В.А. Геохимия газов эндогенных образований. СПб.: Наука, 1992. 179 с.
2. Когарко Л.Н., Костольяни Ч., Рябчиков И.Д. Геохимия восстановленного флюида щелочных магм // Геохимия. 1986. № 12. С. 1688-1695.
3. Кравцов А.И., Григорук В.Н. Геология и геохимия природных газов Хибинских апатито-нефелиновых месторождений // Основные проблемы развития комбината «Апатит» (материалы совещания 18-20 марта 1970 г., г. Апатиты). Ч. I. Апатиты, 1971. С. 119-123.
4. Нивин В.А. Углеродородные газы свободной фазы в нефелин-сиенитовых магматических комплексах как продукт природного абиогенного синтеза // Генезис углеводородных флюидов и месторождений. М.: ГЕОС, 2006. С. 130-138.
5. Петерсилье И.А. Геология и геохимия природных газов и дисперсных битумов некоторых геологических формаций Кольского полуострова. М.-Л.: Наука, 1964. 171с.
6. Припачкин В.А., Каменев Е.А. Прогнозирование газопроявлений при разработке месторождений в изверженных горных породах // Советская геология, 1968. № 9. С. 123-129.
7. Хитаров Н.И., Кравцов А.И., Войтов Г.И. и др. Газы свободных выделений Хибинского массива // Советская геология. 1979. № 2. С. 62-73.

О РОДИТЕЛЬСКИХ МАГМАХ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ КАРБОНАТИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ (НА ПРИМЕРЕ КРЕСТОВСКОГО МАССИВА)

Панина Л.И.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, panina@uiggm.nsc.ru

Щелочно-ультраосновные карбонатитовые интрузии обычно характеризуются концентрическим строением, сложным породным набором (оливиновые, пироксеновые, мелилитовые, монтичеллитовые и щелочные породы, а также карбонатиты), приуроченностью к рифтовым зонам, длительностью формирования. Большинство исследователей полагает, что все породное разнообразие интрузий образовалось из одной мантийной щелочно-пикритовой [1] или меймечитовой [2] магмы при ее дифференциации и фракционировании. Другие [3] связывают формирование пород с эволюцией единого мантийного плюма и пульсационной активностью его разноглубинных очагов. Третьи [4] допускают участие кроме первичной меймечитовой также высокоСа примитивной щелочной магмы, обогащенной TR, Sr и, возможно, Nb.

С целью выяснения количества и состава родительских магм, ответственных за формирование рассматриваемых интрузий, мы с помощью широкого привлечения новейших аналитических методов исследования изучили *пироксениты Крестовского массива*, слагающие их клинопироксены и законсервированные в них включения расплава. Массив расположен на северо-западе Сибирской платформы, входит в состав Маймеча-Котуйской щелочно-ультраосновной карбонатитовой провинции, сложен преимущественно ультрамафитами – оливинитами, верлитами, пироксенитами, мелилитовыми и монтичеллитовыми породами. Вокруг массива развита толща меланонефелинитов, на контакте с которой отмечаются дайки щелочных пикритов, трахидолеритов, трахибазальтов и щелочных микросиенитов.

Пироксениты представлены рудными и безрудными разностями, сложены диопсидом (Di) и фассаитом (Fas). Последний более распространен в рудных пироксенитах. Первичные расплавные включения отмечаются в обоих клинопироксенах, гомогенизируются при близких температурах (1200-1300°C), имеют высокоСа щелочно-ультраосновной, «сухой» состав и К-тип щелочности, что свидетельствует о мантийной природе законсервированных расплавов. Вместе с тем между включениями в Di и Fas отмечаются существенные различия (табл.1). Законсервированные в Di расплавы агпайтовые, более недосыщены Si, Al, но более обогащены Fe, Ba, Na, и содержат всего 0.003 мас.% воды. Они по составу близки к