

**ПЕТРОГЕНЕЗИС КОМАТИИТ-ТОЛЕИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ
ПОЗДНЕАРХЕЙСКИХ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ
КУРСКОГО БЛОКА САРМАТИИ****М. В. Рыборак, А. Ю. Альбеков***Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 18 сентября 2014 г.

Аннотация: на основе установленных Sm-Nd изотопных характеристик установлены основные закономерности петрогенезиса позднеархейской метаморфизованной коматиит-толеитовой ассоциации Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса Курской (КМА) гранит - зеленокаменной области в восточной части Сарматии. Модельный возраст коматиитов с наименьшим отношением $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0,1284$, составляет 2,98 млрд лет, при этом их источник ($\epsilon\text{Nd}(T2500)=+1,4 - +4,3$) соответствует деплетированному мантийному веществу. Высокомагнезиальные базальты северо-восточного блока характеризуются пониженными значениями $\epsilon\text{Nd}(T2500)=-0,7 - +1,5$, что указывает на обогащенный коровым веществом источник этих пород. Совокупность геохимических и изотопных данных позволяет предположить мантийно-плюмовую природу изученной позднеархейской коматиит-толеитовой ассоциации Курского блока Сарматии с вовлечением в процесс магмогенерации существенной доли нижней мафической коры.

Ключевые слова: архей, коматииты, толеиты, Сарматия, КМА, Sm-Nd изотопия

**PETROGENESIS OF KOMATIITE-THOLEIITIC ASSOCIATION FROM LATE ARCHEAN
GREEN-STONE BELT OF SARMATIAN KURSK BLOCK**

Abstract: in the south-western part of the Voronezh crystalline massif in Kursk (KMA) block of Sarmatia widespread komatiite-tholeiitic metavolcanics in the Late Archean greenstone belts. Were studied the geochemistry of metamorphic komatiite, high-Mg basalts, high-iron tholeite of central part of Belgorodsko-Mikhailovskiy greenstone belt. To determine the Sm-Nd isotope-geochronological characteristics were examined five samples of metakomatiites and four samples of high-Mg metabasalts.

Erochronical dependence for komatiite responsible Late Archean age 2.89 ± 0.19 billion years, the data for high-Mg basalts show 2.45 ± 0.69 billion years. All isotopic and geochemical data suggest that the formation of komatiites associated with melting sublithosphere asthenospheric mantle.

Source of metakomatiites could associate with depleted mantle diaper, whereas the source of high-Mg metabasalts included a significant proportion of the mafic lower crust of Early Archean age.

Keywords: archaea, komatiites, tholeiites, Sarmatia, KMA, Sm-Nd isotopy.

Введение

Исследование магматических образований ранне-докембрийских зеленокаменных поясов является одним из приоритетных направлений изучения ранних стадий формирования Земли. В объеме большинства зеленокаменных структур архейских кратонов выделяются коматиит-толеитовая и базальт-андезит-дацит-риолитовая ассоциации, происхождение которых связывается с различными механизмами взаимодействия мантийного и корового вещества. В границах Восточно-Европейской платформы зеленокаменные пояса установлены в пределах Свекофеннского и Сарматского палеократонов, при этом наиболее детально зеленокаменные пояса Сарматии с возрастом около 3,2 млрд лет [1], изучены на Украинском щите в пределах Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной

области, Приазовской гранулит-гнейсовой области и Орехово-Павлоградской зоны. Нашей задачей является установление основных особенностей петрогенезиса зеленокаменных образований магматического генезиса в пределах Курского блока Сарматии, где в качестве эталонного объекта выбран Белгородско-Михайловский зеленокаменный пояс.

Геологическое строение

В пределах Курской гранит-зеленокаменной области (рис. 1), составляющей восточную часть Сарматии и коррелируемой с Приазовской областью Украинского щита [4 др.], выделяются две зоны распространения зеленокаменных образований: Алексеевско-Воронежская на северо-востоке и Белгородско-Михайловская (Львовско-Ракитнянская) на юго-западе.

