Источники флюидов апокарбонатных нефритов Западного Забайкалья

Рампилова М.В., Рипп Г.С., Рампилов М.О.

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия, E-mail: mburtseva@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в работе приведены изотопные данные по апокарбонатным нефритам Витимской нефритоносной площади. В них фиксируется исключительно метеорный источник воды. Граниты, которые считались возможным источником флюидов, вызвали механизм рециклинга этих флюидов. Кислород в минералах из кальцифиров был задействован из замещаемой матрицы и формационных вод.

Sources of fluids apocarbonate nephrites of Western Transbaikalia

Rampilova M.V., Ripp G.S., Rampilov M.O.

Geological Institute of SB RAS, Ulan-Ude, Russia, E-mail: mburtseva@mail.ru

ABSTRACT: isotope data of apocarbonate nephrites of the Vitim nephrite-bearing area are given. They have only meteoric-derived water source. Granites which considered the source of water fluids produce only recycling of these waters. The oxygen in calciphyre was used from the altered matrix and formation water.

ВВЕДЕНИЕ

Нефрит – горная порода, состоящая из минералов группы амфибола (тремолит или актинолит), с характерной волокнистой структурой. Нефрит обладает широкой палитрой цветов: от белого через все оттенки зелёного (желтоватый, травянистый, изумрудный, болотный) до коричневого и чёрного. Окраска зависит от содержания железа и хрома. Выше ценятся образцы с однотонной окраской, чем с неравномерной (полосатой, пятнистой, «облачной»). Нефрит используют в качестве поделочного камня и как уникальный материал для изготовления ювелирных и декоративно-художественных изделий.

В Южном складчатом обрамлении Сибирского кратона расположена наиболее крупная в России нефритоносная провинция. Здесь установлены месторождения двух формационных типов – апогипербазитовый (Джидинская, Восточно-Саянская площади, Парамский массив) и апокарбонатный (Витимская площадь). Нефриты слагают шпирь и линзообразные тела обычно в контактовых зонах серпентинизированных (лизардит-антигоритовых) дунит-гарцбургитовых пород и доломитовых мраморов с различными по составу алюмосиликатными породами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были нефриты Витимской нефритоносной провинции. Микроструктурные особенности, взаимоотношения и однородность состава минералов изучались на электронном микроскопе LEO-1430 с энергодисперсионным спектрометром Inca Energy-300 (аналитик С.В. Канакин, Центр коллективного пользования «Аналитический центр минерало-

го-геохимических и изотопных исследований» ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ).

Изотопные составы кислорода и углерода проанализированы в Аналитическом центре минералого-геохимических и изотопных исследований ГИН СО РАН (Улан-Удэ) и Центре изотопных исследований ДВНЦ РАН (Владивосток). Все измерения проведены на масс-спектрометре Finigan MAT 253 в режиме двойной системы напуска для кислорода в силикатах и методом “continuous flow” (в постоянном потоке гелия) для карбонатов. Калибровка для силикатов осуществлялась по международным стандартам NBS-28 (кварц), NBS-30 (биотит), а для карбонатов и по NBS-18, NBS-19. Погрешность полученных значений составила не более 0.2-0.3‰.

Изотопный состав водорода в гидроксилсодержащих минералах определен в Изотопном центре ДВНЦ РАН. Анализ выполнен по методу [13]. Для удаления сорбированной воды пробы были предварительно нагреты до 200°C. Конституционная вода выделялась при температуре 1250°C. Отделение водорода из воды произведено на хrome при температуре 950°C. Состав его измерен на масс-спектрометре Finigan MAT 253 относительно лабораторного стандарта калиброванного по международным стандартам VSMOW, SLAP, GISP. Воспроизводимость определения δD (1σ) составляет 1.5‰.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Витимская нефритоносная площадь является частью Байкальской складчатой области, сложена в основном позднепалеозойскими гранитами Ангаро-Витимского батолита, в пределах которого рассеяны останцы провесов кровли метаморфизованных карбонатных и вулканогенно-осадочных пород.

В карбонатных породах установлено несколько месторождений (Буромское, Голубинское, Кавоктинское) и проявлений (Хайтинское, Воймаканское, Александровское) нефрита. Их геологическая, петрохимическая и петрологическая характеристика приведена в работах [1-8]. Буромское месторождение расположено в карбонатных породах на контакте с гранитами баргузинского комплекса. В гранитах проявлены слабые серицитизация и пелитизация полевых шпатов, хлоритизация темноцветных минералов. Ксенолиты доломитов и известняков превращены в мраморы. На их контактах отмечаются процессы скарирования, в отдельных случаях нефритообразование. Ширина зон скарнов и нефрит-диопсидовых пород невелика (около 1 м), протяженность не превышает 20 м. По мере приближения к скарнам количество тонковолокнистого тремолита возрастает, образуя мономинеральные обособления. Непосредственно на границе со скарнами в нефрите отмечаются удлиненные таблитчатые зерна клиноцоизита, появляется призматический тремолит. Главными минералами скарнов являются эпидот и клиноцоизит, второстепенными тремолит-актинолит, моноклинный пироксен. Голубинское месторождение по [7, 8] представляет собой серию осложненных тектониче-

