

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПРОТОЛИТЫ ГРАНУЛИТОВ НИМНЫРСКОГО БЛОКА
(АЛДАНСКИЙ ЩИТ) И ИХ ПЕТРОГЕНЕЗИС

Г.М. Вовна, М.А. Мишкин

*ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, просп. 100-лет Владивостоку 159,
г. Владивосток, 690022; e-mail: gala1367@mail.ru*

Поступила в редакцию 17 февраля 2012 г.

На основе закономерностей распределения главных петрогенных элементов и элементов-примесей установлено, что магматические протолиты древнейшего стратифицированного гранулитового нимнырского комплекса Алданского щита представлены вулканитами известково-щелочной и коматиит-толеитовой серий. В составе исходных вулканитов известково-щелочной серии установлены базальты (двупироксеновые сланцы), андезиты и дациты (гиперстеновые плагиогнейсы). Топология мультиэлементного графика гиперстеновых плагиогнейсов нимнырского комплекса сходна с таковой архейских серых гнейсов основания щитов, обладающей характерными минимумами для Ta, Nb, P, Ti. Исходные вулканиты коматиит-толеитовой серии представлены главным образом толеитовыми базальтами. На мультиэлементной диаграмме метатолеиты нимнырского комплекса отличаются от толеитовых базальтов N-MORB повышенным содержанием Ba, La, Ce, Sr. Отношения Nb/Y и Zr/Y свидетельствуют о том, что исходные толеитовые базальты нимнырского комплекса имели плюмовый источник. Рассчитаны возможные P-T параметры образования исходных кислых расплавов гиперстеновых плагиогнейсов нимнырского комплекса.

Ключевые слова: метабазит-плагиогнейсовая ассоциация, метаандезиты, метадациты, гиперстеновые плагиогнейсы, двупироксеновые сланцы, Нимнырский блок, Алданский щит.

ВВЕДЕНИЕ

В результате предшествующих геологических, петрологических и изотопно-геохронологических исследований было установлено, что наиболее древние раннеархейские метаморфические образования Алданского щита выходят на поверхность в пределах Нимнырского блока. В связи с этим гранулитовые породы этого блока представляют особый интерес для установления природы их магматических протолитов и их петрогенезиса. Эти данные имеют важное значение для выявления роли раннеархейского магматизма в становлении сиалической коры Алданского щита. Для этой цели проведен анализ петрохимических и геохимических особенностей главных разновидностей гранулитовых пород нимнырского комплекса – гиперстеновых плагиогнейсов и основных кристаллических сланцев. Закономерности распределения РЗЭ в гиперстеновых плагиогнейсах использованы для определения возможных P-T параметров образования исходных кислых расплавов сиалической коры Нимнырского блока.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Нимнырский блок расположен в центральной части Алданского щита, в бассейне среднего течения р. Алдан. Западной границей Нимнырского блока служит Борсалинский разлом, отделяющий его от Олекминской гранит-зеленокаменной области, а на востоке он отделен Центрально-Алданским разломом от Тимптонского блока. Северная и южная границы Нимнырского блока перекрыты платформенными отложениями (рис. 1). Раннеархейские образования Нимнырского блока перекрыты фрагментами протоплатформенного чехла, который включает исходные раннепротерозойские осадочно-вулканогенные толщи – верхнеалданскую, амедичинскую, чугинскую, курумканскую, федоровскую. Возраст кристаллизации исходных андезибазальтов федоровской толщи составляет 2006 ± 3 млн лет [2]. Породы раннепротерозойского протоплатформенного чехла и раннеархейского фундамента Нимнырского блока были совместно метаморфизованы в гранулитовой фации 1.9 млрд лет назад [24] и поэтому включались

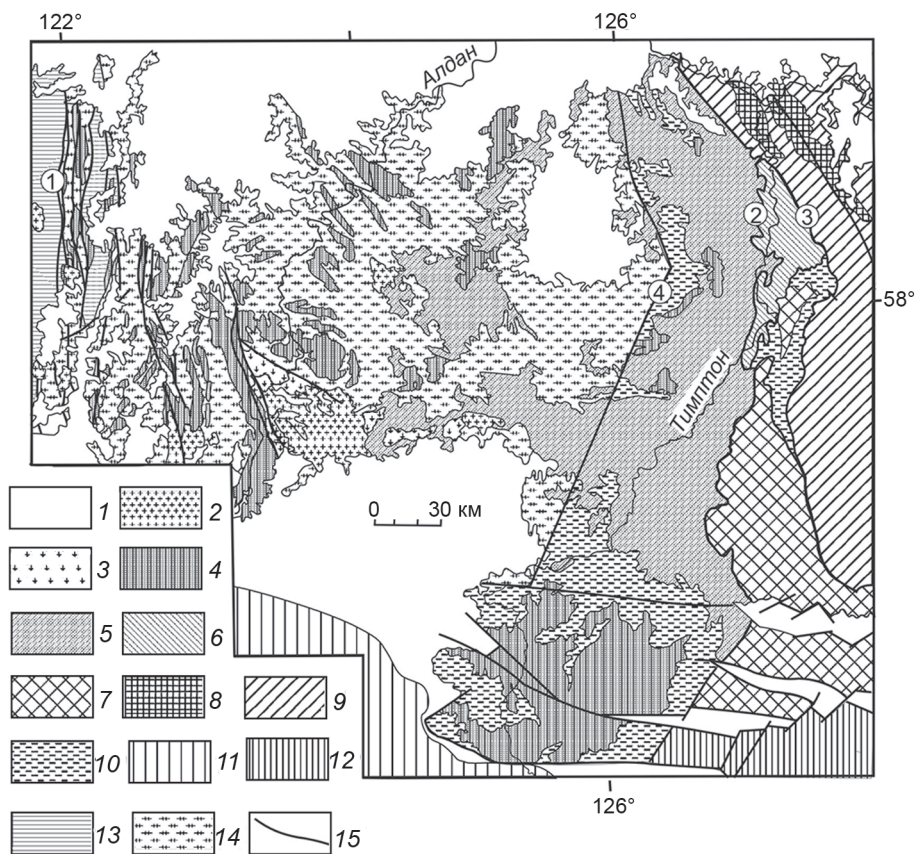


Рис. 1. Схематическая геологическая карта центральной части Алданского щита. Составлена по [2, 5, 14, 21] с изменениями.

