

Индикаторная роль элементов платиновой группы в установлении источников щелочно-базальтовых и НЕВ-адакитовых магм кайнозойских вулканических комплексов Камчатки

Перепелов А.Б.¹, Пузанков М.Ю.², Иванов А.В.³, Палесский С.В.⁴, Цыпукова С.С.¹, Щербаков Ю.Д.¹, Жгилев А.П.¹

Indicator role of platinum group elements in determining the sources of alkaline-basalt and NEB-adakite magmas of Cenozoic volcanic complexes of Kamchatka

Perepelov A.B., Puzankov M.Yu., Ivanov A.V., Palesskii S.V., Tsyrukova S.S., Shcherbakov Yu.D., Zhgilev A.P.

¹ *Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;*

e-mail: alper@igc.irk.ru

² *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;*

e-mail: puzankov@kscnet.ru

³ *Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск;*

e-mail: aivanov@crust.irk.ru

⁴ *Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск;*

e-mail: stas@igm.nsc.ru

Кайнозойские К-На щелочные и субщелочные базальты, а также породы НЕВ-адакитовой ассоциации Камчатки в сравнении с базальтами надсубдукционных вулканических поясов (IAB) обеднены элементами платиновой подгруппы (Pd, Pt). Одним из источников таких магм может являться субдуцированная и эклогитизированная океаническая литосфера.

В кайнозойской истории геодинамического развития структуры Камчатки, помимо формирования собственно надсубдукционных вулканических поясов, проявлялись магмы К-На и калиевого щелочного и субщелочного типов, а также магмы НЕВ-адакитового и Mg# андезитового составов. Районы проявления таких типов магм приурочены, главным образом, к тыловым зонам и зонам деструкции литосферы, в частности, к поперечным разломным структурам активной окраины. Если источниками надсубдукционных магм является вещество литосферной мантии, метасоматизированной при участии гидратированного флюида, отделяющегося от океанической литосферы в процессе ее активной субдукции, то вопросы о происхождении щелочно-базальтовых и примитивных кислых магм в таких обстановках остаются дискуссионными.

В поисках возможных источников магм К-На щелочного и субщелочного типов, а также магм НЕВ-адакитового и Mg# андезитового составов, рассмотрены закономерности распределения в породах элементов платиновой группы (ЭПГ). В анализ включены оригинальные и литературные данные по содержаниям в вулканических породах Камчатки отдельных элементов иридиевой (Os, Ir) и платиновой подгрупп (Pd, Pt). Изучение характера распределения ЭПГ в вулканических породах Камчатки проведено с использованием диаграмм (Os+Ir)-(Pd+Pt) (рис. 1-4). Аналитические исследования оригинальной коллекции вулканических пород выполнены в ИГМ СО РАН по методике [1].

Особенности распределения ЭПГ в вулканических породах определяются, с одной стороны, природой и составом источников магм, а с другой – условиями магмообразования и дифференциации магм с участием богатых ЭПГ фаз, к примеру, сульфидных или самородных [4]. Установлено, что кайнозойские К-На щелочные и субщелочные базальты Западной Камчатки, Срединного хребта и Восточной Камчатки, а также породы НЕВ-адакитовой ассоциации Центральной Камчатской депрессии (ЦКД) обеднены элементами платиновой подгруппы (Pd, Pt) в сравнении с породами надсубдукционных вулканических поясов (рис. 1, 2; табл.). В то же время, щелочные и субщелочные породы калиевого ряда Западной Камчатки и Срединного хребта по характеру распределения в них ЭПГ соответствуют породам IAB типа.

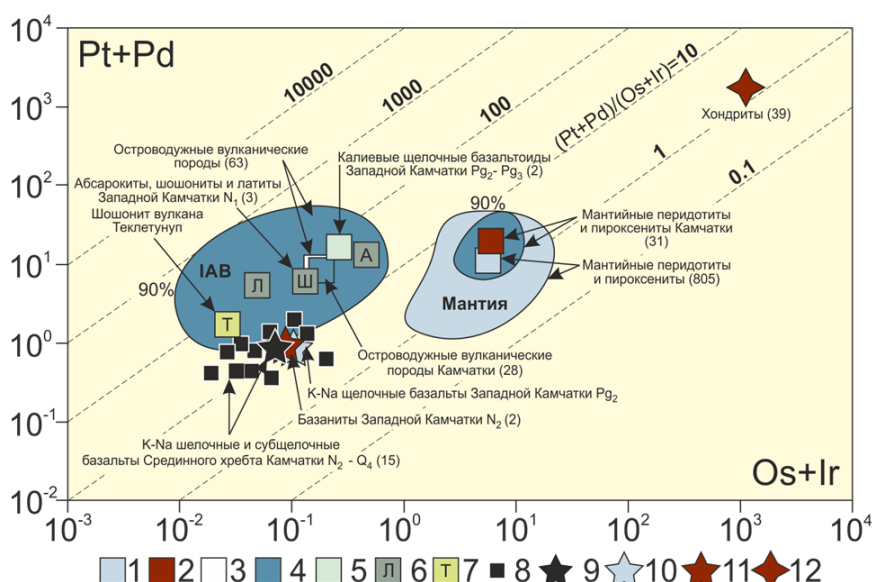


Рис. 1. Распределение элементов платиновой группы (ЭПГ), в литосферной мантии, вулканических породах островных дуг (IAB) и в K-Na и калиевых щелочных и субщелочных вулканических породах Камчатки.

Содержания ЭПГ в ppb, шкала логарифмическая. В скобках указано количество анализов для полей составов и средних составов пород. Поля составов пород приведены для 90 % доверительного интервала. Точки составов: 1 – средний состав перидотитов и пироксенитов различных районов Мира; 2 – средний состав перидотитов и пироксенитов Камчатки; 3 – средний состав вулканических пород островных дуг; 4 – средний состав пород островодужного геохимического типа Камчатки по литературным и неопубликованным данным авторов; 5 – средний состав позднеэоцен-раннеолигоценовых калиевых щелочных базальтов Западной Камчатки; 6 – составы ранне-среднемиоценовых абсарокитов (А), шошонитов (Ш) и латитов (Л) Западной Камчатки; 7 – средний состав шошонитов и латитов вулкана Теклетунуп; 8-9 – составы (8) и средний состав (9) позднеплиоцен-плейстоценовых K-Na щелочных и субщелочных базальтов Срединного хребта Камчатки; 10 – состав среднеэоценовых K-Na щелочных базальтов Западной Камчатки; 11 – средний состав раннеплиоценовых базанитов Западной Камчатки (2); 12 – средний состав хондритовых метеоритов (39).

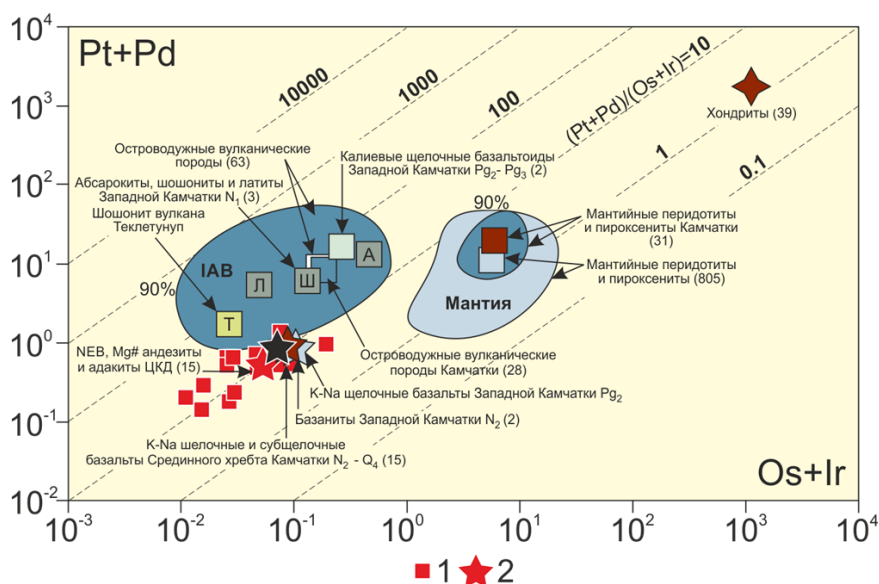


Рис. 2. Распределение элементов платиновой группы (ЭПГ) в литосферной мантии, вулканических породах островных дуг (IAB) и в породах NEB-адакитовой ассоциации ЦКД. Камчатки.

Точки составов: 1 – составы и 2 – средний состав (15) пород NEB-адакитовой ассоциации ЦКД. Другие обозначения см. на рис. 1.

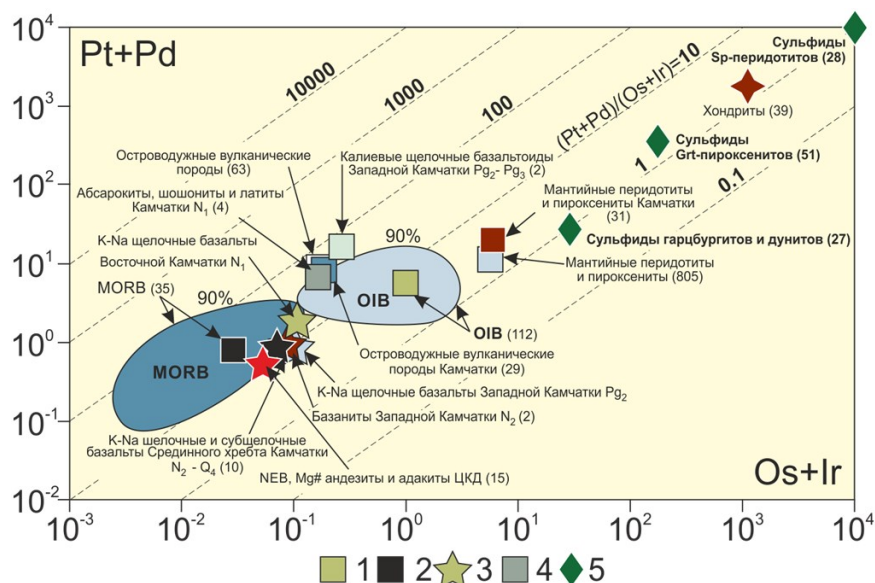


Рис. 3. Распределение элементов платиновой группы (ЭПГ) в базальтах OIB и MORB геохимических типов и в вулканических породах Камчатки. Точки составов: 1 – средний состав базальтов океанических островов (OIB); 2 – средний состав базальтов океанической коры (MORB); 3 – состав позднемиоценового К-На щелочного базальта Восточной Камчатки (образец из коллекции О.Н. Волынца); 4 – средний состав пород ранне-среднемиоценовой абсарокит-шошонит-латитовой серии Западной Камчатки и раннеплиоценовых пошошонитов вулкана Теклетунуп; 5 – составы сульфидов из пород литосферной мантии. Другие обозначения см. на рис. 1, 2.

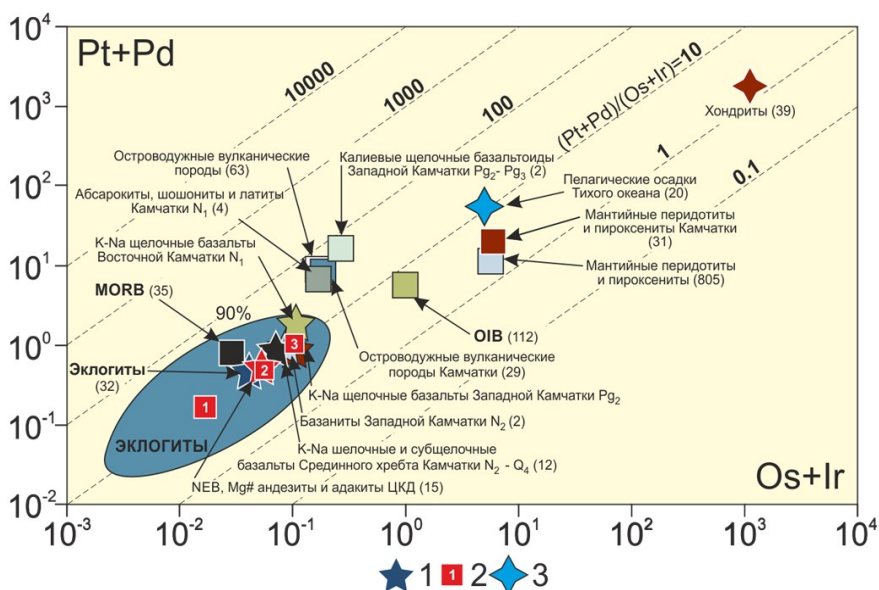


Рис. 4. Распределение элементов платиновой группы (ЭПГ) в эклогитах эксгумированной океанической литосферы и в вулканических породах Камчатки. Точки составов: 1 – средний состав эклогитов эксгумированной океанической литосферы [2]; 2 – средние составы эклогитизированных базальтов (1), эклогитизированных габбро (2) и габбро (3) эксгумированной океанической литосферы [2]; 3 – сухие пелагические осадки южной части Тихого океана [3]. В средний состав эклогитов включены составы эклогитизированных базальтов и эклогитизированных габбро [2]. Другие обозначения см. на рис. 1, 2, 3.

Сравнение составов К-На щелочных и субщелочных базальтов, а также пород НЕВ-адакитовой ассоциации ЦКД с базальтами MORB и с эклогитами эксгумированной океанической литосферы указывает на сходство в них концентраций ЭПГ (рис. 3, 4; табл.). При этом резервуары типа перидотит-пироксенитовой литосферной мантии и OIB имеют более высокие содержания ЭПГ (рис. 2, 3).

Таблица. Содержания элементов платиновой группы и Re (ppb) в вулканических породах Камчатки, базальтах островных дуг и океанических осадках

Порода	Возраст	n*	Os	Ir	Ru	Pt	Pd	Re
SED		20	4.386	0.216	4.252	33.399	17.583	0.276
IAB		63	0.076	0.103	0.182	4.299	5.438	0.290
IAB-K	N ₂ -Q ₄	28	0.115	0.073	0.273	3.495	5.061	0.263
АШЛ-ЗК	N ₁	3	0.094	0.121	0.180	3.675	4.451	0.364
КЦ-ЗК	N ₁	2	0.115	0.147	0.245	7.408	8.941	0.389
ЩБ-ЗК	Pg ₂	1	0.049	0.053	1.428	0.670	0.205	0.512
ЩБ-ВК	N ₁ -N ₂	1	0.053	0.052	0.105	1.654	0.252	0.055
ТБ-СХ	N ₂ -Q ₄	12	0.056	0.016	0.184	0.578	0.296	0.294
БЗ-ЗК	N ₂	2	0.035	0.056	0.591	0.586	0.376	0.131
AD	N ₂ -Q ₁	12	0.024	0.038	0.061	0.362	0.281	0.158

Примечание. SED – сухие пелагические осадки южной части Тихого океана [3]; IAB – базальты островных дуг; IAB-K – базальты надсубдукционных плиоцен-четвертичных вулканических поясов Камчатки; АШЛ-ЗК – породы ниже-среднемиоценовой абсарокит-шошонит-латитовой серии Западной Камчатки и раннеплиоценовых шошонитов вулкана Теклетунуп Срединного хребта Камчатки; КЦ-ЗК – среднемиоценовые шонкиниты и трахибазальты калиевой щелочной серии Западной Камчатки; ЩБ-ЗК – среднеэоценовые щелочные и субщелочные базальты дайковых комплексов Западной Камчатки; ЩБ-ВК – позднемиоценовые щелочные базальты Восточной Камчатки; ТБ-СХ – позднеплиоцен-четвертичные щелочные и субщелочные базальты Срединного хребта Камчатки; БЗ-ЗК – раннеплиоценовые базаниты Западной Камчатки; AD – позднеплиоцен-раннечетвертичные породы NEB-адакитовой и Mg# андезитовой ассоциации ЦКД. n* – количество анализов для подсчета среднего.

Известно, что если в процессе активной субдукции гидратированный флюид способен в относительной степени обогащать расплавы Pd и Pt, то при высокобарическом преобразовании погруженной в мантию субдуцированной океанической литосферы происходит обеднение рестила относительно этих элементов [2].

Предполагается, что одним из источников K-Na щелочных и субщелочных базальтовых магм, а также магм NEB-адакитовой ассоциации Камчатки может являться высокобарически преобразованное вещество океанической литосферы, субдуцированной на предшествующих этапах конвергенции литосферных плит.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-27-00825 (<https://rscf.ru/project/22-27-00825/>).

Список литературы

1. Козьменко О.А., Палесский С.В., Николаева И.В. и др. Усовершенствование методики химической подготовки геологических образцов в трубках Кариуса для определения элементов платиновой группы и рения // Аналитика и контроль. 2011. Т. 15(4). С. 378-385.
2. Dale C.W., Burton K.W., Pearson D.G. et al. Highly siderophile element behaviour accompanying subduction of oceanic crust: Whole rock and mineral-scale insights from a high-pressure terrain // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2009. V. 73. P. 1394-1416. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2008.11.036>
3. Lee C.A., Wasserburg G.J., Kyte F.T. Platinum-group elements (PGE) and rhenium in marine sediments across the Cretaceous–Tertiary boundary: Constraints on Re-PGE transport in the marine environment // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2003. V. 67(4). P. 655-670. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(02\)01135-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(02)01135-3)
4. Zelenski M., Kamenetsky V.S., Mavrogenes J.A. et al. Platinum-group elements and gold in sulfide melts from modern arc basalt (Tolbachik volcano, Kamchatka) // *Lithos*. 2017. V. 290-291. P. 172-188. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2017.08.012>