

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПЕТРОГЕОХИМИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ВУЛКАНОГЕННОЙ ТОЛЩИ АМУРСКОГО СТРАТИФОРМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© **М.В. Сначёв,**

руководитель направления,
ООО «Газпромнефть Научно-технический центр»,
Набережная реки Мойки, 75,
190000, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация,
эл. почта: Snachev.MV@gazpromneft-ntc.ru

© **А.В. Сначёв**

кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник,
Институт геологии,
Уфимский научный центр РАН,
ул. К. Маркса, 16/2, 450077,
г. Уфа, Российская Федерация,
эл. почта: SAVant@rambler.ru

В работе рассмотрена геология, петрогеохимия и геодинамические условия формирования надрудной вулканогенно-осадочной толщи Амурского стратиформного цинкового месторождения. Показано, что породы эффузивной и интрузивной фаций являются комагматическими. Они представляют собой единую вулканоплутоническую ассоциацию. Это субщелочные, характеризующиеся натриевой специализацией ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1-20$, обычно 5-10; сумма щелочей до 8,12%), высокотитанистые породы (1,31-3,3%), со стабильно высокими значениями $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,30-1,15\%$, лишенные более кислых петрографических разностей. Во всех петрографических разностях вулканогенных, интрузивных и вулканогенно-осадочных пород, вне зависимости от степени раскристаллизации и структурных особенностей, наблюдается один и тот же характер распределения хондрит-нормированных значений РЗЭ, отличающийся явным преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми.

Базальты и диабазы по петрохимическим параметрам сопоставимы с вулканитами греховской толщи ($\text{C}_{1f_2-v_1}$) Магнитогорско-Богдановского грабена, а габброиды – с представителями богдановского типа габбро-гранитной формации Магнитогорской мегазоны.

Основные эффузивы вулканогенной толщи Амурского месторождения резко отличаются от базальтов и андезитобазальтов нижележащей флишоидной толщи как по петрогеохимическим характеристикам, так и геодинамическим условиям образования. При сравнении базальтоидов вулканогенной и флишоидной толщ с основными эффузивами различных геодинамических обстановок обнаруживается сходство первых из них с континентально-рифтогенными образованиями и резкое отличие от островодужных и океанических, а вторых – полная аналогия с островодужными. По всему комплексу петрогенных и малых элементов габброиды отвечают внутриплитным субщелочным базальтам.

Ключевые слова: Амурское месторождение, петрогеохимия, габбро, габбро-диабазы, вулканогенные породы, интрузивные породы, греховской комплекс, редкоземельные элементы, Магнитогорская мегазона, Магнитогорско-Богдановский грабен

© **M.V. Snachev¹, A.V. Snachev²**

NEW DATA ON PETROGEOCHEMISTRY IGNEOUS ROCKS VOLCANIC STRATA AMUR STRATIFORM DEPOSIT (SOUTH URALS)

¹ LLC Gazpromneft NTC
75, naberezhnaya reki Moyki,
190000, St. Petersburg, Russian
Federation,
e-mail: Snachev.MV@gazpromneft-ntc.ru

² Institute of Geology,
Ufa Scientific Centre, Russian Academy
of Sciences,
16/2, ulitsa K. Marksa,
450077, Ufa, Russian Federation,
e-mail: SAVant@rambler.ru

This paper considers geology, geochemistry and petro-geodynamic conditions for the formation of the above-ore volcano-sedimentary units of the Amur stratiform zinc deposit. It is shown that volcanic and intrusive rocks are comagmatic and represent a single volcano-plutonic association. These are sub-alkaline rocks characterized by the sodium specialization ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1-20$, typically 5-10; the amount of alkali is up to 8.12%), high titanium content (1.31-3.3%), with a consistently high values of R_2O_5 (0.30-1.15%), and the absence of more acidic petrographic types. All petrographic types of volcanic, intrusive and volcano-sedimentary rocks, regardless of the degree of crystallization and structural features, have one and the same distribution pattern of chondrite-normalized REE plots, with a clear-cut predominance of LREE over HREE.

According to their petrochemical parameters, the basalts and diabases are comparable to volcanites of the Grekhovo strata ($\text{C}_{1f_2-v_1}$) of the Magnitogorsk-Bogdanovka Graben, whereas the gabbroids are comparable to Bogdanovka-type rocks of the gabbro-granite formation of the Magnitogorsk Megazone.

Basic effusives of the volcanic strata of the Amur deposit differ sharply from basalts and basaltic andesites of the underlying flyschoid strata both by petrogeochemical and geodynamic conditions of their formation.

Comparison reveals similarity of the basalts in the volcanic and flyschoid strata with continental rift rocks and sharp contrast with island arc and oceanic ones and also a complete analogy of the basic effusives in different geodynamic settings with island arc rocks. According to the entire range of petrogenic and minor elements the gabbroids correlate with sub-alkaline intraplate basalts.

Key words: Amur deposit, petro-geochemistry, gabbro, gabbro diabase, volcanic rocks, intrusive rocks, Grekhovskoy complex, REE, Magnitogorsk Megazone, Magnitogorsk-Bogdanovka Graben

Амурский рудный район расположен на стыке Восточно-Уральской и Магнитогорской мегазон Южного Урала. В структурном отношении Амурское месторождение находится на восточном крыле одноименной синклинали и представляется в виде брахиантиклинальной складки, осложняющей крыло синклинали. В геологическом разрезе месторождения выделяются три толщи (снизу вверх): молассоидная (D_1 - D_2), терригенно-осадочная – флишоидная (D_2 - D_3) и вулканогенная (С.) [1; 2] (рис. 1). Названия первых двух толщ представляются нам достаточно условными: по характерным признакам они далеки и от молассы, и от флиша.

Отложения **молассоидной толщи** представлены переслаивающимися кварцитами и кварц-полевошпатовыми породами, образованными по аркозовым песчаникам. Верхний контакт толщи по керну отчетливый без видимого несогласия и признаков тектонических нарушений.

На карте жирная пунктирная линия – геологический отвод; пунктирная линия с двумя точками – проекция рудного тела на поверхность

Отложения **терригенно-осадочной** (флишоидной) **толщи** развиты в центральной части участка. Общая мощность вскрытых отложений около 850 м. В составе толщи выделяются две пачки: 1) нижняя сложена полевошпат-кварц-биотитовыми, биотитовыми, биотит-хлоритовыми, хлоритовыми, известково-глинистыми и глинистыми сланцами, мраморизованными и доломитизированными известняками; 2) верхняя, содержащая главное рудное тело, представлена в основном глинисто-углеродистыми сланцами с прослоями карбонатных пород и редко андезитобазальтов. Углеродистые отложения флишоидной толщи месторождения, как нами показано ранее [3], весьма перспективны на золото и вольфрам, что характерно для всей субмеридиональной полосы западного обрамления

Восточно – Уральского поднятия [4; 5], а также ряда участков Башкирского мегантиклинория [6; 7].

По находке конодонта плохой сохранности в карбонатных породах этой толщи (*Hindeodella sp.*, определение К.С. Иванова) возраст может быть определен не древнее силура [8]. Криноидеи плохой сохранности, обнаруженные в рудовмещающей углеродисто-терригенной толще [9], позволили отнести ее к силуру – среднему девону. По аналогии с более северными районами возраст толщи принимается средне-позднедевонским.

Образования **вулканогенной толщи** развиты в основном в западной части площади месторождения, где они представлены в основании разреза мелкообломочными туфами и туффитами основного состава. Выше по разрезу размерность обломочного материала увеличивается, и в верхней части толщи преобладают грубообломочные ксенотуфы. В тонкообломочных туфах иногда отмечались тонкие прослои осадочных пород (глинистых сланцев, алевролитов, известняков), а в грубообломочных – прослои кластолав базальтового и андезибазальтового состава. Породы терригенной и вулканогенной толщ прорваны дайками высокотитанистых габбро и габбро-диабазов.

Породы рудовмещающей флишоидной толщи метаморфизованы в условиях альбит-эпидот-биотитовой субфации зеленосланцевой фации с локальным проявлением более высокотемпературной ступени метаморфизма в восточной части месторождения под действием теплового поля крупного Сундукского гранитного массива [3].

Изученные нами **вулканогенные породы** практически полностью представлены базальтами субщелочного ряда, более кислые разновидности встречаются очень редко, это как правило риодациты. На классификационной диаграмме составы пород надрудной толщи большей частью попадают в поля трахибазальтов натриевого ряда (гавайитов).

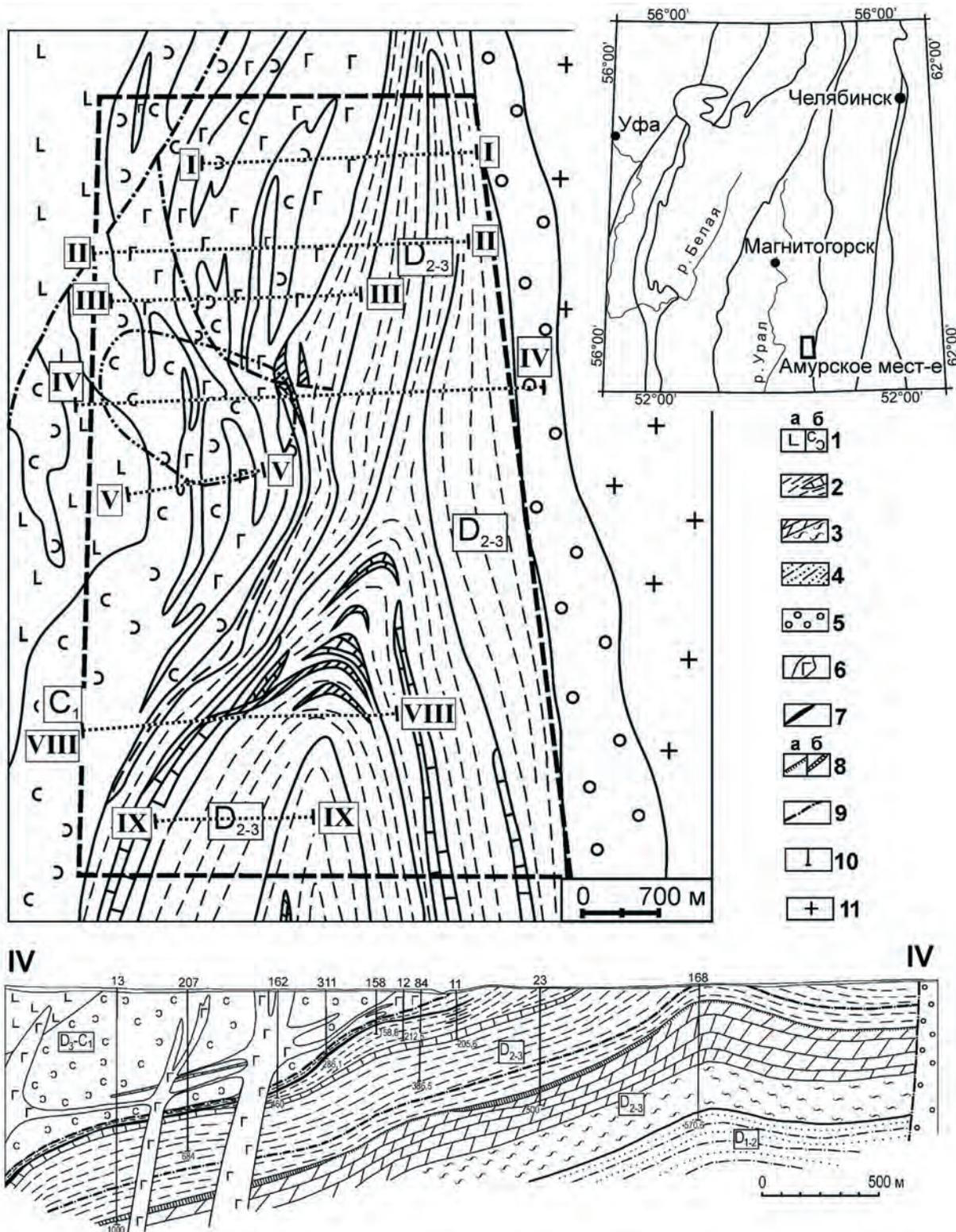


Рис. 1. Геологическая карта и разрез Амурского месторождения (составлена А.Д. Штейнбергом и др. в 1976 г.):

1–5 – стратиграфические подразделения: 1 – вулканогенная толща (D_3-C_1): базальты и андезибазальты (а), вулканогенно-осадочные породы основного состава (б); 2 – флишиодная толща (D_{2-3}), верхняя пачка: углеродисто-глинистые, углеродисто-глинисто-известковистые сланцы и ритмиты с прослоями мраморизованных известняков; 3 – флишиодная толща (D_{2-3}), нижняя пачка: метаморфические сланцы и мраморизованные известняки; 4 – молассоидная толща (D_{1-2}): гранитизированные аркозовые песчаники; 5 – полимиктовые песчаники рымникской свиты (О); 6 – интрузивные тела высокотитанистых габброидов; 7 – рудные тела верхнего рудоносного горизонта Амурского месторождения (на поверхности – выходы бурых железняков); 8 – нижний рудоносный горизонт (а) и прогнозируемые рудные тела (б); 9 – тектоническая зона; 10 – некоторые скважины и их глубины; 11 – граниты Суундукского массива

Все изученные нами магматические породы характеризуются натриевой специализацией ($Na_2O/K_2O = 1-20$, обычно $5-10$), повышенными значениями суммы щелочей (до $8,12\%$) (рис. 2А), а также стабильно высокими содержаниями TiO_2 ($1,31-3,3\%$), P_2O_5 ($0,30-1,15$). Примечательно, что: 1) поля туфов, туффитов и туфопесчаников на всех диаграммах перекрываются с полем базальтов; 2) андезитобазальты флишоидной толщи резко отличаются от базальтов вулканогенной толщи, как по щелочам, так и TiO_2 , P_2O_5 и т.д.

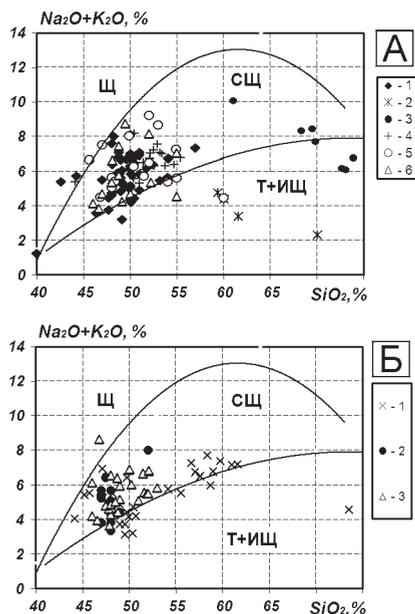


Рис. 2. Диаграмма $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$ для вулканогенных (А) и интрузивных (Б) пород Амурского месторождения и Магнитогорско-Богдановского грабена:

(А) 1 – базальты вулканогенной толщи, 2 – андезитобазальты флишоидной толщи, 3 – риолиты, 4 – туффиты, туфы, туфопесчаники, 5 – базальты березовского комплекса, 6 – базальты греховского комплекса; (Б) 1 – габбро, габбро-диабазы вулканогенной толщи, 2 – габбро, габбро-диабазы флишоидной толщи, 3 – диабазы

При сравнении базальтоидов вулканогенной толщи Амурского месторождения с основными эффузивами различных геодинамических обстановок обнаруживается их сходство с континентально-рифтогенными образованиями [10–12] и резкое отличие от островодужных и океанических. Особенно отчетливо это иллюстрирует диаграмма $(Na_2O+K_2O) - TiO_2$ (см. рис. 3). На диаграмме $al' - TiO_2$ рой точек, характеризующих составы базальтов Амурского месторождения, охватывает одновременно поля базальтов как

эпиплатформенных, так и эпиорогенных рифтов. В то же время андезитобазальты флишоидной (рудовмещающей) толщи попадают в островодужное поле.

Сопоставление базальтоидов вулканогенной толщи Амурского месторождения с основными вулканитами, слагающими различные возрастные уровни в пределах Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон, показало, что они обнаруживают практически полное сходство лишь с базальтами греховской толщи ($C_1t_2-v_1$), выделенной Д.Н. Салиховым и др. [13; 14] в пределах Магнитогорско-Богдановского грабена и являющейся стратиграфическим аналогом надежно датированной березовской свиты ($C_1t_2-v_2$).

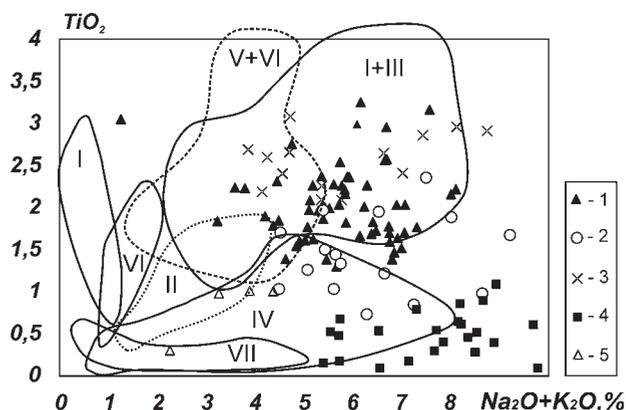


Рис. 3. Диаграмма $(Na_2O+K_2O) - TiO_2$ для базальтоидов различных геодинамических обстановок и Амурского месторождения:

1 – базальты вулканогенной толщи Амурского месторождения, 2 – базальты березовского комплекса, 3 – базальты греховского комплекса, 4 – трахидацинты карбона Магнитогорской мегазоны, 5 – базальты флишоидной толщи.

Поля составов базальтов: I – эпиплатформенных континентальных рифтов, II – срединно-океанических хребтов, III – эпиорогенных континентальных рифтов, IV – островных дуг, V – океанических плит и островов, VI – траппов, VII – глубоководных желобов

По данным Д.Н. Салихова и других соавторов [14], в осевой части Магнитогорско-Богдановского грабена в раннекаменноугольное время вулканизм контролировался базальтами трещинного типа в виде излияний в пределах локальных раздвиговых зон (греховской комплекс, $C_1t_2-v_1$), а также вулканами центрального типа (березовский комплекс, $C_1t_2-v_2$) на его восточном плече. Для базальтов трещинного типа греховского комплекса характерными являются высокие содержания TiO_2 ($1,5-3,06\%$), K_2O+Na_2O ($4,62-7,05\%$;

в среднем 5,47%) и P_2O_5 (0,3–0,8 %). Редкоземельные элементы в греховских базальтах отчетливо фракционированы, легкие лантаноиды в них заметно преобладают над тяжелыми (La/Yb – отношения составляет 2,6–10,7). Кислые вулканиды (трахидациды, риодациты) для них не характерны и очень слабо развиты. Как видим, греховской комплекс представляет собой точную копию вулканогенной толщи Амурского месторождения.

Вулканогенно-осадочные породы по петрогеохимии обнаруживают значительное сходство с базальтами и диабазами, что может свидетельствовать о незначительном участии в их образовании ксеногенного материала.

Интрузивные породы, пространственно ассоциирующие с базальтами, обнаруживают более значительные вариации содержаний SiO_2 (рис. 2Б). Наряду с субщелочными габброидами, здесь встречаются диориты (монцодиориты). По комплексу петрогеохимических особенностей они идентичны габбро, габбро-диабазом, диабазом флишоидной толщи. Исходя из единой сериальной принадлежности всех представленных здесь магматических пород, габброиды и диориты следует считать комагматами базальтоидов надрудной толщи.

На диаграмме $TiO_2 - (K_2O+Na_2O)$ рассматриваемые интрузивные породы близки составам габбро-гранитной формации (рис. 4). При этом все их фигуративные точки перекрываются с роем точек, характеризующим состав пород интрузий Магнитогорской группы [15].

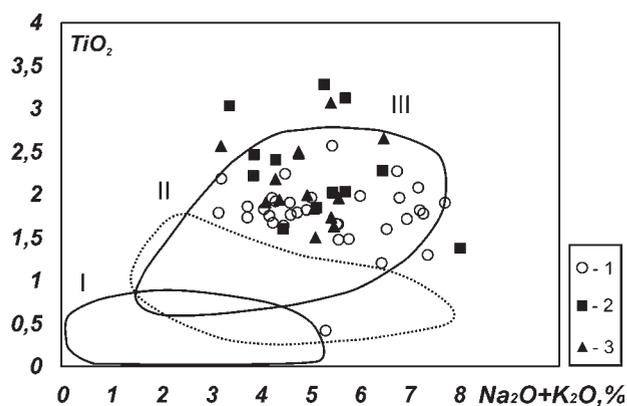


Рис. 4. Диаграмма $(Na_2O+K_2O) - TiO_2$ для габброидов Амурского месторождения и Магнитогорско-Богдановского грабена: 1 – габбро из вулканогенной толщи, 2 – габбро из флишоидной толщи, 3 – габбро-богдановского комплекса. Поля: I – офиолитовые габбро, II – габбро дунит-пироксенит-габбровой формации, III – породы габбро-гранитной формации

На диаграмме AFM для интрузивных пород Амурского месторождения характерен типичный субщелочной тренд дифференциации (рис. 5). Здесь также видим резкое их отличие как от офиолитовых габброидов, так и от интрузивных пород габбро-сиенитовой формации.

Примечательно, что габброиды Амурского месторождения практически ничем не отличаются от аналогичных пород богдановского типа Магнитогорско-Богдановского грабена, которые представлены умеренно-щелочными габбро, монцогаббро, реже монцодиоритами, микрогаббро. Это преимущественно дайки, силлы и более сложные по морфологии тела. Для них характерны высокие содержания $TiO_2 - 1,9-3,0 \%$, $Fe_2O_3+FeO - 11,0-13,9 \%$, $P_2O_5 - 0,3-0,7 \%$, резкое преобладание легких лантаноидов над тяжелыми ($La/Yb = 3,2-6,2$, $\Sigma TR = 96,2-154,5$ г/т) [13]. По содержанию микроэлементов габброиды отвечают внутриплитным субщелочным базальтам. Как видим, габброиды богдановского типа по подавляющему числу петрогеохимических характеристик повторяют как базальты греховского комплекса, так и базальты и габброиды вулканогенной толщи Амурского месторождения.

На диаграмме $Ti - Zr$, позволяющей разделять поля составов базальтов вулканических дуг, внутриплитных базальтов и базальтов срединно-океанических хребтов, все

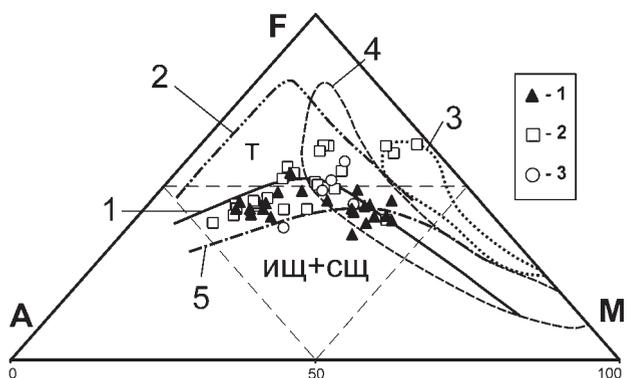


Рис. 5. Диаграммы AFM для плутонических пород надрудной толщи Амурского месторождения: 1 – 3 – составы пород; 1 – Амурского месторождения, 2 – габбро-гранитной формации, 3 – габбро-сиенитовой формации. Поля составов и тренды дифференциации – 1 – граница известково-щелочных (субщелочных) (ИЩ+СЩ) и толеитовых (Т) серий, 2 – габброиды Скергаардского интрузива, 3 – габбро срединно-океанических хребтов, 4 – габброиды офиолитов (Войкаро-Сыньинский массив) [16], 5 – габброиды массива Средний Крак [17]

фигуративные точки базальтов вулканогенной толщи Амурского месторождения попадают в поле внутриплитных базальтов.

В основных магматических породах Амурского месторождения (базальтах, туфах, туффитах, туфопесчаниках и габброидах) вне

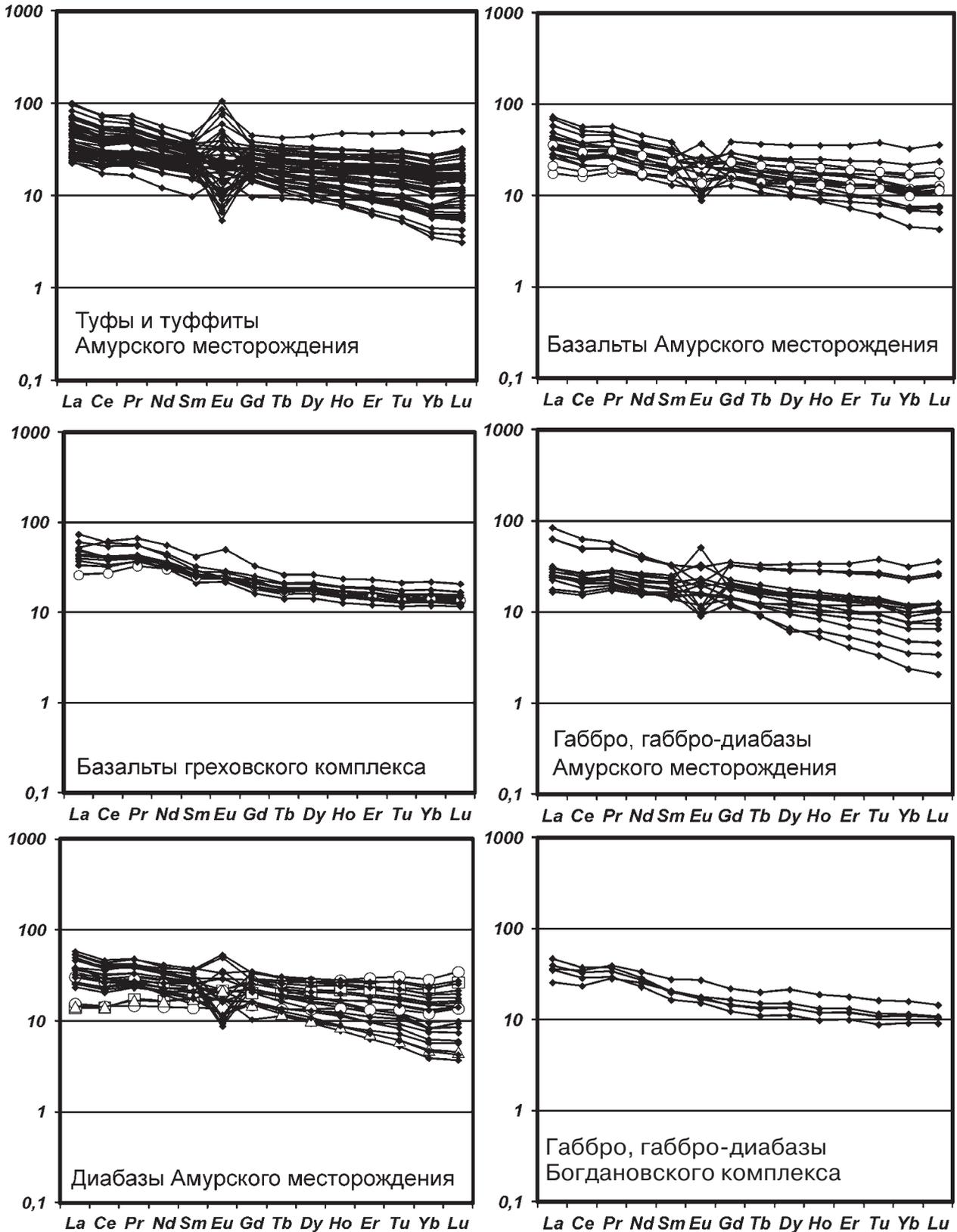


Рис. 6. Характер распределения РЗЭ (1-й тип) в базальтах, туфах, туффитах, габбро, габбро-диабаз, диабазам Амурского месторождения (данные авторов), а также базальтах греховского комплекса и габбро, габбро-диабазам богдановского комплекса Магнитогорско-Богдановского грабена [13]

зависимости от степени раскристаллизации и структурных особенностей наблюдается один и тот же характер распределения хондрит-нормированных значений РЗЭ – преобладание легких лантаноидов над тяжелыми (первый тип) ($La_N > Sm_N > Lu_N$) (рис. 6).

В породах с данным типом распределения РЗЭ содержание лантана меняется от 7,3 до 33,8 г/т, величина La_N – от 20 до 100 единиц; самарий содержится в количестве 0,76–10,2 г/т ($Sm_N = 10–50$ единиц), а концентрация лютеция варьирует в пределах 0,1–1,44 г/т ($Lu_N = 3–30$ единиц).

При заметном увеличении нормированных значений тяжелых лантаноидов проявляется довольно редкий второй тип распределения РЗЭ, для которого характерны примерно равные хондрит-нормированные содержания всех РЗЭ ($La_N \approx Sm_N \approx Lu_N$).

Анализ поведения РЗЭ в магматических породах вулканогенной толщи показывает полную аналогию распределения РЗЭ_N в эффузивах, туфах, туффитах и габброидах. Особенности поведения РЗЭ в рассматриваемых породах указывают на сходство их с субщелочными траппами.

Таким образом, базальты и габброиды вулканогенной толщи представляют собой единую вулcano-плутоническую ассоциацию. Первые из них являются аналогами греховской толщи ($C_1t_2-v_1$), а вторые – габброидов Магнитогорско-Богдановского грабена. Основные эффузивы вулканогенной толщи резко отличаются от базальтов и андезибазальтов флишовой толщи как по петрогеохимическим характеристикам, так и геодинамическим условиям образования. Первые из них образовались в рифтогенно-континентальной геодинамической обстановке, а флишовой – островодужной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медноколчеданные месторождения Урала: геологические условия размещения / под ред. В.А. Прокина. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 288 с.
2. Серавкин И.Б., Сначёв В.И. Стратиформные полиметаллические месторождения восточной провинции Южного Урала // Геология рудных месторождений. 2012. № 3. С. 20–27.
3. Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В. Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. 2010. Т. 8. № 2. С. 11–20.
4. Сначёв В.И., Муркин В.П. Новые данные по магматизму, метаморфизму и металлогении Кочкарской площади (Южный Урал). Препринт. Уфа БНЦ УрО АН СССР. 1989. № 24–89. 23 с.
5. Сначёв А.В., Рыкус М.В., Сначёв В.И. Благородные металлы в углеродистых отложениях южной части Арамильско-Сухтелинской зоны // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2003. С. 180–185.
6. Рыкус М.В., Сначёв В.И., Сначёв А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков: материалы Респ. науч.-практ. конф. Уфа: Тау, 2000. С. 179–191.
7. Сначёв В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В. Рудоносность углеродистых отложений северной части Ямантауского и Маярдакского антиклинориев (Ю. Урал) // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2007. № 6. С. 227–232.
8. Широбокова Т.И. Стратиформное полиметаллическое и баритовое оруденение Урала. Свердловск: УрО АН СССР. 1992. 141 с.
9. Артюшкова О.В., Куриленко А.В., Якупов Р.Р., Маслов В.А., Зианбердин Р.И. Новые данные о возрасте Амурского пирит-сфалеритового медноколчеданного месторождения (Ю. Урал) // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2007. № 6. С. 38–39.
10. Парначев В.П. Позднедокембрийские вулканогенно-осадочные комплексы Башкирского антиклинория // Доордовикская история Урала. Свердловск. 1980. Вып. 1. С. 50–60.
11. Ротару А.Ф. Машакская свита рифея Южного Урала: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Свердловск, 1983. 31 с.
12. Савельев Д.Е., Пучков В.Н., Ардисламов Ф.Р., Сначёв В.И. Вулканогенные породы машакской свиты среднего рифея: геология и петрогеохимия // Литосфера. 2009. № 4. С. 3–26.
13. Салихов Д.Н., Рахимов И.Р., Мосейчук В.М. Каменноугольный магматизм коллизионной эпохи на Южном Урале // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. № 10. 2013. С. 176–199.
14. Салихов Д.Н., Мосейчук В.М., Холоднов В.В., Рахимов И.Р. Каменноугольный вулкан – интрузивный магматизм Магнитогорско-Богдановского грабена в свете новых геолого-геохимических данных // Литосфера. 2014. № 5. С. 33–56.
15. Ферштатер Г.Б., Малахова Л.В., Бородин Н.С., Рапопорт М.С., Смирнов В.Н. Эвгеосинклинальные габбро-гранитные серии. М.: Наука, 1984. 264 с.
16. Савельева Г.Н. Габбро-гипербазитовые комплексы офиолитов Урала и их аналоги в современной океанической коре. М.: Наука. 1987. 246 с.
17. Сначёв В.И., Савельев Д.Е., Рыкус М.В. Петрогеохимические особенности пород и руд габбро-гипербазитовых массивов. Уфа, 2001. 212 с.

REFERENCES

1. Mednokolchedannye mestorozhdeniya Urala: geologicheskie usloviya razmeshcheniya [Massive sulphide deposits of the Urals: Geological conditions of their distribution]. V.A. Prokin (ed.). Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, 1985. 288 p. (In Russian).
2. Seravkin I.B., Snachev V.I. Stratiformnye polimetallicheskie mestorozhdeniya vostochnoy provintsii Yuzhnogo Urala [Stratiform polymetallic deposits of the eastern province of the South Urals]. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy – Geology of Ore Deposits. 2012, no. 3, pp. 20–27 (In Russian).
3. Snachev A.V., Snachev V.I., Rykus M.V. Perspektivy rudonosnosti uglerodistykh otlozheniy zapadnogo obramleniya Suyundukskogo granitnogo massiva [Prospects for ore-bearing potential of carbonaceous deposits along the western margin of the Suyunduk granite massif]. Neftegazovoe delo – Oil and Gas Industry, 2010, vol. 8, no. 2, pp. 11–20 (In Russian).
4. Snachev V.I., Murkin V.P. Novye dannye po magmatizmu, metamorfizmu i metallogenii Kochkarskoy ploshchadi (Yuzhnyy Ural) [New data on magmatism, metamorphism and metallogeny of the Kochkar area (South Urals)]. Preprint. Ufa, BNTs UrO AN SSSR, 1989, no. 24–89. 23 p. (In Russian).
5. Snachev A.V., Rykus M.V., Snachev V.I. Blagorodnye metally v uglerodistykh otlozheniyakh yuzhnogo chasti Aramilsko-Sukhtelinskoy zony [Noble metals in the sediments of the southern part of the carbon Aramil-Sukhtelya area]. Collected papers in geology. Information materials. IG UNTs RAN. Ufa, 2003, pp. 180–185 (In Russian).
6. Rykus M.V., Snachev V.I., Snachev A.V. Zoloto v dislotsirovannykh uglerodistykh tolshchakh paleokontinentalnogo sektora Yuzhnogo Urala [Gold in dislocated carbonaceous strata of the paleocontinental sector of the South Urals]. Geologicheskaya sluzhba i gornoe delo Bashkortostana na rubezhe vekov [Geological survey and mining industry of Bashkortostan at the turn of the century]. Proceedings of the Republican Science and Research Conference. Ufa, Tau, 2000, pp. 179–191 (In Russian).
7. Snachev V.I., Puchkov V.N., Savelyev D.E., Moseychuk V.M., Snachev A.V., Shiyanova A.A., Rykus M.V. Rudonosnost uglerodistykh otlozheniy severnoy chasti Yamantauskogo i Mayardakskogo antiklinoriev (Yu. Ural) [Ore potential of carbonaceous deposits in the northern part of the Yamantau and Mayardak Anticlinoria (South Urals)]. Collected papers in geology. IG UNTs RAN. Ufa, 2007, no. 6, pp. 227–232 (In Russian).
8. Shirobokova T.I. Stratiformnoe polimetallicheskie i baritovoe orudnenie Urala. [Stratiform polymetallic and barite mineralization of the Urals]. Sverdlovsk, UrO AN SSSR, 1992. 141 p. (In Russian).
9. Artyushkova O.V., Kurilenko A.V., Yakupov R.R., Maslov V.A., Zianberdin R.I. Novye dannye o vozraste Amurskogo pirit-sfaleritovogo mednokolchedannogo mestorozhdeniya (Yu. Ural) [New data on the age of the pyrite-sphalerite Amur massive sulfide deposit (South Urals)]. Collected papers in geology. IG UNTs RAN. Ufa, 2007, no. 6, pp. 38–39 (In Russian).
10. Parnachev V.P. Pozdnedokembriiskie vulkanogenno-osadochnye komplekсы Bashkirskogo antiklinoria [Late Precambrian volcanic-sedimentary complexes of the Bashkir Anticlinorium]. Doordovikskaya istoriya Urala [Pre-Ordovician history of the Urals]. Vol. 1. Sverdlovsk, 1980, pp. 50–60 (In Russian).
11. Rotaru A.F. Mashakskaya svita rifeya Yuzhnogo Urala [Riphean Mashak Formation of the South Urals]. PhD Thesis in Geology and Mineralogy. Sverdlovsk. 1983. 31p. (In Russian).
12. Savelyev D.E., Puchkov V.N., Ardislamov F.R., Snachev V.I. Vulkanogennyye porodы mashakskoy svity srednego rifeya: geologiya i petrogeokhimiya [Volcanic rocks of the Middle Riphean Mashak Formation: Geology and petrogeochemistry]. Litosfera – Lithosphere, 2009, no. 4, pp. 3–26 (In Russian).
13. Salikhov D.N., Rakhimov I.R., Moseychuk V.M. Kamennougolnyy magmatizm kollizionnoy epokhi na Yuzhnom Urale [Carboniferous magmatism of the collision period in the South Urals]. Collected papers in geology. IG UNTs RAN. Ufa, 2013, no. 10, pp. 176–199 (In Russian).
14. Salikhov D.N., Moseychuk V.M., Kholodnov V.V., Rakhimov I.R. Kamennougolnyy vulkano-intruzivnyy magmatizm Magnitogorsko-Bogdanovskogo grabena v svete novykh geologo-geokhimicheskikh dannykh [Carboniferous volcano-intrusive magmatism of the Magnitogorsk-Bogdanovka Graben in light of new geological and geochemical data]. Litosfera – Lithosphere, 2014, no. 5, pp. 33–56 (In Russian).
15. Fershtater G.B., Malakhova L.V., Borodina N.S., Rapoport M.S., Smirnov V.N. Evgeosinklinalnye gabbro-granitnye serii [Eugeosynclinal gabbro-granite series]. Moscow, Nauka, 1984. 264 p. (In Russian).
16. Savelyeva G.N. Gabbro-giperbazitovyye komplekсы ofiolitov Urala i ikh analogi v sovremennoy okeanicheskoy kore [Gabbro-hyperbasite complexes of ophiolites in the Urals and their analogues in modern oceanic crust]. Moscow, Nauka, 1987. 246 p. (In Russian).
17. Snachev V.I., Savelyev D.E., Rykus M.V. Petrogeokhimicheskie osobennosti porod i rud gabbro-giperbazitovykh massivov [Petrogeochemical features of rocks and ores in gabbro-hyperbasite massives]. Ufa, 2001. 212 p. (In Russian).