

Sr, Nd, Hf, Rb ИЗОТОПНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗАЛЬТОВ ПОДНЯТИЯ ШАТСКОГО (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ТИХООКЕАНСКОЙ ПЛИТЫ) И U-Rb ДАТИРОВАНИЕ ИХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Романова^{1,2} И.В., Мерфи² Д.Т., Хейдольф³ К., Гельдмахер³ Й.

¹*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: romanovaiv@ipgg.nsc.ru*

²*Школа наук о Земле, экологии и биологии, Технологический Университет Квинсланда, г. Брисбан, Австралия e-mail: i.romanova@qut.edu.au*

³*IFM-GEOMAR, г. Киль, Германия*

Поднятие Шатского – большое океаническое плато (размером ~ 500 000 км²), сформированное 140-150 млн лет назад, в системе тройного сочленения плит, и характеризующееся высокими скоростями магмообразования (1.2-4.6 км³/г), подобно другим Большим Магматическим Провинциям (LIP) [Nakanishi et al., 1999; Mahoney et al., 2005; Bryan, Ernst, 2008]. Плато расположено в северо-западной части Тихого океана и состоит из трех массивов – самого крупного Тамю (возраст внедрения 145 млн лет), Ори (142 млн лет) и наименьшего массива Ширшова (135 млн лет), переходящими в горный хребет Папанина (128-125 млн лет). Сформировалось ли поднятие Шатского внедрением мантийного плюма или в быстроразвивающемся тройном сочленении плит вследствие неглубинных тектонических процессов – вопрос, который остается дискуссионным [Sager, 2011]. Геохимические исследования должны помочь в определении мантийных источников и условий мантийного плавления, которые привели к формированию этой Большой Магматической Провинции [Sager et al., 2010].

Шесть скважин пробурено на трех массивах поднятия Шатского: одна (1213В) во время программы океанского бурения (ODP Leg 198) [Mahoney et al., 2005] и пять (U1346А-U1350А) – во время экспедиции 324 интегрированной программы океанского бурения (IODP) [Sager et al., 2010]. Большинство пород массивов Тамю (скв. U1347А и 1213В) и Ори (скв. U1349А и U1350А) по содержанию SiO₂ и сумме щелочей соответствуют составам базальтов. Аналогичный состав пород установлен и в образцах с расположенного вблизи океанского дна (скв. 1179D) [Mahoney et al., 2005].

Породы из скважин U1347А и 1213В (массив Тамю) и U1350А (массив Ори) показывают близкие к N-MORB мультиэлементные спектры и распределения редкоземельных элементов (РЗЭ). Однако эти наименее измененные породы поднятия Шатского характеризуются небольшим обогащением легкими РЗЭ и обеднением тяжелыми. Сильно измененные базальты массива Ширшова (U1346А) сходны по составу породам из скважин U1347А, 1213В и U1350А, за исключением еще более низких концентраций тяжелых РЗЭ и значительно более высоких содержаний мобильных крупноионных литофильных элементов (U, Cs, Rb). Таким образом, эти базальты показывают наиболее низкие содержания тяжелых РЗЭ среди других пород плато, что, вероятно, свидетельствует о высокой степени частичного плавления или о присутствии граната в источнике.

Породы из скважины U1349А (массив Ори) характеризуются значительно более низкими концентрациями высокочargedных, крупноионных литофильных и легких редкоземельных элементов, чем N-MORB и породы из других скважин (включая U1350А из того же массива). Значение отношения (La/Yb)_N для образцов из U1349А составляет 0.21-0.31, тогда, как для пород из U1346А, U1347А, U1350А возрастает до 1.42-1.63, 1.22-1.73 и 1.10-4.27, соответственно.

Крупноионные литофильные элементы Cs, Rb, K, U и Sr для пород из скважин U1346А и U1349А широко варьируют по содержаниям, при этом они, как правило, характеризуются ярковыраженными положительными аномалиями.

Базальты поднятия Шатского изменены в разной степени, вплоть до полного замещения первичных минералов (оливина, клинопироксена, плагиоклаза) кальцитом, глинистыми минералами, цеолитами и др. Во многих образцах керна скважин на разных

горизонтах были обнаружены породы с высокими U/Pb значениями. Эти повышенные значения отражают урановое обогащение пород в результате циркулирования морских вод и еще более радикальны на границах с осадочными породами. Такие границы обычно показывают высокие значения естественного гамма-излучения. Мы предполагаем, что интенсивность изменения базальтов зависит от степени проникновения морской воды в магматические породы.