скими нарушениями нефритизированных ксенолитов доломитовых мраморов среди гранитов. В мраморах на контакте с гранитами распространены оталькование, серпентинизация, тремолитизация, диопсидизация. Нефритообразующий тремолит слагает жилы, приуроченные, как правило, к контактам доломитов и гранита. Нефритоносная зона имеет протяженность более 2,5 км и мощность до 300 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В апокарбонатных проявлениях амфибол представлен безжелезистым тремолитом (не более 1,5 мас. % FeO) с фтором (до 1,69 мас. %). В незначительных количествах отмечается диопсид, цоизит, кальцит, тальк. Детальную информацию по геологическим, петрохимическим, петрографическим особенностям проявлений можно найти в работах [1-8]. В этих же публикациях обсуждается и генезис нефритов [2].

На проявлениях нефритов определен изотопный состав кислорода, углерода и водорода. Нами были изучены нефриты, вмещающие их карбонатные породы, минералы из кальцифиров (амфибол, диопсид, кальцит), кварц из гранитов (табл.)

Таблица. 1. Изотопная характеристика апокарбонатных образований нефритоносных площадей южного складчатого обрамления Сибирского кратона

№ п/п	№ пробы	Участок	Вмещающие породы	Анализируемый материал	δ ¹⁸ O ‰ SMOW	δ ¹³ C ‰ PDB	δ D ‰ SMOW
Апокарбонатные I							
Витимский нефритоносный район							
1	1-О-12	Нижняя Олломи	Доломит	Доломит	29,26	1,23	
2	2-О-12			То же	26,65	6,7	
3	1-Г-12			-//-/-	28,4	6,05	
4	2-Г-12	Голюбинское		Новообразованный (пост-нефритовый) кальцит	22,36	0,62	
5	824	Кавокта, Олломи, Голюбинское (без привязки к участку)		Нефрит	-15,52		-119,3
6	2652			То же	-16,8		
7	2655			-//-/-	-17,24		-178,5
8	2658			-//-/-	-15,51		
9	2683			-//-/-	-14,95		
10	2697a			-//-/-	-14,93		-133,2
11	2697			-//-/-	-14,58		
12	T 2			-//-/-	-18,63		
13	T 2	Кавокта		*Тремолит	-17,33		
14	T 2			То же	-20,02		
Апокарбонатные II							
15	3 7	Кавокта	Кальцифир по доломиту	Диопсид	20,30		
16	3 7			*Тремолит	23,11		
17	3 2	Китойский	Кальцифир	*Тремолит	16,04		
Граниты на площади Витимского района							
18	X-12-1	Хайта		Кварц	4,16		
19	K-12-11	Кавокта			9,93		

Примечание. * В отличие от нефрита, в котором тремолит имеет спутано-волокнистое строение, тремолиты имеют призматическое крупнозернистое строение.

Полученные значения изотопных составов кислорода группируются в три кластера – а) проявления апокарбонатных нефритов, б) минералы метаморфизованных карбонатных пород и в) кварц из гранитов, среди которых распространены останцы нефритсодержащих доломитов (табл.).

Кислород апокарбонатных нефритов обогащен легким изотопом ($-14.6...-18.6$ ‰ $\delta^{18}\text{O}$ SMOW), определенно указывающий на его метеорное происхождение. При этом тремолит как спутанноволокнистый (нефрит), так и пластинчатого габитуса в амфиболизированных доломитах имеют идентичные составы. В процессе декарбонатизации для образования амфибола из замещаемых пород заимствовались Са и Mg, привносился кремнезем, а кислород в составе углекислоты выносился за пределы участков минералообразования. Появившийся в результате этой реакции избыток кальция реагировал с выделившейся углекислотой и зафиксировался в новообразованном кальците. Этот

кальцит слагает рассеянную вкрапленность в нефрите, агрегаты и прожилковидные выделения в доломите. Изотопный состав его кислорода ($+22,36$ ‰ $\delta^{18}\text{O}$), и углерода ($+0,62$ ‰ $\delta^{13}\text{C}$) (табл.) свидетельствуют об утилизации углекислоты, освободившейся при замещении доломита. В новообразованном тремолите изотопно-тяжелый кислород карбонатных пород ($24...28$ ‰ $\delta^{18}\text{O}$) не зафиксировался.

Высокая деплетированность дейтерием ($-119,3...-178,5$ ‰ δD SMOW) водорода из гидроксильной группы в апокарбонатных нефритах, как и в случае с кислородом, подчеркивает главенствующую роль метеорного источника (рис.). Относительная близость к согласованным изотопным составам кислорода и водорода с эмпирической формулой [10], свидетельствует о незначительной трансформации первичных вод, контаминацией их изотопно-тяжелыми изотопами. Это могло быть результатом быстрого поступления их в область нефритообразования.

