

И.В.Семенов

СОСТАВЫ РЗЭ В ГАББРО ОКЕАНИЧЕСКОЙ СПРЕДИНГОВОЙ СТРУКТУРЫ УРАЛА КАК ИНДИКАТОРЫ ИХ ГЕНЕЗИСА

Исследованиями установлено, что на всем протяжении Урала в разной степени сохранившихся фрагментах океанической спрединговой структуры вмещающими породами для долеритовых даек *sheeted dyke complex* на ранних стадиях их формирования были уже существенно деформированные и холодные породы дунит-гарцбургитовой (альпинотипной) и дунит-клинопироксенит-габбровой (платиноносной) ассоциаций. На контакте с габбро и гипербазитами этих ассоциаций долеритовые дайки комплекса повсюду имеют краевые закаленные зоны. Нигде не наблюдались обратные соотношения – достоверные закаленные краевые части габбро-гипербазитовых массивов на контакте с океаническими толеитовыми базальтами любой фациальной природы. В зависимости от разрабатываемой концепции типичные составляющие океанической коры (фрагменты комплекса параллельных долеритовых даек в ассоциации с вмещающими их габброидами и гипербазитами) в тех или иных частях Урала различные исследователи интерпретируют как производные задугового вторичного спрединга [6, 10, 22], междугового растяжения [8] или островодужного геотектонического режима [2, 7, 16, 20, 21]. В последние годы опубликовано много новых данных по составу РЗЭ в породах различных габбро-гипербазитовых массивов Урала: Восточно-Хабарнинского комплекса [11], Тагильского платиноносного массива [19], ряда массивов дунит-клинопироксенит-габбровой серии Платиноносного пояса Урала [18]; приведена обстоятельная геохимическая типизация (в том числе по РЗЭ) уральских офиолитов [17].

Задача данной статьи состоит в том, чтобы на основе оригинальных, выполненных по одной методике [12] определений содержания РЗЭ в долеритах и базальтах спредингового комплекса и в ассоциирующих с ними (и вмещающих их) габбро и гипербазитах различных габбро-гипербазитовых комплексов представить сводную картину составов РЗЭ в тех и других образованиях вдоль всей протяженной спрединговой структуры, начиная от Полярного Урала до Мугоджар В каждом из пяти выделенных [13] блоков этой структуры (Щучинском, Войкарском, Тагильском, Магнитогорском и Мугоджарском) изучен состав РЗЭ в океанических толеитовых базальтах и ассоциирующих с ними породах габбро-гипербазитовых комплексов. Как уже отмечалось, химический состав океанических базальтов (включая долериты даек и силлов, базальты пиллоу лав), при сохранении близости к толеитам современных СОХ, имеет в каждом блоке специфические особенности [13], в том числе по составу РЗЭ [14], что показано на рис. 1.

По данным оригинальных авторских анализов, породы габбро-гипербазитовых комплексов имеют следующие составы РЗЭ в выделенных блоках спрединговой структуры Урала (см. рис. 1). В **Щучинском** блоке габбро обогащены все более легкими РЗЭ (полосчатые габбро массива Ха-