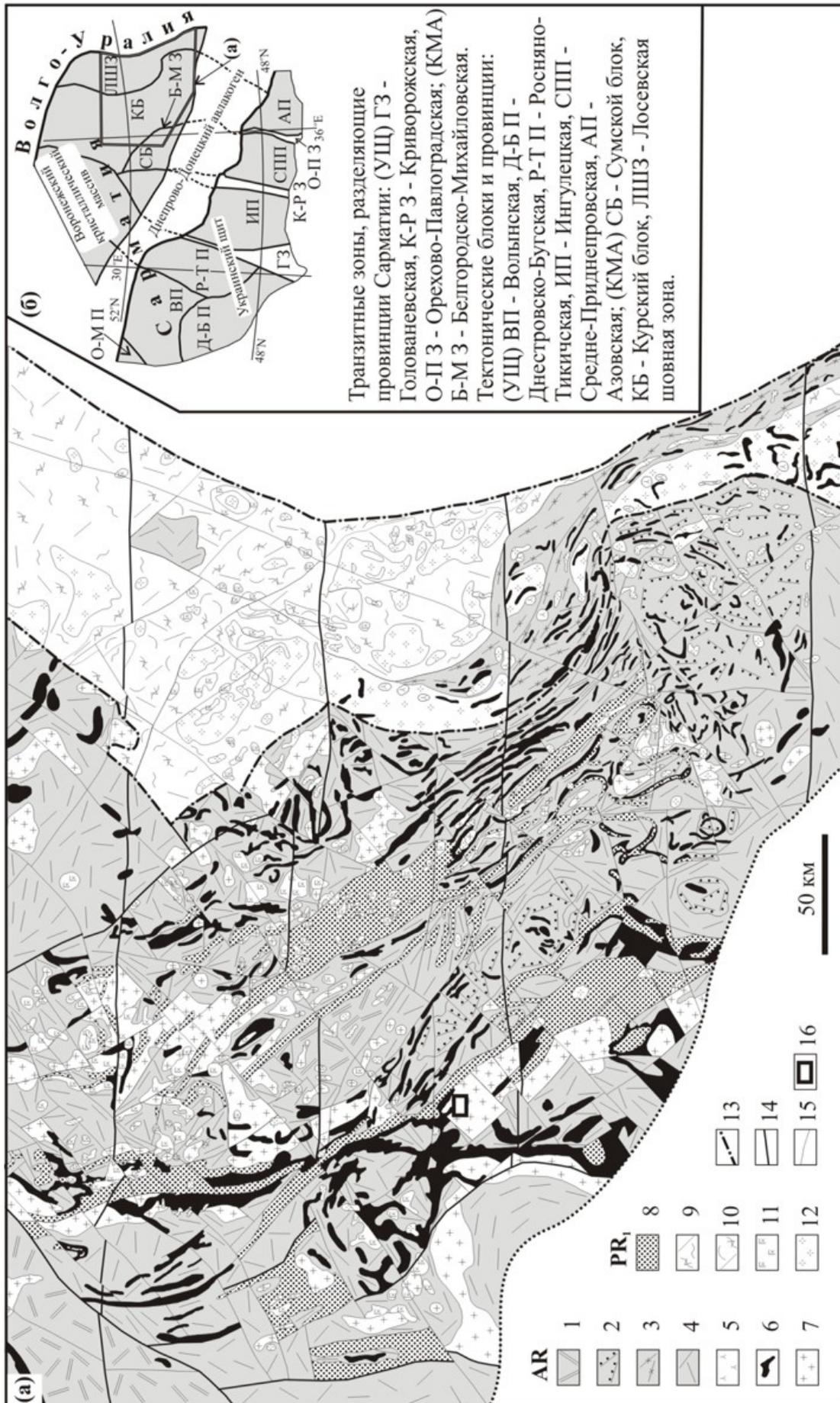


Рис. 1. (а) Схема геологического строения Курского блока Воронежского кристаллического массива (по [2] с упрощениями и дополнениями). Условные обозначения на стр. 55.