Рис. 1. Диаграмма составов δD и $\delta^{18}\text{O}$ в апокарбонатных нефритах Восточно-Сибирской нефритоносной провинции и других регионов. Поля составов вод на диаграмме по [9]. Месторождения: 1 – Витимские, 2 – Chuncheon (Korea), 3 – Turkestan (China), 4 – Alamas (China), 5 – Karakach и Yurungkach (China), 6 – Wyoming (USA), 7 – Cowell (Australia). Проявления: 2-3, 6-7 по [14], 4 – по [12], 5 – по [11]

В связи с высказывавшимся предположением о гранитном источнике флюидов апокарбонатных нефритов [2] нами проведено изучение этих пород на Витимской нефритоносной площади. Они не отличаются повышенным содержанием воды, нет в них и сколько-нибудь заметных признаков гидротермальных процессов. Анализ изотопного состава кислорода в кварце из них также не позволяет считать их возможным источником флюидов. И потому можно полагать, что роль гранитов скорее всего ограничилась созданием механизма рециклинга поверхностных вод под действием тепла магматического очага.

Иной состав кислорода у силикатных минералов (табл.) из метаморфизованных карбонатных пород (кальцифиров). Значения $\delta^{18}\text{O}$ в них близкие к известнякам, свидетельствуют о контаминации кислородом замещаемых пород.

В настоящее время в мире известно немного проявлений апокарбонатных нефритов [11, 12, 14]. Среди них изотопную близость к Витимским имеет только месторождение Чунчен (Южная Корея). Его нефриты имеют отрицательные значения величин $\delta^{18}\text{O}$ ($-7,9...-9,9$ ‰). В них же отмечается деплетированность дейтерием, близкая к метеорным водам (рис.). В других апокарбонатных проявлениях значения $\delta^{18}\text{O}$

и δD расположены в поле формационных вод. Предполагается [11, 12], что они вместе с углекислотой, возникшей при декарбонатизации доломита, представляли собой смесь магматогенных и метеорных вод.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы. В апокарбонатных нефритах Витимской площади фиксируется исключительно метеорный источник воды. Роль гранитов, которым приписывался источник флюидов, ограничилась созданием механизма рециклинга этих вод. Кислород в минералах из кальцифиров был задействован из замещаемой матрицы и формационных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Секерин А.П., Секерина Н.В. Генетические особенности светлоокрашенных нефритов Средне-Витимской горной страны // ДАН СССР, 1985, Т. 284, № 1, с. 193-196.
2. Секерин А.П., Секерина Н.В. Петрология гранитов на месторождениях светлоокрашенного нефрита Средне-Витимской горной страны // Геология и геофизика. 1986. № 12. С. 36-43.
3. Секерин А.П., Секерина Н.В. Нефриты и их распространение в Южной Сибири // Байкальская Сибирь в древности, Иркутск, Изд-во ИГПУ, 2000, Вып. 2, ч. 1, с. 146-160.
4. Секерин А.П., Секерина Н.В., Меньшагин Ю.В., Лашенов В.А. Принципы прогнозирования нефритоносных областей // Отечественная геология, 1997, № 5, с. 42-46.
5. Секерина Н.В. Условия локализации месторождений апокарбонатного нефрита Средне-Витимской горной страны // Геология и геофизика, 1988, № 11, с. 106-112.
6. Секерина Н.В. Петрология нефритовых месторождений юга Сибири // ДАН, 1993, Т. 329, № 4, с. 493-496.
7. Сутурин А.Н., Замалетдинов Р.С. Нефриты. Новосибирск: Наука, 1984. 150 с.
8. Сутурин А.Н., Замалетдинов Р.С., Секерина Н.В. Месторождения нефрита. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2015, 377 с.
9. Тейлор Х.П. Применение изотопии кислорода и водорода к проблемам гидротермального изменения вмещающих пород и рудообразования. В сб. Стабильные изотопы и проблемы рудообразования. М.: Мир, 1977. С. 213-298.
10. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science. 1961. V. 133. P. 1702-1703.
11. Liu Y., Deng J., Shi G., Sun X., Yang L. Geochemistry and petrogenesis of placer nephrite from Hetian, Xinjiang, Northwest China // Ore Geology Reviews. 2011. V. 41. P. 122-132.
12. Liu Y., Deng J., Shi G., Yui T., Zhang G., Abudawayiti M., Yang L., Sun X. Geochemistry and petrology of nephrite from Alamas, Xinjiang, NW China // Journal of Asian Earth Sciences. 2011. V. 42. P. 440-451.
13. Vennemann T.W., O'Neil J.R. A simple and inexpensive method of hydrogen isotope and water analyses of minerals and rocks based on zinc reagent // Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sect.), 1993, v. 103, p. 227 - 234.
14. Yui T., Kwon S. Origin of a dolomite-related jade deposit at Chuncheon, Korea // Economic Geology. 2002. V. 97 P. 593-601.