1 – платформенные отложения; 2, 3 – раннепротерозойские интрузивные породы, 2 – гранитоиды нерасчлененные; 3 – габброиды унгринского комплекса; 4–9 – метаморфические образования раннепротерозойского протоплатформенного чехла: 4 – курумканская, амедичинская и чугинская толщи нерасчлененные (гранат-кордиерит-биотитовые, гранат-силлиманит-кордиерит-биотитовые, силлиманит-биотитовые, кордиерит-силлиманит-биотитовые гнейсы, кварциты, двупироксен-роговообманковые, диопсид-роговообманковые кристаллические сланцы), 5 – федоровская толща (гиперстен-биотитовые, гиперстен-биотит-роговообманковые, биотит-роговообманковые, двупироксен-роговообманковые, роговообманковые кристаллические сланцы, прослой кальцифиров), 6 – иджекская толща (гиперстеновые, гиперстен-диопсидовые и гиперстен-диопсид-роговообманковые плагиогнейсы и сланцы с прослоями гранат-биотитовых гнейсов), 7 – сеймская толща (гранат-биотитовые гнейсы и плагиогнейсы, высокоглиноземистые силлиманит-кордиерит-гранатовые гнейсы, двупироксеновые и диопсид-роговообманковые плагиогнейсы, кварциты, известково-силикатные породы), 8 – кюрикская толща (ритмичное переслаивание гранат-биотитовых, гиперстен-биотитовых, биотитовых, гиперстен-диопсидовых плагиогнейсов, мраморов и кальцифиров, диопсид-роговообманковых кристаллических сланцев), 9 – холболахская толща (гранат-биотитовые, гиперстеновые, диопсидовые и двупироксеновые плагиогнейсы с прослоями кристаллических сланцев основного состава, мраморов и кальцифиров); 10–12 – позднеархейские раннекоровые образования: 10 – плагиогнейсы тимптонского комплекса, 11 – зверевский комплекс (гиперстеновые, биотитовые двупироксеновые плагиогнейсы, амфиболиты, кальцифиры), 12 – сутамский комплекс (гиперстеновые плагиогнейсы, двупироксеновые сланцы, биотит-гранатовые гнейсы, амфиболиты); 13–14 – раннеархейские раннекоровые образования: 13 – олекминский комплекс (биотитовые, биотит-амфиболовые плагиогнейсы с прослоями амфиболитов), 14 – нимнырский комплекс (гиперстеновые, биотит-гиперстеновые плагиогнейсы, двупироксеновые сланцы, амфиболиты); 15 – разрывные нарушения.

Цифрами в кружках обозначены разломы: 1 – Борсалинский, 2 – Тимптонский, 3 – Иджекский, 4 – Центрально-Алданский.

в состав единой иенгрской серии архея Алданского щита [22]. Судя по результатам исследований А.П. Натмана, породы фундамента претерпели еще и ранний метаморфизм 2885 ± 7 млн лет назад [38].

Раннеархейский гранулитовый комплекс Нимнырского блока впервые был выделен в качестве основания иенгрской толщи Алданского щита

Г.М. Друговой с соавторами в 1985 г. [20]. Было установлено, что по р. Алдан, ниже устья р. Нимныр, под верхнеалданской свитой иенгрской серии обнажается толща биотит-гиперстеновых плагиогнейсов, залегающая в ядре крупной антиформы. Возраст магматических протолитов этих биотит-гиперстеновых плагиогнейсов, определенный А.П. Натманом (метод

SHRIMP), оказался равным 3335 ± 2 млн лет [38]. В настоящее время это самое древнее значение возраста протолита метаморфических пород Алданского щита.

При геологическом картировании толща гиперстеновых плагиогнейсов Нимнырского блока была выделена Реутовым Л.М. в качестве нимнырской свиты [21]. В разрезе нимнырской свиты преобладают гиперстеновые плагиогнейсы, среди которых выделяются биотит- и гранатсодержащие разновидности. Толща гиперстеновых плагиогнейсов содержит в подчиненном количестве прослойки двупироксеновых сланцев и гранатовых плагиогнейсов.

Л.М. Реутовым было показано, что гиперстеновые плагиогнейсы, составляющие главный объем этой свиты, соответствуют вулканитам среднего и кислого состава, содержащиеся среди них прослойки сланцев основного состава – базальтоидам, а гранат-биотитовых плагиогнейсов – исходным терригенным породам.

Позднее, В.Л. Дуком с соавторами [9] метаморфические породы Нимнырского блока были переведены в ранг нестратифицированных интразуальных образований гранитоидного состава, что, по мнению авторов настоящей работы, было неправомерным, исходя из результатов геологического картирования, проведенного Л.М. Реутовым и другими исследователями.

Авторы настоящей работы придерживаются взглядов Л.М. Реутова и выделяют образования нимнырской свиты в качестве стратифицированной метабазит-плагиогнейсовой ассоциации (нимнырский комплекс).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНУЛИТОВ НИМНЫРСКОГО КОМПЛЕКСА И СОСТАВ ИСХОДНЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПРОТОЛИТОВ

Определение исходного состава метаморфических пород в работе основано на анализе петрохимических данных и закономерностей распределения элементов-примесей в породах.

Имеющиеся в литературе статистические исследования по изменению химического состава пород в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации, включительно, свидетельствуют об относительно инертном поведении главных петрогенных элементов, за исключением щелочей [11, 13 и др.]. Это позволяет считать оправданным применение петрохимических диаграмм для установления исходной природы метаморфических пород. Все вышесказанное не относится к породам, подвергнутым процессам гранитизации или каким-либо иным видам метасоматических изменений.

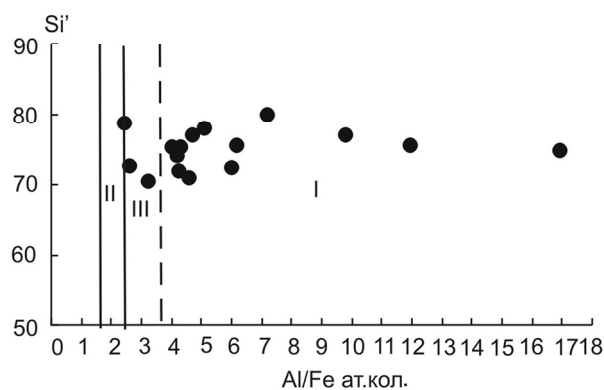


Рис. 2. Петрохимическая диаграмма для разделения орто- и парагнейсов, по [30].

$Si' = Si/(Si+Fe+Al) \times 100$, ат. кол. Точки – составы гранулитов среднего и кислого состава нимнырского комплекса; I – поле магматических, II – осадочных пород, III – поле неопределенности.

Геохимическое поведение рассеянных элементов при гранулитовом метаморфизме рассматривалось во многих работах. Известно, что гранулиты обеднены некоторыми литофильными элементами, такими как Rb, U, Th [17, 42]. Некоторая подвижность отмечается для Ba и Sr. Считается также, что РЗЭ относительно инертны при гранулитовом метаморфизме, за исключением Eu [13]. Часть исследователей предполагает возможность подвижного поведения легких РЗЭ [43]. Однако этот вопрос дискусионен, и, вероятно, в этих случаях имеют место проявления метасоматических процессов. Инертное поведение при метаморфизме отмечается для элементов с высоким зарядом катионов – Ti, Nb, Zr, Hf, Ta – и для феррофильных элементов – Ni, Co, Cr [43].

Для выяснения первичной природы метаморфических пород существует целый ряд петрохимических диаграмм. Для пород основного состава они приведены в ряде работ [1, 18, 19 и др.].

Известно, что при определении исходной природы метаморфических пород особую сложность вызывают породы среднего и кислого состава, для которых чаще всего возникает неопределенность при отнесении их к магматическим или осадочным.

Для решения этого вопроса У. Деннемом и Б. Муром [30] была предложена дискриминантная диаграмма (рис. 2), на которой гиперстеновые плагиогнейсы среднего и кислого состава нимнырского комплекса располагаются в поле магматических пород (табл. 1).

На классификационной диаграмме $(Na_2O + K_2O) - SiO_2$ (рис. 3) для вулканитов [12] составы гранулитов метабазит-плагиогнейсовой ассоциа-

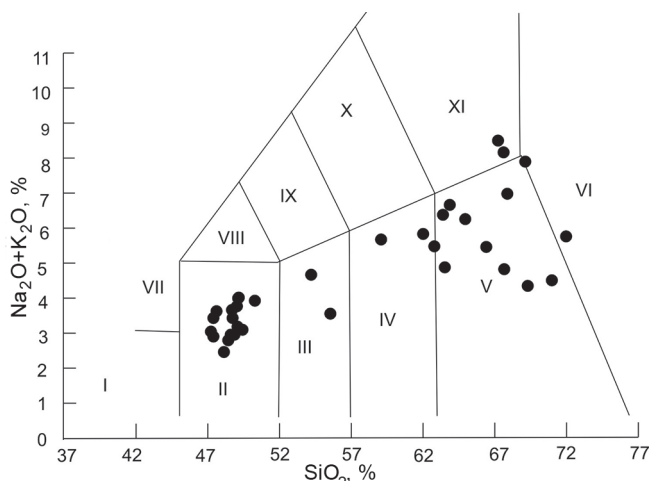


Рис. 3. Классификационная диаграмма SiO₂–(Na₂O+K₂O) для ортопород нимнырского гранулитового комплекса [12].

Римскими цифрами обозначены поля пород: I – пикробазальты, II – базальты, III – базальтовые андезиты, IV – андезиты, V – дациты, VI – риолиты VII – базаниты, VIII – трахибазальты, IX – базальтовые трахиандезиты, X – трахиандезиты, XI – трахидациты.

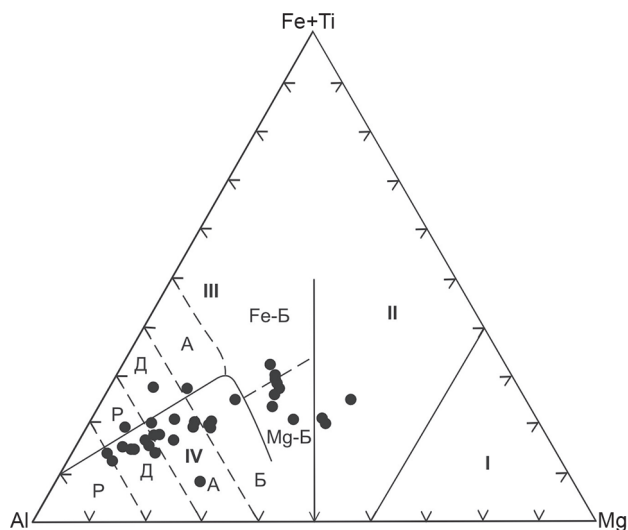


Рис. 4. Классификационная диаграмма Al–(Fe+Ti)–Mg [35] для гранулитовых ортопород нимнырского комплекса.

Римскими цифрами обозначены поля: I – коматиитов, II – коматиитовых и высокомагнезиальных базальтов, III–IV – вулканитов толеитовой и известково-щелочной серий, соответственно. Буквенными символами обозначены поля: P – риолитов, Д – дацитов, А – андезитов, Б – базальтов (Fe-Б, Mg-Б – высокожелезистых и высокомагнезиальных, соответственно).

ции располагаются главным образом в полях пород нормальной щелочности, начиная от ультраосновных пород до дацитов (таблицы 1, 2).

На классификационной диаграмме Al–(Fe+Ti)–Mg [35] (рис. 4) гранулиты располагаются в полях

вулканитов известково-щелочной и коматиит-толеитовой серий. Вероятно, эти петрохимические серии вулканитов были исходными для метабазит-плагийской ассоциации Нимнырского блока.

Метавулканиты известково-щелочной серии

В составе исходных вулканитов этой серии установлены андезиты и дациты (гиперстенные плагийские). На этом основании метавулканиты известково-щелочной серии выделены в качестве исходной андезит-дацитовой ассоциации. Представительные анализы пород этой ассоциации показаны в таблице 1.

Метадациты метабазит-плагийской ассоциации Нимнырского блока обладают высокодифференцированным спектром распределения РЗЭ: $(La/Yb)_N = 8.69-40.29$ (рис. 5, табл. 1, ан. 6, 11, 18). На мультиэлементной диаграмме (рис. 6) топология графика распределения элементов примесей в гиперстенных плагийских нимнырского комплекса сходна с графиком для архейских серых гнейсов основания щитов [37], с характерными минимумами для Ta, Nb, P, Ti, которые обычно объясняются наличием в рестите исходного расплава средне-кислого состава Ti-содержащих оксидов и апатита. Высокая степень дифференциации РЗЭ в метаандезитах и метадацитах и обеднение их тяжелыми РЗЭ свидетельствует о том, что исходные средне-кислые составы могли образоваться путем частичного плавления гранатовых амфиболитов или кварцевых эклогитов, когда существенной частью рестита являются гранат и амфибол – минералы-концентраторы тяжелых РЗЭ [27, 28, 36]. Эти выводы, основанные на закономерностях распределения РЗЭ между минеральными фазами расплавов средне-кислого состава, были подтверждены экспериментами [3, 39].

Метавулканиты коматиит-толеитовой серии

В составе исходных вулканитов этой серии выделены толеитовые и коматиитовые базальты.

Толеитовые метабазальты. Представительные анализы толеитовых метабазальтов (двупироксеновые сланцы и амфиболиты) приведены в табл. 2. Концентрации MgO в толеитовых метабазальтах колеблются в пределах 6.5–10.1 мас. % (табл. 2, ан 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9) при магнезиальности $Mg \# = (Mg/Mg+Fe) = 0.48-0.64$.

Увеличение содержания Al₂O₃ ведет к возрастанию отношения Al₂O₃/TiO₂, величина которого, в среднем, составляет 13.23, что близко к хондритовому (табл. 2). Толеитовые метабазальты характеризуются умеренно дифференцированным распределением РЗЭ: $(La/Yb)_N = 1.97-20.39$ при примерно 30-кратном увеличении содержания легких РЗЭ по отноше-

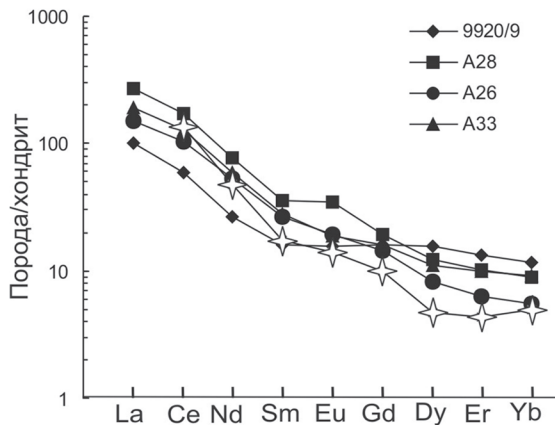


Рис. 5. Распределение РЗЭ, нормализованных к хондриту С-I [31] в метавулканитах андезит-дацитовый ассоциации известково-щелочной серии нимнырского гранулитового комплекса.

9920/9, А26, А33 – гиперстенные плагиогнейсы дацитового состава, А28 – гиперстенные плагиогнейсы андезитового состава нимнырского гранулитового комплекса. Звездочками показан модельный состав дацитового расплава.

