

Геодинамические диаграммы на основе элементов платиновой группы**Д.П. Савельев***Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: savelyev@kscnet.ru*

Вулканические породы срединно-океанических хребтов и океанических островов различаются содержанием и соотношением элементов платиновой группы (ЭПГ). Это может быть связано как с различием в параметрах магмогенеза, так и с характеристикой источников вещества, в том числе с примесью материала земного ядра в источниках мантийных плюмов. В докладе предложены дискриминационные диаграммы $\text{Ir/Pd} - \text{Ru/Pd}$ и $\text{Pd/10} - \text{Ir} - \text{Ru}$, показывающие четкое отличие вулканитов, связанных с плюмом, от базальтов СОХ.

Идентификация материала различных оболочек Земли в магматических комплексах – одна из фундаментальных проблем современной петрологии. Для ее решения используются в основном изотопные методы, фиксирующие гетерогенный состав разных мантийных резервуаров. Наиболее сложной задачей является оценка примеси материала внешнего ядра в вулканических породах. Одной из особенностей состава земного ядра является его обогащенность ЭПГ примерно на три порядка по сравнению с примитивной мантией [12]. Соответственно, достаточно небольшой примеси (доли процента) материала ядра в мантийном источнике, чтобы это отразилось на продуктах магматизма. Поставщиком материала ядра к поверхности Земли могут служить крупные мантийные плюмы, зарождение которых предполагается на границе ядра и мантии. Основным инструментом для идентификации материала ядра в продуктах магматизма служит соотношение изотопов Os, например, данные по Os в гавайских пикритах позволяют рассчитать, что в источнике присутствует 0,5-1% материала внешнего ядра [9]. В последнее время, благодаря прогрессу в аналитических методах, появилась возможность использовать для решения этой задачи также абсолютные содержания ЭПГ и их соотношения между собой в магматических породах.

Наиболее контрастно базальты срединно-океанических хребтов (MORB) отличаются от вулканитов, связанных с мантийными плюмами, по отношению Pd/Ir . В работе [11] проведено сравнение разных типов базальтов по концентрациям Pt, Pd и Ir – от толеитовых базальтов до коматиитовых базальтов, коматиитов и разнообразных щелочных магм в океанических и континентальных обстановках. Существенные различия в отношениях Pt/Pd и Pd/Ir объяснено различными условиями плавления в мантии. Для магм Бушвельда и некоторых континентальных платобазальтов отмечены относительно высокие отношения Pt/Pd , что объясняется примесью компонента метасоматизированной субконтинентальной литосферной мантии. В работе [8] приведена достаточно большая выборка анализов ЭПГ в стеклах базальтов срединно-океанических хребтов из Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Авторы делают вывод, что при процессах частичного плавления и дифференциации на бюджет ЭПГ влияет прежде всего поведение сульфидов. Общий вывод при анализе этих и других работ, в которых проведено петрологическое моделирование для объяснения распределения ЭПГ, такой: нет единой методики оценки влияния состава источников и процессов магмообразования на бюджет ЭПГ, хотя данных по разным вулканическим породам накоплено уже много. Для островодужных пород также делались попытки их сравнения с MORB и базальтами океанических островов (OIB), в том числе для лав Камчатки [1, 6], однако для этой обстановки поведение ЭПГ зависит прежде всего от сульфидной насыщенности магматических систем, поэтому влияние состава мантийных источников может быть затуманено.

На основе анализа опубликованных данных можно предложить диаграммы для

разделения MORB и плюмовых вулканитов (рис. 1).

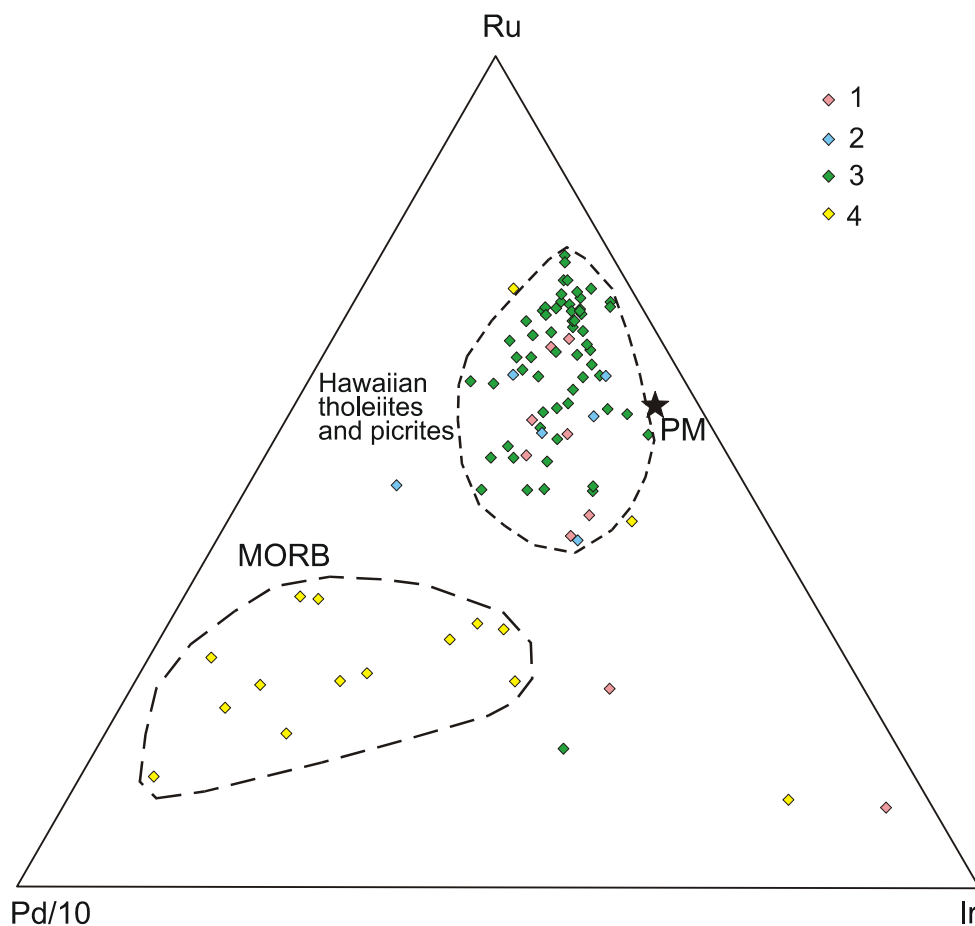
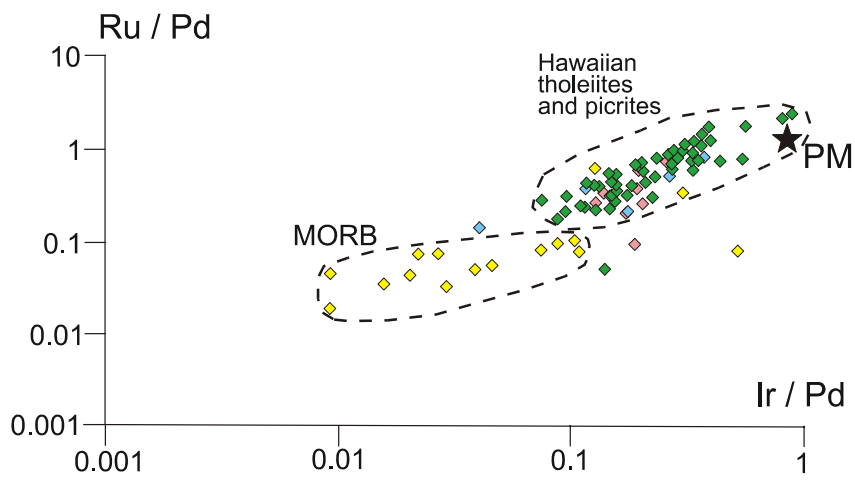


Рис. 1. Диаграммы Ir/Pd – Ru/Pd и Pd/10 – Ir – Ru для разделения MORB и OIB. 1 – гавайские толеиты [15]; 2, 3 – гавайские пикриты (2 – [7], 3 – [10]); 4 – стекла базальтов срединно-океанических хребтов [8]. Поля MORB и Hawaiian проведены условно по показанным на диаграмме данным. PM – примитивная мантия по работе [13].

Видно, что гавайские пикриты и толеиты (по анализам которых и было оконтурено поле OIB) резко отличаются от базальтов СОХ и по соотношениям ЭПГ близки к составу примитивной мантии. Можно предположить, что эти соотношения отражают состав источников. Соотношения ЭПГ в земном ядре близки таковым в примитивной мантии [12], поэтому примесь материала внешнего ядра может быть узнана по обилию в источнике сульфидной фазы, богатой недифференцированными

между собой платиноидами. От других случаев насыщения расплава такой фазой, вулканиты, содержащие материал ядра, должны отличаться наименее дифференцированным характером состава ЭПГ – отношениями Ir/Pd и Ru/Pd, лежащими в интервале 0,1-1.

