

**Редкоземельная минерализация монзонит-порфиритов Шартымского массива  
(Балбукский комплекс, Южный Урал)**

*A.A. Samigullin, I.R. Rakhimov*  
*Institute of Geology UFRC RAS, Ufa, Russia*

**Rare earth mineralization of monzonite porphyrites of Shartym pluton  
(Balbuk complex, South Urals)**

**Abstract.** The eastern part of the Shartym pluton (Balbuk complex, South Urals) consists of monzonite-porphyrates. Phenocrysts are composed of clinopyroxene and plagioclase. Rare earth mineralization includes REE-bearing epidote and allanite in contrast to phase 2 rhyolite porphyries, which, in addition to the above minerals, contain monazite and xenotime.

*Введение.* Шартымский массив расположен на северном замыкании Магнитогорской мегазоны и традиционно относится к балбукскому комплексу [Анисимов и др., 1983; Холоднов и др., 2009]. Он характеризуется изометричными очертаниями, хорошо выражен в рельефе, его относительная высота – 180 м. Локализован массив в вулканогенно-осадочных породах верхнего девона и нижнего карбона: бугодакская толща ( $D_3bd$ ) сложена туфами и туфопесчаниками базальтов и андезибазальтов; зилаирская свита ( $D_3-C_1zl$ ) – полимиктовыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с карбонатным цементом; кизильская свита ( $C_1kz$ ) – известняками. Массив является полифазным: южная, юго-восточная и восточная части состоят из монзонит-порфиритов 1 фазы балбукского комплекса; центральная и западная части массива сложены риолит-порфирами 2 фазы балбукского комплекса [Анисимов и др., 1983]. Петрогеохимические и минералогические особенности и РЗЭ минерализация гранитоидов 2 фазы описаны в работах [Самигуллин, Рахимов, 2023а; 2023б]. Целью данной работы является описание РЗЭ минерализации монзонит-порфиритов 1 фазы.

*Методы исследований.* Из образцов магматических пород Шартымского массива изготовлены петрографические шлифы и полированные пластины, которые изучались под поляризационным микроскопом Carl Zeiss Axioskop 40. Электронно-микроскопические исследования с определением составов минералов проводились на СЭМ Tescan Vega Compact с ЭДС Xploer 15 Oxford Instruments при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе зонда 3–4 нА и времени накопления спектра в точке 20 с в режиме «Point&ID» (оператор С.С. Ковалев). Исследования проводились в Институте геологии УФИЦ РАН (г. Уфа).

*Результаты и обсуждение.* Изученные монзонит-порфириты обладают порфировидной структурой (рис. 1). Фенокристаллы представлены субидiomорфным серицитизированным и альбитизированным плагиоклазом (размер 1–2 мм) и ксеноморфным клинопироксеном (размер 0.5–3 мм), который по химическому составу соответствует диопсиду (рис. 2а). В основной массе присутствуют плагиоклаз, клинопироксен и хлорит. Вторичные минералы – эпидот, серицит, амфибол и хлорит. Из аксессуарных минералов установлены титанит, магнетит, ильменит, апатит, циркон, алланит.

РЗЭ минерализация представлена РЗЭ-содержащим эпидотом и алланитом-Се. РЗЭ-содержащий эпидот в монзонит-порфирах образует ксеноморфные выделения размером от 10 до 50 мкм в интерстициях минералов основной массы (рис. 3а). Эпидот содер-

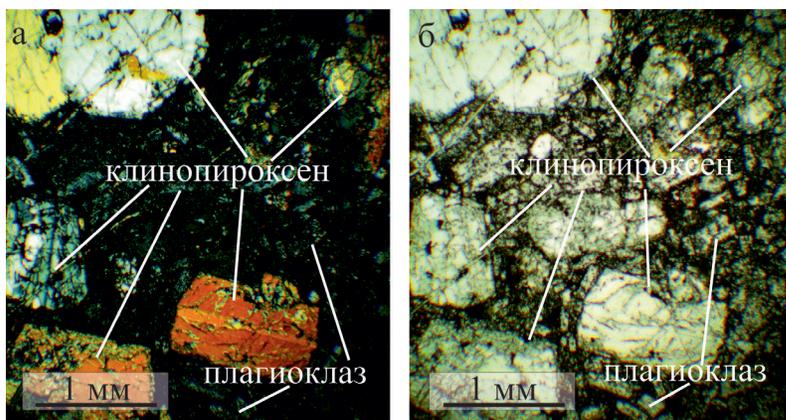


Рис. 1. Порфиридная структура монзонит-порфиров. Фото в поляризованном свете (никели: а – скрещены, б – параллельны).