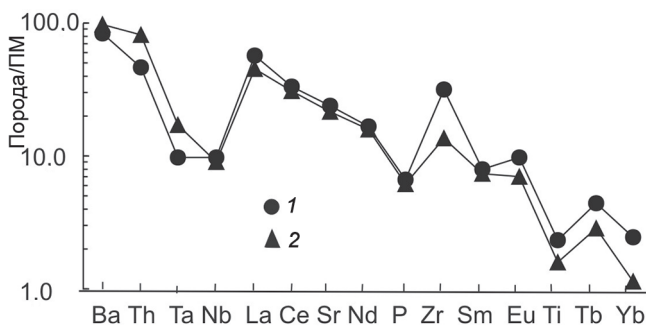


Рис. 6. Мультиэлементная диаграмма для гиперстенных плагиогнейсов Нимнырского блока.

1 – гиперстенные плагиогнейсы Нимнырского блока, 2 – состав архейских серых гнейсов фундамента платформ [37]. Нормализовано по составу примитивной мантии (ПМ).

нию к хондриту (табл. 2) (рис. 7). На мультиэлементной диаграмме (рис. 8) метатолейты Нимнырского блока отличаются от толейтовых базальтов N-MORB повышенным содержанием Ba, La, Ce, Sr, что, вероятно, косвенно отражает геохимические особенности раннеархейской мантии.

Коматиитовые метабазаальты. Коматиитовые метабазаальты в составе нимнырской толщи имеют незначительное распространение. Имеющийся анализ коматиитового метабазаальта (двупироксен-амфиболовый сланец) нимнырского комплекса (табл. 2, ан. 5) содержит MgO – 11.95 мас.%, TiO₂ – 0.55 мас.%. Магнезиальность ($Mg \# = Mg/(Mg+Fe)$) метабазаальта составляет 0.64, отношения в нем Al₂O₃/TiO₂ и

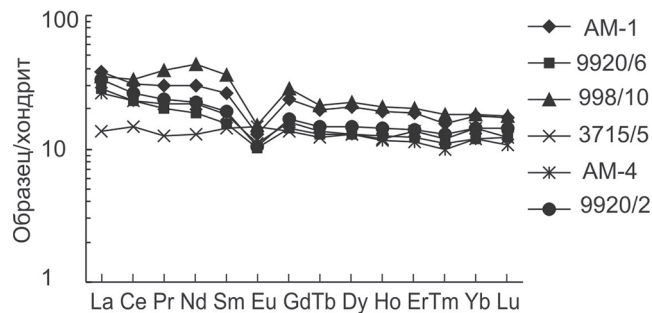


Рис. 7. Спектры распределения РЗЭ, нормализованных к хондриту С-I [31], в метавулканитах коматиит-толейтовой серии нимнырского комплекса.

AM-1, 9920/6, 998/10, AM-4, 9920/2 – двупироксеновые сланцы (толейтовые базальты); 3715/5 – двупироксен-амфиболовый сланец (коматиитовый базальт).

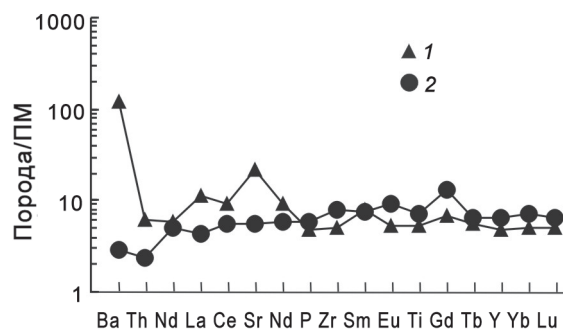


Рис. 8. Мультиэлементная диаграмма для двупироксеновых сланцев (толейтовых базальтов) нимнырского комплекса.

1 – средний состав двупироксеновых сланцев (толейтовых базальтов), 2 – базальты N-MORB. Нормализовано по составу примитивной мантии (ПМ).

CaO/Al₂O₃ составляют 24.82 и 0.76, соответственно. Установленная величина отношения Al₂O₃/TiO₂ соответствует коматиитовым базальтам в классификации высокомагнезиальных вулканитов [16]. В коматиитовом метабазаальте наблюдается пологое, близкое к хондритовому, распределение РЗЭ с увеличением общего содержания РЗЭ до 10 норм (рис. 7).

Экспериментальные данные и термодинамические расчеты [4, 23] свидетельствуют о том, что коматиитовые базальты с магнезиальностью, установленной в нимнырском коматиитовом метабазаальте, могли формироваться путем фракционирования более высокомагнезиальных коматиитов в промежуточных малоглубинных камерах.

Исходный состав вулканитов метабазаит-плагиогнейсовой ассоциации, которые образуют единую толщу (нимнырская свита), относится к двум петрохимическим сериям – известково-щелочной и коматиит-толейтовой. Это позволяет удовлетворительно

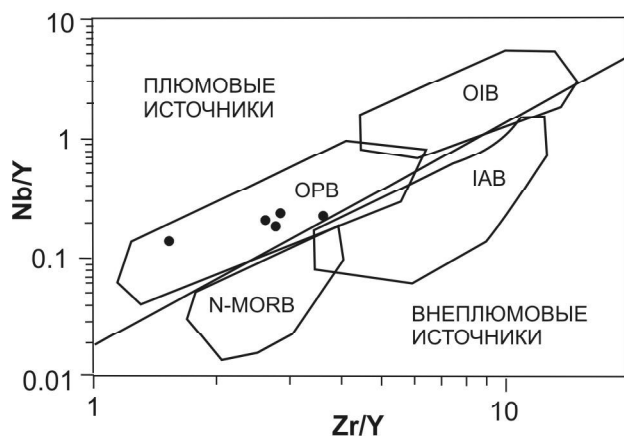


Рис. 9. Диаграмма Nb/Y-Zr/Y [29] для двупироксеновых сланцев (толеитовых базальтов) нимнырского комплекса.

Поля пород: ОПВ – базальты океанических плато; ОИВ – базальты океанических островов; N-MORB – базальты срединно-океанических хребтов, IAB – островодужные базальты.

объяснить их совместное сонахождение на основе модели мантийного плюмового магматизма, которая была представлена авторами ранее в работе [15]. Эта модель подтверждается геохимическими особенностями исходных толеитовых базальтов метабазит-плагиогнейсовой ассоциации Нимнырского блока. На диаграмме Nb/Y-Zr/Y [29] эти исходные толеитовые базальты попадают в поле толеитовых базальтов плюмовых источников (рис. 9). Можно полагать, что в раннем архее над плюмом, располагавшимся в области Нимнырского блока, в результате его магматической деятельности сформировался рой вулканических островов, на которых вначале были распространены вулканы коматиит-толеитовой серии – производные мантийного плюма и, в меньшей мере, вулканы известково-щелочной серии, сформировавшиеся в результате плавления первичной базальтовой коры под влиянием тепла плюма. В дальнейшем из-за общего снижения температуры плюма стали преобладать средне-кислые расплавы известково-щелочной серии, с подчиненным развитием толеитовых базальтов. Этой поздней стадии эволюции мантийного плюма соответствуют магматические протолиты нимнырского комплекса.

ПЕТРОГЕНЕЗИС ИСХОДНЫХ ВУЛКАНИТОВ ЭНДЕРБИТОВОЙ ТОЛЩИ НИМНЫРСКОГО КОМПЛЕКСА

Как указано выше, исходными вулканидами гиперстенных плагиогнейсов нимнырского комплекса являются дациты и андезиты известково-щелочной серии.