В составе офиолитового комплекса п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) описаны вулканиты, предположительно характеризующие наиболее ранние проявления Гавайского мантийного плюма [2, 14]. По содержанию ЭПГ базальты этого комплекса попадают на предложенных диаграммах в поле Гавайских пород [5], что говорит о влиянии на их состав единого источника, обогащенного платиноидами. С этим же источником может быть связана насыщенность сульфидной фазой плагиоклазовых пикритов и оливиновых клинопироксенитов, описанных в этом комплексе [3; 4]. Сульфиды из этих пород содержат микровключения Au, Au+Ag, Pd₂Sn, Pt, состав микровключений в оливиновых клинопироксенитах: Pt+Pd+Hg+Te+Cu±Ag, Cu+Pd+Pt+Te, Pt+Pd+Au+Ag+Te+Cu, As+Ir+Pt+Rh+Ru [4]. Можно предположить, что данные наблюдения как раз фиксируют присутствие материала ядра в мантийных источниках, из которых выплавлялись эти базальты.

Список литературы

1. *Перепелов А.Б.* Кайнозойский магматизм Камчатки на этапах смены геодинамических обстановок / Автореферат дис. ... доктора геол.-мин. наук. Иркутск, 2014. 41 с.
2. *Савельев Д.П.* Меловые внутриплитные вулканиты Восточной Камчатки: геологическая позиция и влияние на островодужный вулканизм // Геология и разведка. 2004. № 2. С. 16-19.
3. *Савельев Д.П.* Плагиоклазовые пикриты п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2014. № 4. С. 43-53.
4. *Савельев Д.П., Философова Т.М.* Микровключения минералов ЭПГ и золота в породах офиолитового комплекса п-ова Камчатский Мыс // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 2 (Выпуск 34). С. 5-13.
5. *Савельев Д.П., Палесский С.В., Портнягин М.В.* Элементы платиновой группы в базальтах офиолитового комплекса п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка): источники вещества // Геология и геофизика. 2018. В печати.
6. *Флеров Г.Б., Колосков А.В., Пузанков М.Ю.* и др. Пространственно-временные соотношения вулканических ассоциаций разной щелочности Белоголовского массива (Срединный хребет Камчатки). Часть II. Геохимия вулканических пород и источники магм // Вулканология и сейсмология. 2016. № 4. С. 3-26.
7. *Bennett V.C., Norman M.D., Garcia M.O.* Rhenium and platinum group element abundances correlated with mantle source components in Hawaiian picrites: sulphides in the plume // Earth and Planetary Science Letters. 2000. V. 183. P. 513-526.
8. *Bezou A., Lorand J.-P., Humler E., Gros M.* Platinum-group element systematics in Mid-Oceanic Ridge basaltic glasses from the Pacific, Atlantic, and Indian Oceans // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2005. V. 69. No. 10. P. 2613-2627.
9. *Brandon A., Walker R. J., Morgan J. W.* et al. Coupled 186Os and 187Os evidence for core-mantle interaction // Science. 1998. V. 280. P. 1570-1573.
10. *Ireland T.J., Walker R.J., Garcia M.O.* Highly siderophile element and 187Os isotope systematics of Hawaiian picrites: Implications for parental melt composition and source heterogeneity // Chemical Geology. 2009. V. 260. P. 112-128.
11. *Maier W.D., Barnes S.-J.* Pt/Pd and Pd/Ir ratios in mantle-derived magmas: A possible role for mantle metasomatism // South African Journal of Geology. 2004. V. 107. P. 333-340.
12. *McDonough W.F.* Compositional model for the Earth's core. In: Carlson R.W. (Ed.), The Mantle and Core, Treatise on Geochemistry. V. 2. Elsevier-Pergamon, Oxford. 2003. P. 547-568.
13. *McDonough W.F., Sun S.-s.* The composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. V. 120. C. 223-253.
14. *Portnyagin M., Savelyev D., Hoernle K.* et al. Mid-Cretaceous Hawaiian tholeiites preserved in Kamchatka. Geology. 2008. V. 36. P. 903-906.
15. *Tatsumi Y., Oguri K., Shimoda G.* The behaviour of platinum-group elements during magmatic differentiation in Hawaiian tholeiites // Geochemical Journal. 1999. V. 33. P. 237-247.