

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАННИХ СЕРПЕНТИНОВ
В АССОЦИИ С УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ФЛЮИДАМИ****Юркова Р.М., Воронин Б.И. (ИПНГ РАН)***bivrmrzb@mtu-net.ru*; Факс: (495) 135-54-65; Тел. (495) 135-53-93; (495) 405-11-21

Ключевые слова: мантийная серпентинизация, антигорит, тэнит, водород, метан, офиолитовый диапир, северо-западная окраина Тихого океана

Исследования велись в пределах северо-западной активной континентальной окраины Тихого океана: Сахалин, Камчатка, Корякский хребет, остров Карагинский, хребет Ширшова в Беринговом море. Изучены различные типы серпентинизации ультрабазитов: ранняя псевдоморфная и полистадийные гидротермально-метасоматические, наложенные. Прослежены стадии и условия серпентинизации и последующего гидротермально-метасоматического преобразования ультрабазитов в различных структурно-тектонических позициях. Начальные генерации серпентинов ранней безмагнетитовой серпентинизации представлены в апогарцбургитовых серпентинитах, характерных для центральных ненарушенных частей дунит-гарцбургитового массива площадью 42 км², который рассматривается как наиболее древний мантийный комплекс офиолитов.

В процессе ранней петельчатой серпентинизации за счет оливина образовались антигорит-серпентин с параметром элементарной ячейки $a = 35.5 \text{ \AA}$ и природный сплав железоникель состава тэнита в виде мельчайших (2-5 мкм) включений в антигорите. Весьма тонкозернистое строение антигоритовой зоны и непосредственное замещение оливина антигоритом, антигорита в полости петли крупнопластинчатым лизардитом, а последнего, в свою очередь, продольно-пластинчатым лизардитом второй генерации показывает раннее образование антигорита непосредственно по оливину.

Образование антигорита в условиях мантийной серпентинизации на глубинах 40-50 км (до 100 км) по реакции $2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6 + 4\text{CO} + 12\text{H}_2 \rightarrow \text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 4\text{CH}_4$ подтверждено экспериментальными, термодинамическими ($T=450\text{-}600^\circ\text{C}$, $P=13\text{-}16$ кбар.) и балансовыми расчетами [1].

Наиболее высокие содержания H_2 , CH_4 в серпентинах гарцбургитов (230 ммоль/кг породы) характерны для апооливиновых антигоритов ранней генерации (таблица). Высокое содержание водорода в гарцбургитах (800 ммоль/кг породы) связано с оливином. Количество водорода уменьшается при замещении антигорита лизардитом (150 ммоль/кг породы) и в лизардитах из просечек, образующих крупные петли, в центре которых существовали долгоживущие пути миграции флюидов (140 ммоль/кг породы) и падает до нуля в баститовых лизардитах. Ассоциация антигорита, содержащего железо преимущественно в двухвалентном состоянии, с железистым никелем формировалась в восстановительных условиях. Наличие окиси углерода также свидетельствует о восстановительном характере среды, в которой происходили процессы серпентинизации. В этих условиях невозможно образование водорода за счет окисления части двухвалентного железа, что прогнозирует целый ряд исследователей [2]. В наших опытах это подтверждается отсутствием корреляции между содержанием FeO в образцах (уточненным на основании данных микрозондового анализа методом мессбауэровской спектроскопии) и количеством выделившегося водорода. Эти данные, а главное синхронность выхода H_2 и CH_4 , в процессе нагревания образцов дают основание утверждать, что подавляющая часть водорода не может быть отнесена за счет автоокисления ионов Fe^{2+} при нагревании серпентинов, а содержалась исходно в изучаемых минералах. Подъем и преобразование глубинных углеводородных флюидов для исследованных регионов связаны с формированием офиолитового диапира в зоне перехода примитивная островная дуга-желоб над зоной Беньофа. Диапировые внедрения серпентинизированных ультрабазитов во фронтальных частях островных дуг над сейсмофокальной зоной подтверждается исследователями для Японской и Марианской островодужных систем [4,5]. Диапировые внедрения офиолитов прослежены на поверхности на полуострове Шмидта (Северный Сахалин). Судя по данным аэромагнитной и гравиметрической съёмок массив ультрабазитов имеет почти вертикальное залегание и уходит корнями до верхней ман-