Метавулканы андезит-дацитовой ассоциации известково-щелочной серии составляют главный объем докембрийских серогнейсовых и гранулитовых комплексов фундамента древних щитов. При рассмотрении происхождения исходных расплавов магматических образований этой ассоциации в указанных структурах докембрия обычно рассматривают две основные модели: частичного плавления мафических источников и кристаллизационной дифференциации базальтовых магм. В настоящее время петрологическими исследованиями установлено, что формирование магматических пород известково-щелочной серии осуществлялось главным образом по первой модели. Первыми модель генерации магм известково-щелочной серии, при частичном плавлении амфиболитов (метабазитов) на нижних уровнях земной коры, предложили Т. Грин и А. Рингвуд [32]. Эта модель позднее была подтверждена многими экспериментами в широком диапазоне температур и давлений при $P_{H_2O} < P_{общ.}$ [3, 10, 33, 39, 40]. Этими экспериментами была показана возможность получения широкого спектра известково-щелочных расплавов – от андезибазальтов до дацитов – при различных вариациях степеней частичного плавления базитового источника. Основываясь на результатах этих экспериментов можно рассчитать состав модельного расплава для природных вулканидов.

В работе [15] представлена двухстадийная численная плюмовая модель формирования исходных вулканидов нижней сиалической коры Алданского щита. В соответствии с этой моделью, в первую стадию формируются вулканы коматиит-базальтовой ассоциации при декомпрессионном частичном плавлении вещества поднимающегося мантийного плюма. Излившиеся на первичную базальтовую кору Земли, эти вулканы впоследствии составили гранулит-базитовое основание нижней континентальной коры, ксенолиты которой отмечаются в кимберлитах и лавах базальтов. Одновременно происходит образование вулканидов андезит-дацитовой ассоциации путем частичного плавления первичной базитовой коры за счет тепла поднимающегося мантийного плюма и отделяющихся от него магм. Мантийные плюмы сопровождалась флюидными ореолами, которые состояли из восстановленных компонентом (H_2 , CO, CH_4). При подъеме состав флюидного ореола постепенно трансформировался в водный и углекисло-водный. Этот флюид способствовал метаморфизму основания первичной базитовой коры и ее частичному плавлению, а также явился источником формирования первичного океана. Во вторую стадию, в результате потери плюмом тепла, уменьшается,

Таблица 1. Химические составы гиперстеновых плагиогнейсов Нимнырского блока.

Компо- ненты	8	A28	7	о315в/2	10	9920/9	K-40	0361 в	0346 б	6	A26
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	59.02	60.97	62.04	62.64	63.43	63.44	63.83	64.48	64.58	64.78	66.26
TiO ₂	1.13	0.30	0.58	1.44	0.56	1.20	0.78	1.02	0.62	0.61	0.51
Al ₂ O ₃	15.9	19.70	16.72	14.39	15.21	18.07	17.58	13.35	14.49	14.66	15.99
Fe ₂ O ₃	2.9	5.04	1.58	3.91	1.76	1.28	0.6	0.61	0.7	1.28	4.29
FeO	4.38		4.09	4.37	3.55	4.42	3.62	6.73	5.06	3.72	
MnO	0.1	0.05	0.08	0.12	0.07	0.17	0.04	0.15	0.11	0.09	0.05
MgO	4.8	0.59	2.4	2.65	3.06	1.39	2.13	4.07	3.43	2.4	1.68
CaO	5	4.72	4.9	3.96	4.55	4.35	4.69	4.39	4.31	5.19	3.51
Na ₂ O	4.05	6.61	4.41	4	3.65	4.06	4.88	2.4	3.8	3.66	5.06
K ₂ O	1.63	1.33	1.35	1.51	2.79	0.84	1.81	1.25	1.2	2.63	1.56
P ₂ O ₅	0.1	0.20	0.3	0.48	0.22	0.04	0.18		0.19	0.28	0.19
п.п.п	0.53	0.28	1.2	0.55	0.32	0.27	0.18	0.27	0.58	0.35	0.39
Сумма	100.10	99.79	100.66	100.02	99.17	99.53	100.24	98.72	99.07	99.95	99.49
Ni	-	8	-	-	-	72	80	-	-	-	25
Co	-	7	-	-	-	20.90	8	-	-	-	10
Cr	-	14	-	-	-	318	-	-	-	-	52
V	-	61	-	-	-	151	-	-	-	-	57
Ba	-	628	-	-	-	553	570	-	-	-	528
Sr	-	608	-	-	-	662	490	-	-	-	451
Y	-	16	-	-	-	21.96	-	-	-	-	11
Zr	-	596	-	-	-	383.71	-	-	-	-	165
Hf	-	-	-	-	-	9.08	5.6	-	-	-	-
Nb	-	2.7	-	-	-	16.17	-	-	-	-	9.1
Ta	-	-	-	-	-	0.69	0.46	-	-	-	-
U	-	-	-	-	-	0.86	1.57	-	-	-	-
Th	-	-	-	-	-	0.93	10.3	-	-	-	-
La	-	65.9	-	-	-	24.59	-	-	-	-	37.07
Ce	-	108.6	-	-	-	37.74	75	-	-	-	66.61
Nd	-	36.8	-	-	-	12.50	-	-	-	-	24.98
Sm	-	5.44	-	-	-	2.46	5.92	-	-	-	4.14
Eu	-	2.03	-	-	-	0.91	1.94	-	-	-	1.11
Gd	-	3.94	-	-	-	3.29	-	-	-	-	2.93
Tb	-	-	-	-	-	0.55	0.82	-	-	-	-
Dy	-	3.12	-	-	-	3.93	-	-	-	-	2.09
Er	-	1.69	-	-	-	2.21	-	-	-	-	1.04
Yb	-	1.49	-	-	-	1.91	1.82	-	-	-	0.92
Lu	-	-	-	-	-	0.26	-	-	-	-	-
(La/Yb) _N	-	44.23	-	-	-	8.69	-	-	-	-	40.29

Примечание. Оксиды – в мас. %, элементы-примеси – в г/т, «-» – содержание элемента не определялось. 1–4 – гиперстеновые плагиогнейсы андезитового состава, 5–23 – гиперстеновые плагиогнейсы дацитового состава.

Таблица 1. (Продолжение).

o315в	o315д	o315д/2	2	0362 в	o315e/2	A33	o315e	4	362	3	122	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
66.30	67.12	67.56	67.58	67.70	67.8	68.52	69.08	69.24	70.00	70.9	71.9	48.88
1.02	0.17	0.16	0.56	0.81	0.28	0.51	0.27	0.5	0.52	0.39	0.32	1.05
14.87	18.05	17.05	14.2	14.02	16.05	15.34	15.93	13.98	12.63	11.45	13.6	14.20
2.37	0.76	1.23	1.2	1.58	2.13	4.4	0.77	0.42	1.17	1.59	1.32	3.62
3.1	0.92	0.93	3.23	4.41	1.68	-	1.66	3.45	4.52	5.25	1.49	9.56
0.06	<0.01	0.04	0.06	0.07	0.06	0.17	0.04	0.09	0.09	0.19	<0.01	0.27
1.9	0.57	0.91	1.8	2.59	0.98	1.22	1.19	2.01	3.18	1.09	1.13	7.69
3.59	2.36	2.35	4.75	2.43	2.98	5.54	2.24	4.32	2.65	1.86	3.07	9.93
4.2	6.06	5.86	3.81	3.38	4.8	2.18	5.07	3.11	3.66	3.01	4.56	2.49
1.29	2.45	2.32	1.05	1.2	2.21	1.05	2.84	1.22	1.06	1.53	1.21	0.73
0.3	0.05	0.07	0.23	0.13	0.07	0.2	0.05	0.21	0.03	0.12	0.1	0.41
0.96	0.72	0.33	0.67	0.53	0.47	0.63	1	0.74	0.78	-	0.61	11.16
99.66	99.47	98.80	99.15	98.85	99.49	99.76	100.28	99.32	100.29	99.25	99.39	100.00
-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	492	-	-	-	-	-	223.93
-	-	-	-	-	-	114	-	-	-	-	303	401.61
-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	12	26.53
-	-	-	-	-	-	247	-	-	-	-	130	52.60
-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59
-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	5.70
-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42
-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14
-	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57
-	-	-	-	-	-	46.8	-	-	-	-	-	19.17
-	10.4	-	-	-	-	82.68	-	-	-	-	-	49.07
-	-	-	-	-	-	28.14	-	-	-	-	-	29.50
-	0.76	-	-	-	-	4.33	-	-	-	-	-	6.31
-	0.5	-	-	-	-	1.09	-	-	-	-	-	1.69
-	-	-	-	-	-	3.26	-	-	-	-	-	6.13
-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.98
-	-	-	-	-	-	2.82	-	-	-	-	-	5.17
-	-	-	-	-	-	1.63	-	-	-	-	-	3.18
-	0.21	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	2.83
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42
-	-	-	-	-	-	31.2	-	-	-	-	-	5.94

1, 3, 5, 10, 15, 20, 22 – [21]; 2, 11, 18 – [34]; 4, 12–14, 17, 19, 23 – [8]; 7–9, 16, 21 – [7]; 6 – [6]. 24 – состав источника магматического расплава, принятого при расчетах модельного расплава дацитов, см. текст.

Таблица 2. Химические составы двупироксеновых сланцев и амфиболитов нимнырского комплекса.

Компоненты	К-12/2	АМ-1	9920/6	998/10	3715/5	Р-0319	АМ-4	9920/2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	47.11	47.32	47.33	47.58	48.13	48.4	49.04	50.21	48.14
TiO ₂	0.91	1.37	0.95	0.96	0.55	1.54	1.10	0.92	1.11
Al ₂ O ₃	15.27	14.06	14.81	14.75	13.65	13.82	15.24	14.75	14.68
Fe ₂ O ₃	2.71	13.76	3.83	4.80	1.96	4.54	11.53	5.71	4.32
FeO	9.35	0.00	7.47	5.68	8.37	9.72	0.00	5.99	7.64
MnO	0.26	0.19	0.22	0.27	0.18	0.23	0.18	0.25	0.23
MgO	8.31	6.49	8.87	10.11	11.95	6.8	7.54	7.24	7.91
CaO	12.04	9.97	11.14	8.98	10.42	11.29	10.21	9.56	10.46
Na ₂ O	2.18	1.95	2.50	2.05	1.45	2.55	2.09	2.90	2.32
K ₂ O	0.87	0.92	0.92	1.59	1.02	0.27	1.13	1.02	0.96
P ₂ O ₅	0.06	0.15	0.08	0.04	0.14	0.13	0.19	0.07	0.10
п.п.п	0.1	3.93	0.98	2.24	2.18	1.14	1.79	0.74	1.56
Сумма	99.17	100.12	99.10	99.05	100	100.43	100.05	99.36	99.61
Ni	-	92	63	243	-	-	101	89	117.60
Co	-	383	38.9	49.80	-	-	32.00	33.80	107.50
Cr	-	252	527	5.33	-	-	252	311	269.47
V	-	268	217	291	-	-	182	217	235.00
Ba	-	1726	307	1395	419	-	429	275	826.40
Sr	-	474	303	880	404	-	294	349	460.00
Y	-	26.04	17.36	30.05	19.04	-	16.46	20.09	22.00
Zr	-	73.94	45.33	45.97	35.5	-	59.48	55.89	56.12
Hf	-	2.21	1.34	1.65	1.05	-	1.80	1.72	1.74
Nb	-	6.14	3.63	4.15	1.16	-	3.69	3.68	4.26
Ta	-	0.34	0.15	0.29	0.06	-	0.21	0.22	0.24
U	-	-	0.29	0.16	0.18	-	0.33	0.25	0.26
Th	-	-	0.65	0.34	0.46	-	0.65	0.45	0.52
La	-	9.18	6.95	8.63	3.34	-	6.44	8.00	7.84
Ce	-	19.67	14.53	20.85	9.44	-	14.63	16.50	17.24
Pr	-	2.85	1.94	3.75	1.22	-	2.12	2.29	2.59
Nd	-	14.03	8.70	20.31	6.14	-	10.31	10.61	12.79
Sm	-	3.99	2.36	5.54	2.2	-	2.78	2.94	3.52
Eu	-	0.75	0.59	0.87	0.85	-	0.64	0.61	0.69
Gd	-	4.77	2.92	5.73	2.73	-	3.22	3.42	4.01
Tb	-	0.73	0.48	0.80	0.46	-	0.51	0.55	0.61
Dy	-	5.18	3.28	5.62	3.28	-	3.28	3.74	4.22
Ho	-	1.07	0.71	1.16	0.68	-	0.66	0.81	0.88
Er	-	3.08	2.04	3.34	2.25	-	1.89	2.30	2.53
Tm	-	0.40	0.28	0.46	0.3	-	0.25	0.33	0.34
Yb	-	2.89	1.96	2.96	2.33	-	1.97	2.37	2.43
Lu	-	0.44	0.31	0.45	0.31	-	0.27	0.36	0.37
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	16.78	10.26	15.59	15.36	24.82	8.97	13.85	16.03	13.84
CaO/TiO ₂	13.27	7.28	11.73	9.35	18.95	7.33	9.28	10.39	9.80
CaO/Al ₂ O ₃	0.79	0.71	0.75	0.61	0.76	0.82	0.67	0.65	0.71
(La/Yb) _N	-	2.14	2.39	1.97	1.43	-	2.21	2.14	2.17

Примечание. Оксиды – в мас. %, элементы-примеси – в г/т, «-» – содержание элемента не определялось. 5 – двупироксен-амфиболовый сланец (коматиитовый базальт), 1–4, 6, 7, 8 – двупироксеновые сланцы (толеитовые базальты), 9 – средний состав толеитовых метабазальтов. 1, 6 – [9]; 2, 3, 4, 7, 8 – [6]; 5 – [25].

а затем и вовсе прекращается выплавление расплавов коматиит-толеитовой серии, но продолжается выплавление расплавов андезит-дацитовая ассоциация. Существуют и другие взгляды на образование древнейшей сиалической коры Алданского щита [26 и др.].