ЩУЧЬИНСКИЙ БЛОК

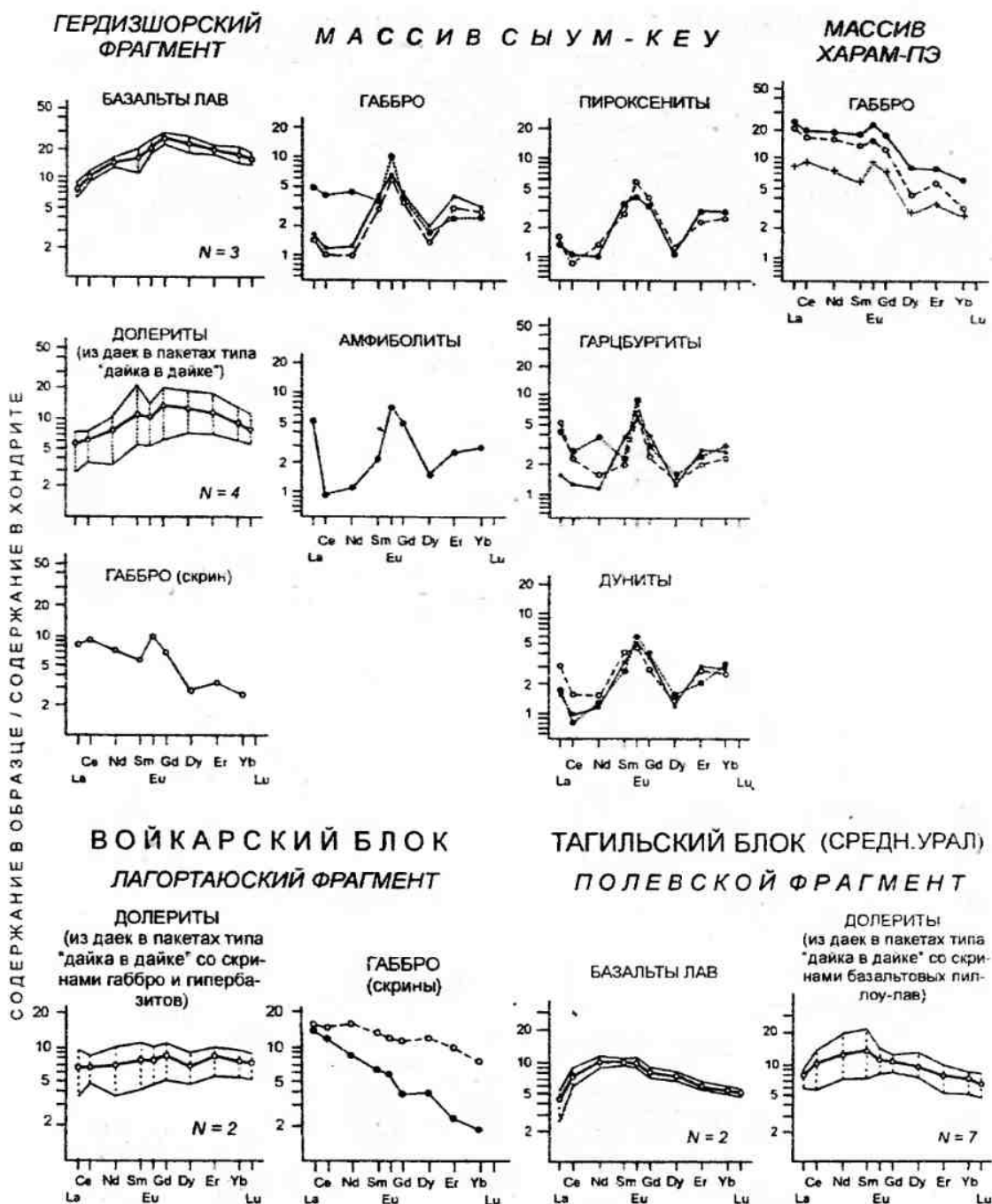
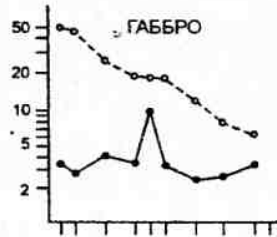
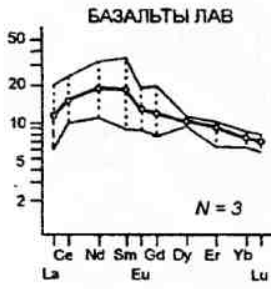


Рис. 1. Диаграммы фракционирования РЗЭ, нормализованных по хондриту, в океанических базальтах sheeted dyke complex и ассоциирующих с ними породах дунит-гарцбургитовой и дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации, развитых в различных блоках океанической спрединговой структуры Урала