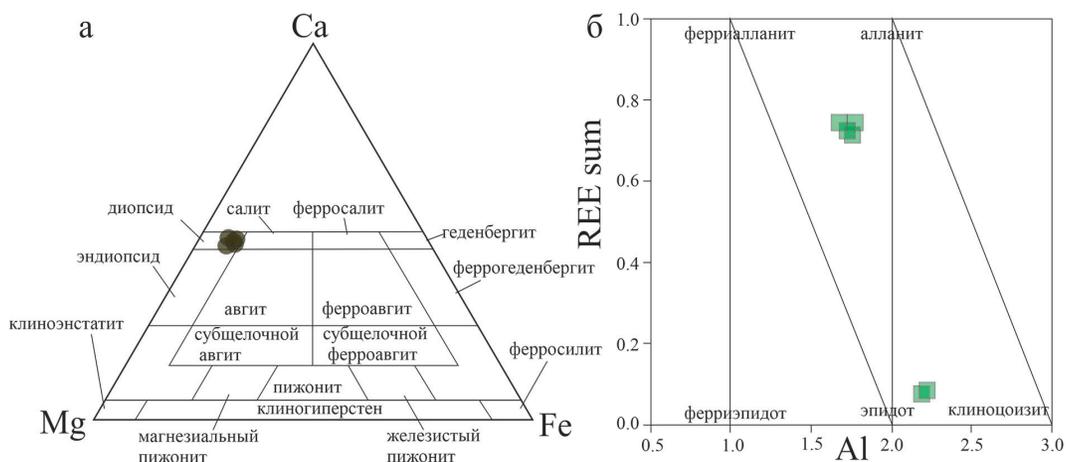


Рис. 2. Классификационная диаграмма для клинопироксенов [Morimoto, 1988] (а) и эпидота и алланита [Petrik et al., 1995] с использованием результатов пересчета анализов на кристаллохимические формулы (б) для монзонит-порфиров Шартымского массива.

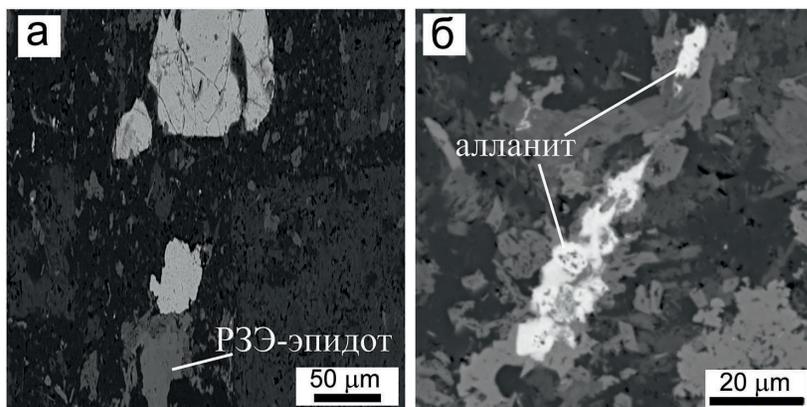


Рис. 3. РЗЭ-минерализация монзонит-порфиров Шартымского массива: а – РЗЭ-содержащий эпидот, б – алланит-Се. BSE-изображения.

## Химический состав РЗЭ-содержащего эпидота и алланита-Се (мас. %)

Компоненты	РЗЭ-содержащий эпидот		Алланит-Се			
	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	37.41	36.81	36.11	30.19	32.38	32.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.41	23.15	7.41	9.68	13.81	10.58
CaO	21.11	20.95	10.29	11.29	16.10	11.61
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.40	0.35	–	–	–	–
MnO	0.92	0.87	–	–	–	–
TiO <sub>2</sub>	–	–	3.45	2.42	1.74	2.45
CoO	–	–	0.23	–	–	–
FeO	12.12	12.68	17.91	18.74	17.17	17.99
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.63	1.68	5.94	5.91	3.73	5.00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.45	2.53	10.83	12.21	6.47	10.30
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	0.83	0.45	0.80
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.66	0.79	2.85	3.28	1.51	2.79
Сумма	100.11	99.81	95.72	95.18	93.77	95.39

жит (мас. %) MnO до 0.92, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 0.40, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.63–1.68, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.45–2.53 и Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.66–0.79 (табл.). Алланит-Се образует ксеноморфные выделения размером от 10 до 55 мкм, которые приурочены к контактам зерен эпидота с амфиболом (рис. 3б), а также тесно ассоциирует с РЗЭ-содержащим эпидотом. Доминирующим среди лантаноидов является Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6.47–12.21, подчиненную роль играют (мас. %) La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.73–5.94, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0–0.83 и Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.51–3.28 (табл.). На диаграмме Al–REE (формульные коэффициенты), содержания  $\Sigma$ РЗЭ в алланите-Се составляют 0.75 к.ф. при пониженных значениях Al в отличие от таковых в РЗЭ-содержащем эпидоте ( $\Sigma$ РЗЭ < 0.1) (рис. 2б).