Весьма важным положением при расчетах модельных расплавов является выбор источника магматического расплава. Как указывалось выше, гиперстеновые плагиогнейсы нимнырского комплекса являются наиболее древними сиалическими образованиями Алданского щита, т.е. предполагается, что они сформировались при плавлении первичной базальтовой коры, являющейся производной примитивной (необедненной) верхней мантии. Считается, что эта кора была полностью переплавлена в ходе последующих магматических архейских событий. Казалось бы, создалась тупиковая ситуация. Однако эту трудность можно преодолеть косвенным путем. Как известно, в раннем-среднем палеопротерозое 2.3–2.05 млрд лет назад на Сибирской платформе произошло массовое появление пикритов и базальтов, обогащенных щелочами и некогерентными элементами [16]. Отсюда следует, что в это время источники мантийных плюмов сместились на более низкие, неистощенные уровни верхней мантии. Это обстоятельство позволяет в качестве некоторого подобия ранней архейской базальтовой коры использовать исходные толеитовые базальты раннепротерозойского этапа магматизма Алданского щита, обогащенные некогерентными элементами, известные в Джугджурском блоке [16]. Средний состав раннепротерозойских толеитовых метабазальтов Джугджурского блока приведен в таблице 1 (ан. 24) и принят в качестве аналога магматического источника для дацит-андезитовых исходных расплавов эндербитов нимнырского комплекса.

Выше было показано, что спектр распределения РЗЭ нимнырских метадацитов обеднен тяжелыми РЗЭ. Это может свидетельствовать о том, что первичный дацитовый расплав находился в равновесии с гранатсодержащим реститом. Существующие эксперименты М.Б. Вольфа и П.Дж. Уайли [3] по плавлению метабазитов свидетельствуют о том, что минимальное давление, при котором в составе рестита плавящегося метабазальта появляется гранат, составляет 10 кбар [3]. В эксперименте указанных авторов расплавы с кремнеземистостью $\text{SiO}_2 = 64$ мас. % (наименьшая кремнеземистость метадацитов, охарактеризованных данными по содержанию РЗЭ нимнырского комплекса) соответствует температура 900°C. Степень плавления и состав рестита

Таблица 3. Результаты расчетов модельного расплава исходного дацита нимнырского комплекса.

Элемент	C_o	C_i	C_i/C_x
Ce	49.07	86.58	135.74
Nd	29.50	22.82	48.17
Sm	6.31	2.68	17.43
Eu	1.69	0.82	14.13
Gd	6.13	2.0	9.82
Dy	5.17	1.2	4.73
Er	3.18	0.72	4.33
Yb	2.83	0.817	4.95
L - 5			
Состав рестита	Gr - 3		
(в об.%) и объем	Нур - 4		
расплавленной	Нб - 50		
фазы	Срх - 16		
	Pl - 22		

Примечание. L – расплав, Gr – гранат, Нур – гиперстен, Нб – амфибол, Срх – клинопироксен, Pl – плагиоклаз. C_o – содержание РЗЭ в источнике расплава (ан. 24, табл. 1), C_i – содержание элемента в модельном расплаве, C_x – содержание элементов в хондрите [31]. Коэффициенты распределения приняты по [27].

(объем. %) для этой температуры, полученные при эксперименте [3], показаны в таблице 3. Используя данные по содержанию РЗЭ в источнике расплава можно рассчитать состав модельного расплава дацита на основе известного соотношения Д. Шоу [41], описывающего зависимость концентрации микроэлемента в расплаве от исходного содержания в источнике, степени плавления и суммарного коэффициента распределения между реститовыми фазами и расплавом. Результаты расчетов состава модельного расплава дацита представлены в таблице 3. Спектр распределения редкоземельных элементов в модельном расплаве приведен на рисунке 5.

Полученные результаты расчетов показывают хорошее соответствие состава модельного расплава дацита природным метадацитам нимнырского комплекса. Это подтверждает корректность сделанного нами допущения в отношении магматического источника исходных расплавов, что позволило определить возможные P-T параметры образования исходных кислых расплавов плагиогнейсов нимнырского комплекса.

Как видно из рис. 5, спектр распределения РЗЭ в метаандезите (обр. А28) топологически сходен со спектрами распределения РЗЭ в метадацитах. Это позволяет предполагать для генезиса метаандезитов сходную модель происхождения исходного расплава с указанной выше для метадацитов. Из результатов эксперимента [3] можно полагать, что исходный

расплав метаандезита (обр. А28) с содержанием $\text{SiO}_2 = 60.97$ мас. % формировался при более высокой температуре около 930°C , нежели исходные расплавы метадацитов при том же давлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе закономерностей распределения главных петрогенных элементов и элементов-примесей установлено, что магматические протолиты древнейшего стратифицированного гранулитового нимнырского комплекса Алданского щита представлены вулканитами известково-щелочной и коматиит-толеитовой серий. В составе исходных вулканитов известково-щелочной серии установлены андезиты и дациты (гиперстеновые плагиогнейсы). Топология мультиэлементного графика гиперстеновых плагиогнейсов нимнырского комплекса сходна с таковой архейских серых гнейсов основания щитов, обладающей характерными минимумами для Ta, Nb, P, Ti. Исходные вулканиты коматиит-толеитовой серии представлены главным образом толеитовыми базальтами. На мультиэлементной диаграмме метатолейты нимнырского комплекса отличаются от толеитовых базальтов N-MORB повышенным содержанием Ba, La, Ce, Sr. Отношения Nb/Y и Zr/Y свидетельствуют о том, что исходные толеитовые базальты нимнырского комплекса имели плюмовый источник. Рассчитаны возможные P-T параметры образования исходных кислых расплавов гиперстеновых плагиогнейсов нимнырского комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великославинский С. Ф. Метабазальты высокометаморфизованных комплексов раннего докембрия Алдано-Станового щита: петролого-геохимическая характеристика и геолого-тектоническая интерпретация: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. СПб.: ЦОП СПГУ, 1998. 43 с.
2. Великославинский С.Ф., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. и др. Первичная природа, возраст и геодинамическая обстановка формирования протолитов метаморфических пород фedorовской толщи, Алданский щит // Петрология. 2006. Т.14, № 31. С. 25–43.
3. Вольф М.Б., Уайли Л.Дж. Некоторые результаты экспериментального исследования дегидратационного плавления амфиболита при 10 кбар // Геология и геофизика. 1993. № 12. С. 100–115.
4. Гирнис А.В., Рябчиков И.Д., Богатиков О.А. Генезис коматиитов и коматиитовых базальтов. М: Наука, 1987. 120 с.
5. Глубинное строение и металлогения Восточной Азии. Владивосток: Дальнаука, 2010. 330 с.
6. Добрецов В.Н., Смелов А.П., Кравченко А.А. и др. Средний химический состав нижней коры центральной части Алданского щита по результатам изучения ксенолитов из мезозойских щелочных интрузивов // Отеч. геология. 2008. № 6. С. 63–73.
7. Другова Г.М., Бушмин С.А., Мотуза Г.Б. и др. Серые гнейсы Олекминской зоны Восточной Сибири // Природные ассоциации серых гнейсов архея. Л.: Наука, 1984. С. 72–83.
8. Другова Г.М., Харитонов А.Л., Чухонин А.П. и др. Основание иенгрской серии Алданского массива // Ранний докембрий Алданского массива и его обрамления. Л.: Наука, 1985. С. 9–20.
9. Дук В.Л., Кицул В.И., Петров А.Ф. и др. Ранний докембрий Южной Якутии. М.: Наука, 1986. 280 с.
10. Ермаков В.А., Соловьева Т.Н., Генштафт Ю.С. Экспериментальные исследования в области глубинного петрогенезиса. М.: Ин-т физики Земли РАН, 1976. 65 с.
11. Кепежинкас К.Б. Парагенетический анализ и петрохимия среднетемпературных метапелитов. Новосибирск: Наука, 1977. 198 с.
12. Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. М.: Недра, 1997. 198 с.
13. Конди К., Аллен П. Происхождение архейских чарнокитов южной Индии // Геохимия архея. М.: Мир, 1987. С. 224–249.
14. Котов А.Б. Граничные условия геодинамических моделей формирования континентальной коры Алданского щита: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. СПб., 2003. 78 с.
15. Мишкин М.А., Вовна Г.М., Лаврик С.Н., Октябрьский Р.А. Геохимия и происхождение глубинных архейских эндербитов юга алданского щита (Сутамский блок) // Геохимия. 2000. № 7. С. 691–711.
16. Мишкин М.А., Ленников А.М., Вовна Г.М. и др. Геохимия и исходная природа метабазит-эндербитовой ассоциации Джугджурского блока (Алданский щит) // Геохимия. 2007. № 6. С. 608–623.
17. Ножкин А.Д., Туркина О.М. Геохимия гранулитов. Новосибирск: Наука, 1993. 223 с.
18. Петрова З.И., Пожарицкая Л.К., Ройзенман В.М. и др. Метаморфический комплекс алданских месторождений флогопита. Новосибирск: Наука, 1975. 151 с.
19. Петрова З.И., Левицкий В.И. Основные кристаллические сланцы в гранулитогнейсовых комплексах Восточной Сибири и их первичная природа // Геохимия вулканитов разных геодинамических обстановок. Новосибирск: Наука, 1986. 280 с.
20. Ранний докембрий Алданского массива и его обрамления. Л.: Наука, 1985. 176 с.
21. Реутов Л.М. Докембрий центрального Алдана. Новосибирск: Наука, 1981. 184 с.
22. Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных схем Якутской АССР. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 60 с.
23. Рябчиков И.Д., Богатиков О.А. Физико-химические условия генерации и дифференциации карельских коматиитов // Геохимия. 1984. № 5. С. 625–638.
24. Сальникова Е.Б. Тектономагматическая эволюция северного фланга зоны сочленения Олекминской гранит-зеленокаменной и Алданской гранулитогнейсовой областей Алданского щита: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. СПб., 1993. 16 с.
25. Смелов А.П., Березкин В.И., Попов Н.В. и др. Первые данные о синколлизионных базитах и ультрабазитах палео-