ТАГИЛЬСКИЙ БЛОК (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

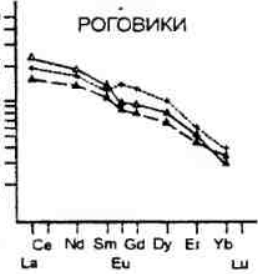
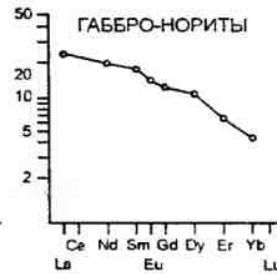
КНЯСЬПИНСКИЙ ФРАГМЕНТ

КНЯСЬПИНСКИЙ МАССИВ



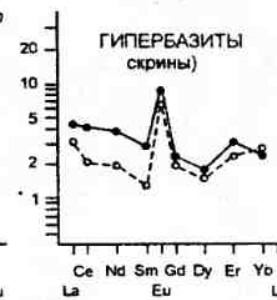
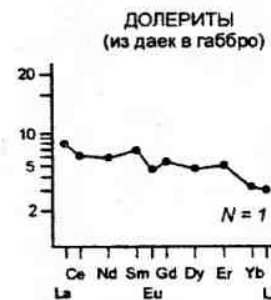
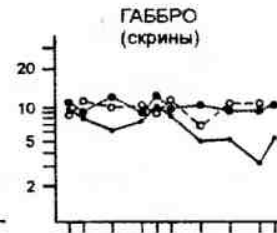
ДРУГИЕ ФРАГМЕНТЫ

КУМБИНСКИЙ МАССИВ



МАГНИТОГОРСКИЙ БЛОК

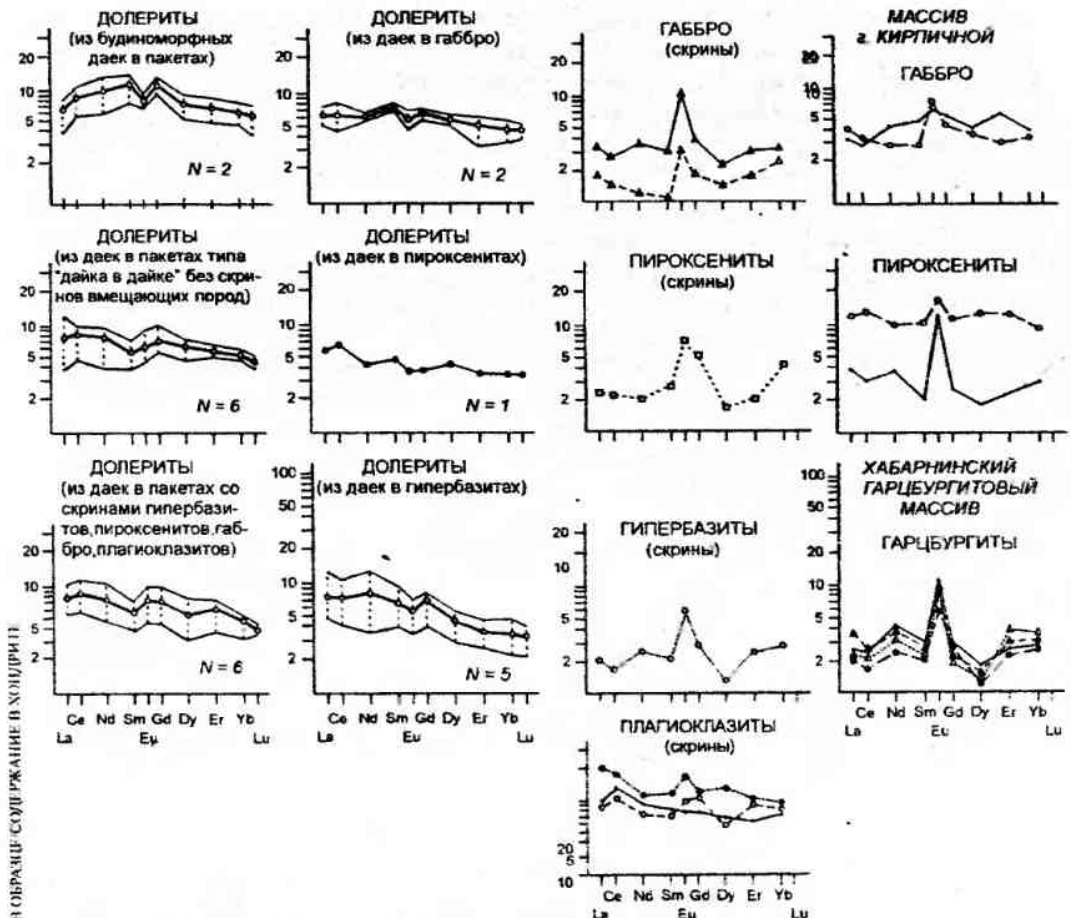
ПОЛЯКОВСКИЙ ФРАГМЕНТ



СОДЕРЖАНИЕ В ОБРАЗЦЕ / СОДЕРЖАНИЕ В ХОНДРИТЕ

Рис.1. Продолжение.

МАГНИТОГОРСКИЙ БЛОК ХАБАРНИНСКИЙ ФРАГМЕНТ (западнее хабарнинского гарцбургитового массива)



МУГОДЖАРСКИЙ БЛОК ШУЛДАКСКИЙ ФРАГМЕНТ

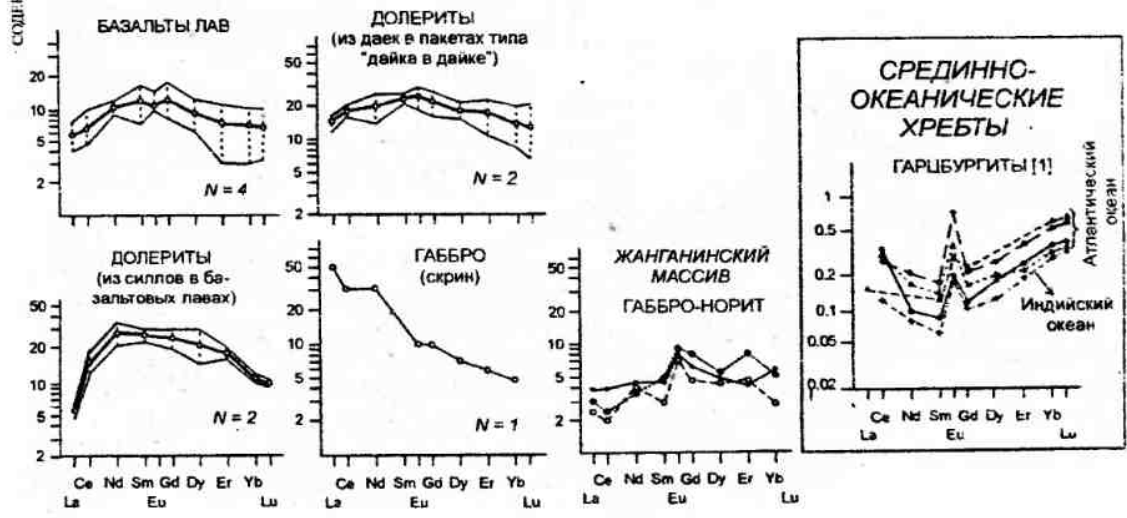


Рис. 1. Окончание.

рам-Пз; габбро из скрина в дайковом фрагменте западного экзоконтакта гипербазитового массива Сьум-Кей) или характеризуются W-образным распределением с положительной Eu-аномалией (габбро восточного обрамления массива Сьум-Кей). Распределения, аналогичные последним, имеют пироксениты, гарцбургиты и дуниты этого массива и амфиболиты его северного обрамления. В **Войкарском** блоке габбро, вмещающие долеритовые дайки, обогащены все более легкими РЗЭ. В **Тагильском** блоке габбро Платиноносного пояса характеризуются обогащенностью все более легкими РЗЭ (габбро-нориты и роговики Кумбинского массива; пегматоидные габбро Княсьпинского массива) и W-образным распределением при положительной Eu-аномалии (габбро с постепенным переходом в пироксениты Княсьпинского массива). В поляковском офиолитовом фрагменте **Магнитогорского** блока состав РЗЭ в габбро близок хондритовому или слабо обогащен все более легкими РЗЭ. В хабарнинском офиолитовом фрагменте этого же блока габбро и пироксениты имеют преимущественно W-образное распределение с положительной Eu-аномалией (массив г. Кирпичной, скрины в дайковом комплексе, развитом западнее-юго-западнее Хабаровинского гарцбургитового массива как на российской территории между реками Губерля и Урал, так и на казахской - по р. Тонатар). Аналогичные W-образные распределения РЗЭ установлены в гарцбургитах Хабаровинского гарцбургитового массива и частично серпентинизированных гипербазитах из скринов в российской части дайкового комплекса. Встречаются габбро со слабой обогащенностью все более тяжелыми РЗЭ. В **Мугоджарском** блоке роговообманково-анортитовые габбро, рассекаемые сериями параллельных долеритовых даек, характеризуются обогащенностью все более легкими РЗЭ, а габбро-нориты Жанганинского массива - слабой обогащенностью все более тяжелыми РЗЭ.

Из вышеизложенного следует, что однотипные породы различных габбро-гипербазитовых комплексов существенно различаются по составу РЗЭ, но намечаются общие черты состава РЗЭ для различных пород внутри дунит-гарцбургитовой или дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации. Установлено, что W-образные распределения с положительной Eu-аномалией развиты в габбро преимущественно альпинотипной ассоциации, а распределения с резко возрастающей обогащенностью все более легкими РЗЭ – преимущественно в габбро дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации. Последний тип распределения РЗЭ в породах платиноносной ассоциации отмечен и другими исследователями [17, 18, 19].

Какую возможную генетическую информацию несут установленные в породах габбро-гипербазитовых комплексов составы РЗЭ? Распределения РЗЭ, существенно обедненные (относительно хондрита) содержаниями средних редкоземельных элементов при резкой положительной Eu-аномалии впервые были обнаружены Ши в гарцбургитах, преимущественно приуроченных к рифтогенным структурам, и названы им “V-образными составами РЗЭ” [1]. Этим названием подчеркивалась обедненность (по сравнению с хондритом) содержаниями средних РЗЭ, но не отражалось наличие резкой положительной Eu-аномалии. Для такого типа составов РЗЭ предложен [14] термин “W-образное распределение РЗЭ”, отражающий одновременно и обедненность средними РЗЭ, и наличие резкой положительной Eu-аномалии в породах. Причина появления таких распределений РЗЭ в гарцбургитах как реститах вначале обсуждалась Ши, затем – Ю.А.Балашовым [1]. Согласно проведенным мною исследованиям и расчетам, гарцбургиты с W-образным распределением РЗЭ правомочно рассматривать в качестве реститов, возникших при парциальном плавлении минеральной ассоциации шпинелевых лерцолитов недеплетированной верхней мантии на глубинах 30-60 км [14, 15]. W-образные составы РЗЭ в гарцбургитах, развитых в современных срединно-океанических хребтах [1], показаны на рис. 1.

Наличие в габбро W-образных распределений РЗЭ, аналогичных таковым в гарцбургитах и дунитах альпинотипной ассоциации Урала и реститовых гарцбургитах СОХ, дает основание предполагать реститовую природу габбро (и части пироксенитов) с таким распределением РЗЭ. Высокая обогащенность габбро и пироксенитов дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации все более легкими РЗЭ, ассоциация этих габбро с платиноносными дунитами, абсолютно аналогичными платиноносным дунитам на щитах [4], щелочная тенденция [9] тренда в направлении ряда пироксениты – разнообразные габбро – габбро-нориты (роговики) на петрохимической диаграмме $f\text{-SiO}_2$ (рис. 2), повсюду наблюдающиеся закаленные контакты долеритовых даек комплекса с габбро, присутствие скринов габбро между параллельными долеритовыми дайками в этом комплексе и ряд других признаков позволяют считать габбро, как и всю дунит-клинопироксенит-габбровую ассоциацию, платформенными, доспрединговыми (для Урала) образованиями.

Из проведенных (см. рис. 1) диаграмм распределения РЗЭ следует, что составы РЗЭ в океанических базальтах резко отличны (за редкими исключениями) от таковых в габбро (будь то массивы или скрины между дайками) на всем протяжении спрединговой структуры Урала, что позволяет относить базальты и большинство габбро к производным различных эндогенных режимов, т.е. не к

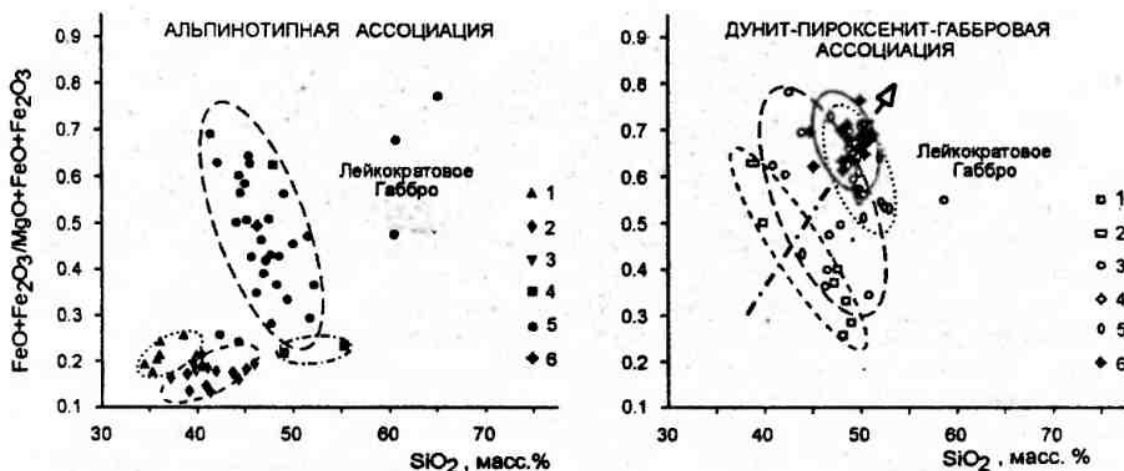


Рис. 2. Диаграммы изменения отношений $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} / \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ (f) в зависимости от содержаний SiO_2 в породах дунит-гарцбургитовой и дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации, развитых в океанической спрединговой структуре Урала.

Дунит-гарцбургитовая ассоциация: 1 – дуниты, 2 – гарцбургиты, 3 – перидотиты, 4 – пироксениты. 5 – габбро разнообразные, 6 – габбро-нориты. Дунит-клинопироксенит-габбровая ассоциация: 1 – пироксениты, 2 – горнблендиты, 3 – габбро разнообразные, 4 – габбро-нориты, 5 – роговики. 6 – габбро-нориты [3, 5]. Все анализы, за исключением последних, принадлежат автору.

комагматичным образованиям. Действительно, вариации состава РЗЭ в рассматриваемых базальтах можно достаточно корректно трактовать с позиций частичного плавления разноглубинных минеральных ассоциаций верхней мантии [14, 15]. Составы же РЗЭ в габбро дунит-гарцбургитовой ассоциации обусловлены, вероятнее всего, их реститовой природой, а в габбро дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации – происхождением пород ассоциации в условиях платформенного геотектонического режима. Многочисленны и петро-геохимические различия между рассматриваемыми базальтами и габбро. В частности, обращает на себя внимание характер трендов составов пород на диаграмме f-SiO₂ (рис. 2). Известно, что для океанических базальтов Урала характерен толеитовый тренд дифференциации [14]. В отличие от базальтов в габбро альпинотипной ассоциации зависимость между этими параметрами надежно обратная. Обратная она и в платиноносной ассоциации внутри типов пород (пироксенитов, разнообразных габбро, габбро-норитов и апогаббро-норитовых роговики). Наличие в габбро (пироксенитах) обратной зависимости между f и SiO₂, не свойственной магматическим сериям, нуждается в петрогенетическом анализе, причем отдельно для пород дунит-гарцбургитовой и дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциаций. Это особый вопрос, не являющийся предметом настоящей статьи. В редких случаях габбро по составу РЗЭ сопоставимы с долеритами (субхондритовое распределение) и, вероятно, могут рассматриваться в качестве производных единого магматического источника.

Список литературы

1. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 268 с.
2. Бочкарев В.В. Магматические формации северной части Приполярного Урала. Свердловск, 1990. 68 с.
3. Ефимов А.А., Ефимова Л.П. Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. 336 с.
4. Ефимов А.А., Таврин И.Ф. О генетическом единстве платиноносных дунитов Урала и Алданского щита // Докл. АН СССР. 1978. Т. 243, N 4. С. 991-994.
5. Ефимов А.А. Габбро-гипербазитовые комплексы Урала и проблема офиолитов. М.: Наука, 1984. 232 с.
6. Иванов К.С. К геологии вулканогенных толщ западных Мугоджар. Свердловск. 1983. 71 с.
7. Иванов К.С., Шмелев В.Р. Платиноносный пояс Урала – магматический след раннепалеозойской зоны субдукции // Докл. РАН. 1996. Т. 347, N 5. С. 649-652.
8. История развития Уральского палеоокеана. М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1984. 165 с.
9. Йодер Г.С., Тилли К.Э. Происхождение базальтовых магм. М.: Мир, 1965. 248 с.
10. Пучков В.Н., Иванов К.С. Новые данные по тектонике Урала // Геотектоника. 1987. N 2.

11. *Пушкарёв Е.В., Ферштатер Г.Б., Беа Ф.* Геохимия РЗЭ как критерий принадлежности Восточно-Хабарнинского комплекса к гипербазит-габбровым ассоциациям платиноносного типа // Ежегодник-1995 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1996. С. 90-93.

12. *Семенов И.В., Коленко Л.И., Штенке А.А.* РЗЭ в базальтах вулканогенных формаций Уральской эвгеосинклинали // Редкие элементы в горных породах Урала. Свердловск, 1980, С. 36-64.

13. *Семенов И.В.* Палеозойский океанический рифтовый вулканизм Урала // Геология и палеонтология Урала. Свердловск, 1986. С. 115-123.

14. *Семенов И.В.* Состав РЗЭ в палеоокеанических базальтах Урала и океанских толеитах как индикатор глубин парциального плавления в верхней мантии. Свердловск, 1990. 66 с.

15. *Семенов И.В.* Реконструкция по РЗЭ глубин парциального плавления в мантии и их влияния на вариации состава толеитов океанического типа и комплементарных реститов // Тезисы докладов XVI Всесоюзного симпозиума "Геохимия магматических пород". М., 1991. С. 108-109.

16. *Ферштатер Г.Б., Бородина Н.С., Пушкарёв Е.В., Чащухина В.А.* Габбро и гранитоиды, ассоциированные с гипербазитами Кемпирсайского и Хабарнинского массивов на Южном Урале. Свердловск, 1982. 75 с.

17. *Ферштатер Г.Б., Беа Ф.* Геохимическая типизация уральских офиолитов // Геохимия. 1996. № 3. С. 195-218.

18. *Ферштатер Г.Б., Пушкарёв Е.В.* Некоторые вопросы петрогенезиса дунит-клинопироксенит-габбровой серии Платиноносного пояса Урала // Ежегодник-1996 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1997. С. 81-86.

19. *Шмелев В.Р., Седлер И., Борз Г.* Петролого-геохимические особенности пород Тагильского Платиноносного массива // Ежегодник-1996 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1997. С. 89-92.

20. Эвгеосинклиналильные габбро-гранитные серии // *Г.Б. Ферштатер, Л.В. Малахова, Н.С. Бородина и др.* М.: Наука, 1984. 264 с.

21. *Язева Р.Г., Бочкарев В.В.* Войкарский вулcano-плутонический пояс (Полярный Урал). Свердловск, 1984. 159 с.

22. *Язева Р.Г., Бочкарев В.В.* Силурийская островная дуга Урала: структура, развитие, геодинамика // Геотектоника. 1995. № 6. С. 32-44.