*Выводы.* В монцонитах-порфиритах Шартымского массива обнаружена редкоземельная минерализация, представленная алланитом-Се и РЗЭ-содержащим эпидотом, которая отличается от минерализации риолит-порфиров 2 фазы отсутствием монацита и ксенотима. Ранее отнесение монцонит-порфиров изучаемого массива к балбукскому комплексу некоторыми исследователями ставилось под сомнение, однако присутствие РЗЭ-содержащего эпидота является типоморфной особенностью этих пород [Макагонов, Котляров, 2016] и подтверждает, что восточная часть массива относится к балбукскому комплексу.

*Исследования выполнены за счет гранта РНФ № 22-77-10049.*

## Литература

Анисимов И.С., Сопко Л.Н., Ямаев Ф.А. и др. Отчет по геологическому доизучению масштаба 1:50000 Северо-Учалинской площади (планшеты: N-40–48В-б, в, г; N-40–59Б-б, г; N-40–60А; N-40–72А) за 1978–1983 гг., Уфа, 1983.

Самигуллин А.А., Рахимов И.Р. РЗЭ-минерализация гранитоидов Шартымского массива (Балбукский комплекс, Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2023. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2023а. С. 166–170.

Самигуллин А.А., Рахимов И.Р. Минералого-геохимические особенности гранитных массивов Аушкуль, Каматал и Шартым (Балбукский комплекс, Южный Урал) // Геологический вестник. 2023б. № 3. С. 74–86.

Макагонов Е.П., Котляров В.А. Редкоземельная минерализация в щелочных и субщелочных породах Балбукского комплекса (Южный Урал) // Минералогия. 2016. № 2. С. 34–43.

Холоднов В.В., Шагалов Е.С., Бородина Н.С. Гранитоидный магматизм северной части Магнитогорской мегазоны: петрогенезис, геохимическая и металлогеническая эволюция (Ац, Мо, W и др.) // Вестник Уральского отделения РМО. 2009. № 6. С. 3–29.

Morimoto N. Nomenclature of pyroxenes // Mineralogy and Petrology. 1988. Vol. 39. P. 55–76.

Petrík I., Broska I., Lipka J., Šiman P. Granitoid allanite-(Ce) substitution relations, redox conditions and REE distributions (on an example of I-type granitoids, Western Carpathians, Slovakia) // Geologica Carpathica. 1995. Vol. 46. P. 79–94.

**А.Б. Немов, Е.В. Медведева**

*Южно-Уральский федеральный научный центр  
минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс, Россия  
ya.andrew808@yandex.ru*

## **Тектониты апосиенитовой пластины Центральной щелочной полосы Ильмено-Вишневогорского полиметаморфического комплекса, Южный Урал**

**А.В. Немов, Е.В. Медведева**

*South Urals Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology UB RAS,  
Miass, Russia*

### **Tectonites of an after-syenite sheet of Central alkaline band of the Imeny-Vishnevogorsky polymetamorphic complex, South Urals**

**Abstract.** The work presents the results of studies of tectonites from an after-syenite tectonic sheet from the Central alkaline band of the Imeny-Vishnevogorsky polymetamorphic complex, South Urals. The varying composition of mineral assemblages of tectonites indicates the replacement of high-temperature by low-temperature assemblages. The replacement processes in minerals and geochemical features of rocks indicate the redistributions of elements in rocks under continental crustal conditions with the change in regimes silicic-alkaline metasomatism.

*Введение.* Ильмено-Вишневогорский полиметаморфический комплекс (ИВПК) на Южном Урале широко известен в мире богатством минерального разнообразия, которое, прежде всего, связано с породами щелочно-карбонатитовой ассоциации с миаскитовыми массивами (Ильменогорским и Вишневогорским) и породами Центральной щелочной полосы (ЦЩП), где выделяют щелочные метасоматиты, автохтонные миаскиты и сиениты, меланократовые карбонатно-силикатные породы и карбонатиты [Левин и др., 1997]. В пределах Ильменогорского массива в вертикальном разрезе выделяют подинтрузивный, интрузивный и надинтрузивный субкомплексы. Породы ЦЩП расположены в зоне максимального давления Уфимского субширотного выступа. Существуют представления о том, что оба миаскитовых массива слагали единое тело, которое при коллизионных процессах было разьединено и растянуто в осевой части ИВПК. В районе ЦЩП проявлено чешуйчато-блоковое строение, обусловленное широким развитием преимущественно субширотных меридиональных разрывных нарушений [Юрецкий и др., 1982; Баженов и др., 1992; Петров и др., 2015], наиболее крупные из которых (с запада на восток) – Селянкинско-Вишневогорский и Таткульский. Исследование вещественного состава пород и их структурно-текстурных особенностей позволило установить присутствие меридионально вытянутых пластин, сложенных породами, испытывавшими динамометаморфизм. По вещественному составу выделяются апосиенитовая, апогнейсовая, гранодиоритовая и другие пластины. Цель данной работы – определение сте-