Породы из двух скважин – U1346A (массив Ширшов) и U1349A (массив Ори) – отличаются наибольшей степенью замещения пород, также как и наибольшими значениями естественного гамма-излучения. Обе скважины расположены на вершинах массивов поднятия Шатского, где, вероятно, взаимодействие порода-флюид было наибольшим.

Мы приводим наши Pb изотопные данные и эксперименты по растворению для пород с пяти разных горизонтов скважины U1346A. Эти данные могут быть нанесены на Pb-Pb изохрону и показать эволюцию замещения базальтов массива Ширшова. Полученные результаты могут быть сопоставлены с Ag/Ag возрастными данными метаморфизма. Эти исследования важны для изучения циркулирования морских вод в породах океанических плато после окончания вулканизма.

Образцы массива Тамю (U1347A и 1213B) образуют тесные скопления на изотопных графиках Pb, Sr, ϵ Nd и ϵ Hf. Для массива Ори данные (U1350A) также группируются, но не так тесно, как для массива Тамю. Для образцов из скважин U1346A и U1349A получены широкие интервалы значений в изотопных парах $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, что отражает процессы замещения пород с изменением отношений U/Pb и Rb/Sr. На графике $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, который мог бы отражать возраст магматизма поднятия Шатского, данные для пород из этих скважин попадают на эрохроны в 99 млн лет (U1349A) и 157 млн лет (U1346A). Последнее значение древнее самого плато, и поэтому не имеет значения.

Несмотря на процессы изменения базальтов, значения $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и ϵ Nd для скважин U1349A и U1346A, а также ϵ Hf для U1346A не показывают разброса, и, следовательно, гидротермальные процессы не разрушили Th/Pb, Sm/Nd и Lu/Hf системы, и их можно использовать для определения источника. Для более измененных пород изотопные составы несколько ближе к источнику DMM (деплетированной MORB мантии). Тем не менее, все полученные данные по базальтам плато близки друг к другу и попадают в поле (или располагаются вблизи него) Восточно-Тихоокеанского поднятия (скорректированного на время 144 млн лет).

Изотопные данные почти не отличимы от состава Восточно-Тихоокеанского поднятия, предполагая DMM как доминирующий источник пород. Небольшой тренд в сторону DMM от пород наиболее молодого массива Ширшова к массиву Ори и наиболее древнему массиву Тамю прослеживается на графиках $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - \epsilon$ Nd и ϵ Hf – ϵ Nd. Такой тренд согласуется с плюм-теорией происхождения плато, где последующие магмы все менее смешиваются с верхнемантийным материалом, отражая нижнемантийный (более примитивный) источник. Таким образом, доминирующий компонент DMM в источнике магматизма поднятия Шатского возможен как при формировании глубинного мантийного плюма, так и в результате близповерхностных литосферных процессов. Более детальные исследования необходимы для того, чтобы подойти к решению этой проблемы.

Литература

- Bryan S.E., Ernst R.E. Revised definition of large igneous provinces (LIPs) // *Earth-Science Reviews*. 2008. V. 86. № 1-4. P. 175-202.
- Nakanishi M., Sager W.W., Klaus A. Magnetic lineations within Shatsky Rise, northwest Pacific Ocean: Implications for hot spot-triple junction interaction and oceanic plateau formation // *Journal of Geophysical Research Solid Earth*. 1999. V. 104. № B4. P. 7539-7556.
- Mahoney J.J., Duncan R.A., Tejada M.L.G., Sager W.W., Bralower T.J. Jurassic-Cretaceous boundary age and mid-ocean-ridge-type mantle source for Shatsky Rise // *Geology*. 2005. V. 33. № 3. p. 185-188.
- Sager W.W., Sano T., Geldmacher J., and the Expedition 324 Scientists. Shatsky Rise formation. Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program. Tokyo: Integrated Ocean Drilling Program Management International Incorporation. 2010, V. 324. doi:10.2204/iodp.proc.324.2010.
- Sager W.W. How do oceanic plateaus form? Clues from drilling at Shatsky Rise // *Eos*. 2011. V. 92. № 5. P. 37-38.