- протерозоя Алдано-Станового щита // Геология и геофизика. 2006. Т. 47, № 1. С. 153–165.
26. Шкодзинский В.С., Зедгенизов А.Н. Генезис докембрийских комплексов в свете новейших данных о глобальном магматическом фракционировании при аккреции Земли (на примере Алданского щита) // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 4. С. 32–41.
 27. Arth J., Barker F. Rare-earth partitioning between hornblende and dacitic liquid and implication for the genesis of trondhjemitic-tonalitic magmas // Geology. 1976. N 4. P. 534–536.
 28. Barker F. Trondhjemitic. Dacites and environment and hypothesis of origin // Trondhjemitic, dacites and related rocks / F. Barker (ed). Amsterdam: Elsevier, 1979. P. 1–12.
 29. Condie K.C. High field strength element ratio in Archean basalts; a window to evolving sources of mantle plumes? // Lithos. 2008. V. 100. P. 14–84.
 30. Dennen W.H., Moore B.R. Chemical definition of nature detrial sedimentary rock // Nat. Phys. Sci. 1971. V. 234. P. 127–128.
 31. Evensen N.M., Hamilton P.I., O’Nions R.K. Rare earth elements abundances in hondritic meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1978. V. 42, N 8. P. 1199–1212.
 32. Green T.H., Ringwood A.E. Genesis of the calc-alkaline igneous rock suite // Contr. Miner. Petrol. 1968. V. 18, N 2. P. 105–162.
 33. Holloway J.R., Burnham C.W. Melting relations of basalt with equilibrium water pressure less than total pressure // J. Petrol. 1972. V. 13, N 1. P. 1–29.
 34. Jahn B. M., Gruau G., Gapdevila R. et al. Archean crustal evolution of the Aldan Shield, Siberia: geochemical and isotopic constraints // Precamb. Res. 1998. V. 91. P. 333–363.
 35. Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks // Ontario Div. Mines. Misc. Pap. 66. 1976.
 36. Martin H. Petrogenesis of Archean trondhjemitic, tonalites and granodiorites from eastern Finland: major and trace element geochemistry // J. Petrol. 1987. V. 28. P. 921–953.
 37. Martin H. The Archean grey gneisses and the genesis of continental crust // Archean Crustal Evolution / Ed. K.C. Condie. Amsterdam: Elsevier, 1994. P. 205–259.
 38. Nutman A.P., Chernyshev I.V., Baadsgaard H., Smelov A.P. The Aldan shield of Siberia, USSR: the age of its Archean components and evidence for widespread reworking in the mid-Proterozoic // Precamb. Res. 1992. V. 54. P. 195–210.
 39. Rapp R.P., Watson E.B., Miller C.F. Partial melting of amphibolite/eclogite and the origin of Archean trondhjemitic and tonalites // Precamb. Res. 1991. V. 51. P. 1–25.
 40. Rushmer T. Partial getting of two amphibolites: contrasting experimental results under fluid absent conditions // Contr. Miner. Petrol. 1991. V. 107. P. 41–59.
 41. Shaw D.M. Trace element fractionation during anatexis // Geochim. Cosmochim. Acta. 1970. V. 34, N 42. P. 331–340.
 42. Sighinolfi G.P. Investigation into deep crustal levels: fractionating effects and geochemical trends related to high-grade metamorphism // Geochim. Cosmochim. Acta. 1971. V. 5, N 10. P. 1005–1021.
 43. Sun S.S., Nesbitt E.W. Petrogenesis of Archean ultrabasic and basic volcanics: evidence from rare earth elements // Contr. Mineral. Petrol. 1978. V. 65, N 3. P. 301–325.

Рекомендована к печати О.В. Авченко

G.M. Vovna, M.A. Mishkin

Magmatic protolithes of granulites of Nimnyrsky block (Aldan Shield) and their petrogenesis

The study of the regularities of distribution of the main petrogenic elements of admixtures showed that the magmatic protolithes of the most ancient stratified granulitic Nimnyrsky complex of the Aldan shield are represented by volcanites of the calc-alkaline and komatiite-tholeiite series. The initial volcanites of the calc-alkaline series contain basalts (two-pyroxene shales), andesites, and dacites (enderbites). Topology of the multi-element diagram of hypersthene plagiogneisses of the Nimnyrsky complex is similar to that of the Archean grey gneisses of the shield basement, showing the characteristic minima for Ta, Nb, P, Ti contents. The initial volcanites of the komatiite-tholeiite series are mainly tholeiitic basalts. The multi-element diagram demonstrates that the Nimnyrsky complex metatholeiites differ from the tholeiitic basalts of the N-MORB in higher Ba, La, Ce, and Sr contents. Nb/Y and Zr/Y ratios testify that the initial tholeiitic basalts of the Nimnyrsky complex had a plume source. Possible P-T parameters of the formation of the initial acid melts of hypersthene plagiogneisses of the Nimnyrsky complex have been calculated.

Key words: metabasite-plagiogneiss association, metaandesites, metadacites, two-pyroxene shales, Nimnyrsky block, Aldan Shield.