тии. Продолжение диапира или колонны диапиров в акватории Охотского моря фиксируется зонами интенсивных (2000 гамм) положительных магнитных аномалий. С магнитной аномалией совпадает гравитационная аномалия в редукции Буге интенсивностью 88 мкг. С диапиром выносятся порядка $4 \cdot 10^{13}$ тонн метана. Судя по данным изучения флюидогеодинимики региона вплоть до настоящего времени продолжается сток и разгрузка глубинных углеводородных флюидов в гравитационно-конвекционном и компрессионном режимах при неполностью завершённом подъёме офиолитового диапира а Охотском море. Этот режим обеспечил формирование газогидратных и газовых залежей в Охотском море в результате миграции и преобразования углеводородных флюидов по оперяющим офиолитовый диапир сдвиговым разломам.

Таблица

Содержание водорода и метана, ммоль/кг и Fe^{2+} , Fe^{3+} в серпентинах и серпентинитах

Серпентины и серпентини- ты	Мантий- ные		Коровые псевдоморфные				Гидротермально-метасоматические наложенные					Океанич- еские	
	Olv	251a	251в	251e	251б	251п	1335	457	626	446	284	1999	2002
H ₂	800	230	150	140	0.0	130	90	100	60	500	10	-	16
CH ₄	-	30	15	20	15	10	10	20	10	10	0.0	0.3- 0.6	2,5
Fe ²⁺	0.19	0.22	0.00	0.00	0.44	-	0.07	0.36	0.00	0.22	0.24	-	-
Fe ³⁺	0.00	0.14	0.44	0.47	0.18	-	0.37	0.08	0.75	0.22	0.25	-	-

Примечание: Образцы Olv, 251a, 251в, 251e, 251б – см. текст; 251п – порода в целом апогарцбургитового серпентинита; 1335, 457, 626, 446, 284 – серпентиниты: 446 – из протрузии в вулканический комплекс офиолитов, 626 – из блока офиолитов, локализованного во флишоидном комплексе, 457 – на контакте с родингитом, 1335, 284 – из полосчатого комплекса: 1335 – измененный апогарцбургитовый серпентинит, 284 – серпентинит за счёт регенерированного лерцолита. 1999 – океанический апоперидотитовый серпентинит [3], 2002 – флюиды хр. Рейнбоу, связанные с серпентинизированными ультрабазитами [2].

Литература

1. Юркова Р.М. Минеральные преобразования офиолитовых и вмещаюх вулканогенно - осадочных комплексов северо-западного обрамления Тихого океана // М.: Наука. 1991. 162с.
2. Charlou J.L., Donval J.P., Fouquet Y., Jean-Baptiste P. Holm N. Geochemistry of high H₂ and CH₄ vent fluids issuing from ultramafic rocks at the Rainbow hydrothermal field (36° 14'N, MAR) // Chemical Geology. 2002. V.191. PP. 345-359.
3. Kelley D.S., Friih-Green G.L. Abiogenic methane in deep-seated mid-ocean ridge environments: Insights from stable isotope analyses // J. Geophys Research. 1999. V.104. N B5. PP. 10, 439-10, 460.
4. Maekawa H., Yamamoto K., Teruaki I., Ueno T., Osada Y. Serpentine seamounts and hydrated mantle wedge in the Izu-Bonin and Mariana forearc regions // Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo. 2001. V.76. PP. 355-366.
5. Maruyama S. Pacific-type orogeny revisited: Miyashiro-type orogeny proposed // The Island Arc. 1997. V.6. PP. 91-120.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(24) 2006

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2004 года (ЕСЭМПИГ-2006)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2006/informbul-1_2006/term-10.pdf

Опубликовано 1 июля 2006 г

© Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2006

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна