

Е. И. Мамаева

К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОРОДАХ ГУЛИНСКОГО МАССИВА (МАЙМЕЧА-КОТУЙСКАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Гулинский массив входит в состав Маймеча-Котуйской провинции щелочно-ультраосновных пород с карбонатами (ультраосновные–щелочные–карбонатитовые – УЩК, по [1]), расположенной на севере Сибирской платформы. Являясь своеобразным эталоном массивов УЩК, в котором наиболее полно проявлены все типы пород, типичные для данного формационного типа, Гулинский массив по ряду признаков попадает в ряд исключения или аномалии среди сходных с ним массивов.

Гулинский массив не имеет себе равных в мире по размерам площади среди массивов формации УЩК – около 2000 км² [2]. Свыше 60% площади массива занимают дуниты, в то время как для ультрамафитов формации более характерны оливиниты и титаномагнетитовые оливиниты. И, наконец, в конце XX в. в связи с открытием в пределах Гулинского массива комплексных Au–Ir–Os-россыпей выяснилось, что гулинские дуниты специализированы на тугоплавкие платиноиды – Ru, Ir и Os [3, 4 и др.].

Гулинский плутон локализован на границе Сибирской платформы с мезо-кайнозойским Хатангским прогибом, в месте сочленения глубинных разломов раннетриасового этапа магматической активизации [5]. Раму массива образуют вулканы, общая мощность которых в районе выхода интрузии приближается к 3000 м. Вулканы представлены базальтами, щелочными базальтоидами, лавами щелочно-основного, основного и среднего составов. Завершают разрез ультраосновные вулканы (меймечиты) [6]. Северная и северо-западная части плутона (около 2/3) перекрыты молодыми отложениями Хатангской впадины.

По аэромагнитным и гравиметрическим данным массив имеет в плане вид овала, очертание обнаженной части плутона в плане серповидное, ее площадь около 470 км². В пределах Гулинского массива проявлены 7 породных групп (серий), каждая из которых, по мнению Л. С. Егорова [2], формируется в отдельную фазу интрузии.

Площадь распространения пород следующая (км²) [7]: дуниты – 301,2; перидотиты – 3,4; рудные пироксениты (косъвиты) – 5,6; мелилитовые породы – 1,8; якупирангит-мельтейгиты – 4,3; оливиновые меланефелиниты и нефелиновые пикриты – 118,8; малиниты – 17,4; шонкиниты – 7,0; ийолиты – +; нефелиновые и щелочные сиениты – 0,3; фоскориты (камафориты) – 0,1; кальцитовые карбонатиты – 5,9; доломитовые карбонатиты – 1,0.

Резкое преобладание в Гулинском массиве ультрабазитов над другими породами щелочно-ультраосновного комплекса дало основание некоторым исследователям [4, 8] предположить пространственное совмещение двух различных формационных комплексов в гетерогенном плутоне: клинопироксенит-дунитового и ийолит-карбонатитового [2]. По мнению К. Н. Малича [4], эти комплексы имеют различную металлогеническую специализацию, а также, вероятно, разрыв во времени образования и изначально различные мантийные источники.

Распределение редкоземельных элементов (РЗЭ). В таблице приведены данные анализа содержаний РЗЭ в главных сериях пород Гулинского массива. Они свидетельствуют о закономерном росте легких и тяжелых лантаноидов в ряду пород от ультраосновных к щелочно-ультраосновным, щелочным и карбонатитам. При этом содержание редких земель в дунитах минимальное, в то время как при переходе к оливинитам и рудным пироксенитам содержание лантаноидов вырастает сразу в десятки и сотни раз. Далее от мелилитовых пород до карбонатитов концентрация РЗЭ испытывает незакономерные флуктуации, но в целом не увеличивается и не уменьшается, т. е. их распределение близко к горизонтальному.

Дуниты содержат тяжелые РЗЭ на уровне и ниже хондритового стандарта, а легкими лантаноидами обогащены относительно него в 2–4 раза (хондритовый стандарт по [9]). Это согласуется с имеющимися литературными данными [10, 11].

Интересные выводы следуют из рассмотрения хондрит-нормализованных отношений содержаний РЗЭ в главных породных сериях Гулинского массива (рис. 1) (изображены вычисленные средние значения для разных групп пород). Дуниты, по сравнению с другими породами комплекса, отличаются минимальным уровнем содержания РЗЭ. Распределение редких земель здесь характеризуется относительным максимумом в области легких лантаноидов, который приходится на Pr, и минимумом в области тяжелых лантаноидов (на Er). Наблюдающийся на графике щелочных сиенитов Eu-максимум обусловлен присутствием в этих породах полевых шпатов, в которых, как правило, концентрируется Eu.

Абстрагируясь от имеющих место небольших флуктуаций в содержании лантаноидов в рассматриваемых породах, можно прийти к выводу о схожем распределении РЗЭ в контрастных по составу породах Гулинского массива, которые отличаются друг от друга уровнем содержания TR. Плавный характер кривых распределения свидетельствует, на наш взгляд, о минимальном влиянии на распределение редких земель наложенных (метасоматических) процессов. Главная общая тенденция распределения РЗЭ в породах Гулинского плутона заключается в преобладании легких лантаноидов над тяжелыми при плавном характере их взаимного распределения.

Распределение РЗЭ в главных сериях пород Гулинского массива (г/г)

№ образца	Порода	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
857	Дунит	0,52	0,87	2,05	0,26	0,97	0,2	0,059	0,17	0,028	0,13	0,0076	0,043	0,013	0,054	<0,005
87268	"	0,36	0,23	0,83	0,12	0,34	0,034	0,012	0,029	0,015	0,024	<0,005	<0,01	<0,005	0,033	<0,005
8719/12	"	0,4	0,29	0,78	0,13	0,54	0,11	0,021	0,097	0,013	0,048	<0,005	0,011	0,0056	0,029	<0,005
2/32,5	Оливинит	7,98	10,3	27,9	4,07	17,5	3,76	1,15	3,7	0,47	2,07	0,32	0,67	0,096	0,47	0,082
8712/2	Рудн. пироксенит	8,41	6,85	23,5	3,85	18,3	4,09	1,36	4,08	0,49	2,23	0,33	0,64	0,078	0,46	0,058
8719/1	То же	6,45	4,89	16,9	2,99	14,4	3,33	1,03	3,16	0,39	1,51	0,25	0,49	0,069	0,3	0,043
465	Мелилитит	18,3	23,4	47,2	48,8	171	23	6,05	24,4	1,98	6,31	0,86	1,57	0,16	0,75	0,085
8230/1	"	20,6	25,9	52,9	56,8	196	26,1	6,77	22,9	2,22	8,47	0,94	1,84	0,18	0,85	0,11
27/65	"	17,4	45,1	84,6	11,2	48,1	9,81	3,43	10	1,1	4,61	0,61	1,19	0,12	0,64	0,068
19/34	Якупрангит-мельтейгит	33,1	41,7	103,0	125	472	63,6	15,4	59	4,62	12,8	1,62	2,91	0,25	1,63	0,19
2/94,6	То же	11	17,9	46,1	6,57	29	5,73	1,77	6,21	0,7	3,06	0,43	0,94	0,12	0,69	0,099
24/24,6	Ййолит	21,3	45,2	70,2	7,63	26,9	5,25	1,76	6,2	0,79	3,82	0,67	1,65	0,2	1,14	0,17
19/7,2	"	18,8	7,3	16,8	2,4	13,1	4,39	1,79	5,38	0,8	4,03	0,66	1,73	0,22	1,35	0,17
8238/1	Щел. сиенит	1,44	5,45	8,25	0,92	2,74	0,46	0,48	0,55	0,062	0,26	0,038	0,12	0,027	0,2	0,045
87269/2	То же	44,4	212	409	42,6	151	22,9	7,83	22	2,58	11,4	1,69	4,14	0,51	3,16	0,41
37/57,4	Фоскорит	42,5	180	284	25,8	88,6	14,3	4,66	19,3	1,91	8,49	1,36	3,52	0,43	2,6	0,36
8436/10	"	19,1	76,3	183	20,1	71,1	10,2	2,77	11,9	1,13	4,72	0,7	1,82	0,25	1,44	0,23
8439A	Кальцит. карбонатит	5,63	42,4	41,3	3	8,25	1,17	0,5	1,43	0,17	0,78	0,13	0,26	0,042	0,21	0,038
15/104	То же	4,67	38,3	32,7	2,25	6,11	0,78	0,39	1,13	0,13	0,54	0,083	0,18	0,026	0,13	0,025
31/74	"	19,4	142	181	15,1	45,9	6,54	2,27	7,29	0,77	3,71	0,58	1,23	0,13	0,89	0,13
42/54	"	5,06	35	33,5	2,52	7	0,82	0,43	1,23	0,13	0,68	0,11	0,31	0,04	0,17	0,025
40/13	"	27,4	88,5	192	21,9	76,1	12,1	3,63	12	1,41	6,17	0,91	2,3	0,29	1,77	0,23
39/95,1	"	132	247	661	84,7	328	55	16,4	55,3	6,86	33,1	5,21	12	1,09	4,94	0,52
10/98	"	5,56	29,4	18,2	1,26	3,79	0,69	0,5	1,14	0,13	0,68	0,14	0,36	0,042	0,19	0,041
8245	"	29,3	115	247	29	98,9	15,6	4,51	14,8	1,75	6,69	1	2,28	0,27	1,72	0,21
36/42,4	Доломит. карбонатит	4,73	33,6	101	11	37,9	4,9	1,3	3,94	0,43	1,53	0,17	0,39	0,049	0,27	0,025
8427	То же	54,1	184	499	67,8	265	33,7	8,36	26,9	2,97	12,6	1,99	4,98	0,67	3,62	0,5
788/8	"	7,19	40,2	96,1	12,1	43,7	6,42	1,71	5,83	0,59	2,22	0,3	0,64	0,058	0,36	0,037
799	"	5,2	28,9	97,8	10,2	34,7	4,97	1,32	3,92	0,42	1,73	0,23	0,46	0,046	0,28	0,045

П р и м е ч а н и е. Образцы из коллекции Л. С. Егорова, любезно предоставлены Т. Л. Кочуровой («ВНИИОкеангеология»). Анализы выполнены методом ICP-MS, аналитик В. А. Шишлов (ВСЕГЕИ).

Порода/хондрит

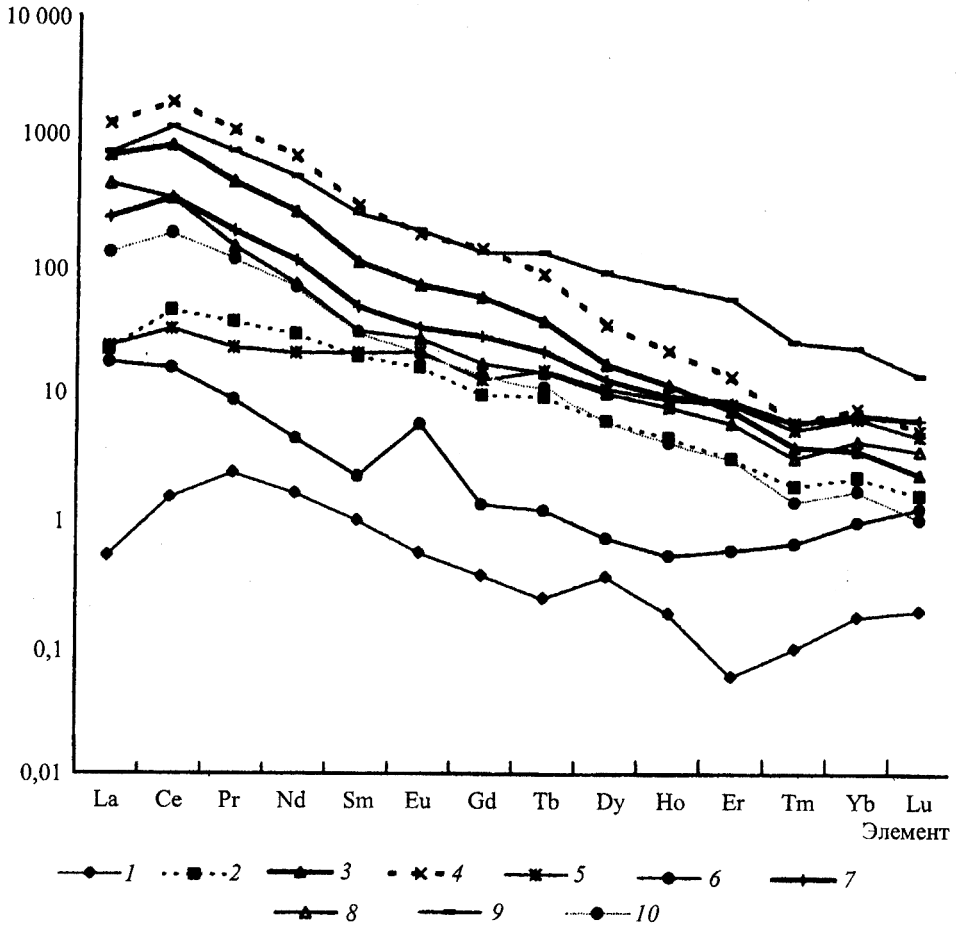


Рис. 1. Распределение РЗЭ в породах Гулинского массива.

1 – дунит; 2 – рудный пироксенит; 3 – мелилитовая порода; 4 – якупирангит-мельтейгит; 5 – ийолит; 6 – щелочной сиенит; 7 – фоскорит; 8 – крупнозернистый кальцитовый карбонатит; 9 – мелкозернистый кальцитовый карбонатит; 10 – доломитовый карбонатит.

В этой связи любопытно сравнить распределение РЗЭ в дунитах классических гипербазитовых комплексов. Как видно из рис. 2, распределение редких земель в гулинских дунитах отличается от таковых в ультрамафитах офиолитов (на примере Урала и Новой Каледонии) и дунитах Гальмознанского зонального клинопироксенит-дунитового массива (Корякия). А распределение РЗЭ в меймечитах и пикритах Маймеча-Котуйской провинции (рис. 2, в) имеет такой же характер обогащенности легкими и обедненности тяжелыми лантаноидами, однако отличается от гулинских дунитов повышенным их содержанием.

Полученные результаты говорят о возможной комагматичности пород щелочно-ультраосновного комплекса и о правомерности отнесения дунитов Гулинского массива к формации щелочно-ультраосновных пород с карбонатами. Возможно, этот вывод является преждевременным и требует дальнейших исследований.

Порода/хондрит

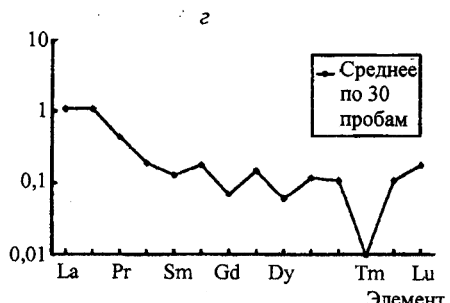
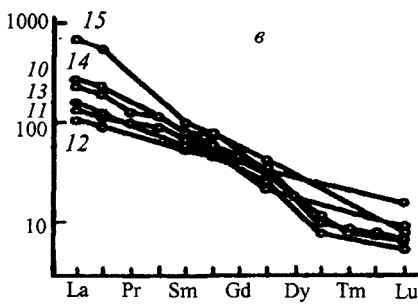
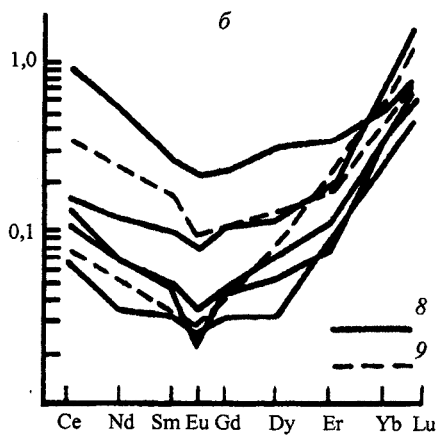
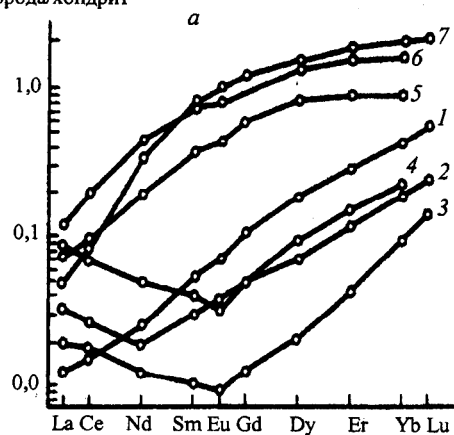


Рис. 2. Распределение РЗЭ в ультрамафитах различных ультраосновных комплексов.

a – ультрамафиты офиолитов Урала [10]: 1–6 – Войкаро-Сыньинский массив: 1, 2 – гарцбургиты, 3–6 – жильные ультрамафиты: 3 – дунит, 4 – ортопироксенит, 5 – клинопироксенит, 6 – вебстерит; 7 – плагиоклазовый лерцолит, массив Северный Крака; *б* – ультрамафитовый комплекс Сюд, Новая Каледония [12]: 8 – гарцбургит, 9 – дунит; *в* – щелочно-ультраосновные вулканиты Маймеча-Котуйской провинции [13]: 10–13 – меймечиты, 14, 15 – пикриты; *г* – дуниты зонального клинопироксенит-дунитового Гальмоэнанского массива, Корякия (данные Ю. В. Назимовой).

Summary

Mamaeva H. I. On the problem of distribution of rare earth elements in rocks of the Gulinsky massif (Maimecha-Kotuy province).

The new data about distribution of rare earth elements in rocks of Gulinsky massif of alkaline ultramafic rocks with carbonatites (north of the Siberian gantry) are adduced. The analysis of the chondritis-normalized relations of the contents of rare earths testifies the existence of the general tendency of distribution of these members, which is encompassed by the dominance of mild lanthanoids above high-gravity. At the same time the nature of distribution of infrequent grounds in Gulinsky dunites differs from those in ultramafites of ophiolites and of zone clinopyroxenite-dunite massifs (on an example of the Galmoenansky massif).

Литература

1. Фролов А. А., Толстов А. В., Белов С. В. Карбонатитовые месторождения России. М., 2003. 2. Егоров Л. С. Ийолит-карбонатитовый плутонизм (на примере Маймеча-Котуйского комплекса Полярной Сибири). Л., 1991. 3. Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О. ПлатинOMETАЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЗОНАЛЬНЫХ УЛЬТРАОСНОВНЫХ И КОМАТИТОВЫХ МАССИВОВ. Л., 1992. 4. Малич К. Н. Платиноиды клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири. СПб., 1999. 5. Егоров Л. С., Рудяченко В. М., Сурина Н. П. О структурно-геологическом положении ультраосновных-щелочных пород в Маймеча-Котуйской провинции // Докл. АН СССР. 1968. № 1. 6. Шихорина К. М. Вулканические образования М-К провинции // Карбонатиты и щелочные породы севера Сибири / Под ред.

Л. С. Егорова. Л., 1970. 7. *Егоров Л. С.* Происхождение и формационный состав Маймеча-Котуйского магматического комплекса // Там же. 8. *Малич К. Н., Лопатин Г. Г.* Геология и формационная принадлежность ультрамафитов Гулинского интрузива // Недра Таймыра / Гл. ред. О. Н. Симонов. Норильск, 1997. Вып. 2. 9. *Богатиков О. А., Косарева Л. В., Шарков Е. В.* Средние химические составы магматических горных пород: Справочник. М., 1987. 10. *Магматические горные породы* / Под ред. О. А. Богатикова. Т. 5: Ультраосновные породы. М., 1988. 11. *Лазаренков В. Г., Балмасова Е. А., Малич К. Н.* Взаимосвязь содержаний ЭПГ и редкоземельных элементов как критерий локального прогноза платиноидной минерализации в ультраосновных породах // Зап. Ленингр. горн. ин-та. 1990. Т. 121. 12. *Prinzhofer A., Allegre C. J.* Residual peridotites and the mechanisms of partial melting // Earth and Planetary Science Letters. 1985. Vol. 74. 13. *Ланда Э. А.* О содержании РЗЭ в дунитах Гулинского массива и генезисе этих пород // Докл. АН СССР. 1984. № 1.

Статья поступила в редакцию 16 июня 2006 г.