Рис. 1. (а) Схема геологического строения Курского блока Воронежского кристаллического массива (по [2] с упрощениями и дополнениями). Архей – 1–7: 1 – железисто-кальцифир-кондалитовый формационный ряд (брянская ассоциация обоянского комплекса), 2 – метаграувакковая ритмитовая серогнейсовая формация (россошанская ассоциация обоянского комплекса), 3 – метаграувакковая грубообломочная гранодиоритогнейсовая формация (донская ассоциация обоянского комплекса), 4 – метабазит-гнейсовый формационный комплекс (обоянский комплекс нерасчлененный), 5 – ультрамафиты и мафиты (бесединский и белогорьевский комплексы), 6 – зеленокаменный формационный комплекс (александровская и лебединская свиты михайловской серии, сергиевский комплекс), 7 – мигматит-тоналит-плагиогранитная формация (салтыковский комплекс) и формация микроклиновых гранитов и мигматитов (атаманский комплекс). Палеопротерозой – 8–12: 8 – метасадочный (курская серия ВIF) и метавулканогенно-осадочный (оскольская серия) формационные комплексы, 9 – метавулканогенно-осадочный формационный комплекс (лосевская серия), 10 – метавулканогенно-осадочный формационный комплекс (воронежская свита), 11 – ультрамафиты, мафиты и диориты (золотухинский, стойло-николаевский, смородинский, рожественский и ольховский комплексы), 12 – граниты, плагиограниты, субщелочные граниты, граносиениты, сиениты, щелочные пироксениты с карбонатами (малиновский, шебекинский, дубравинский, павловский, лискинский, усманский, ольховский комплексы). Разрывные нарушения – 13 – 15: 13 – структурные швы (I ранга), ограничивающие структурно-формационные зоны, 14 – глубинные разломы (II ранга), ограничивающие макроблоки, сквозные, 15 – региональные зоны разломов, установленные по комплексу геолого-геофизических данных, 16 – район исследований. (б) Схема тектонического районирования Сарматии [3].

Метаморфические вулканогенно-осадочные образования михайловской серии Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса залегают среди раннеархейских гнейсов обоянского плутоно-метаморфического комплекса (ПМК) в виде тектонических блоков, разделенных субизометричными, куполообразными телами плагиогранитов и образующих «полосу» северо-западного простирания от Брянского тектонического блока на северо-западе до Днепровско-Донецкого авлакогена на юго-востоке. Согласно существующим представлениям [5] блоки метаморфических пород михайловской серии и ассоциирующих с ними интрузивных метабазит-ультрабазитов представляют собой реликт рифтогенного прогиба, заложенного на континентальном раннеархейском гранулит-гнейсовом основании центральной части Курского блока Сарматии.

В составе михайловской серии выделяют две тол-

щи – нижняя, представленная преимущественно серпентинитами, тремолитовыми и роговообманковыми амфиболитами, габброамфиболитами, тремолит-серпентиновыми и актинолит-тремолитовыми сланцами и верхняя, сложенная фельзитовыми порфирами, ортосланцами кислого, среднего и основного состава, кварц-ставролит-биотитовыми, кварц-хлоритовыми, кварц-биотит-мусковитовыми сланцами.

Для выявления особенностей петрогенезиса нижней толщи нами были исследованы метакоматиит-толеиты, располагающиеся в центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса, в северной части замыкания палеопротерозойской Белгородской грабенсинклинали. В пределах изученной структуры выделяются два вытянутых в северо-западном направлении блока метамафит-ультрамафитов, разделенные интрузией позднearchейских плагиогранитов (рис. 2).

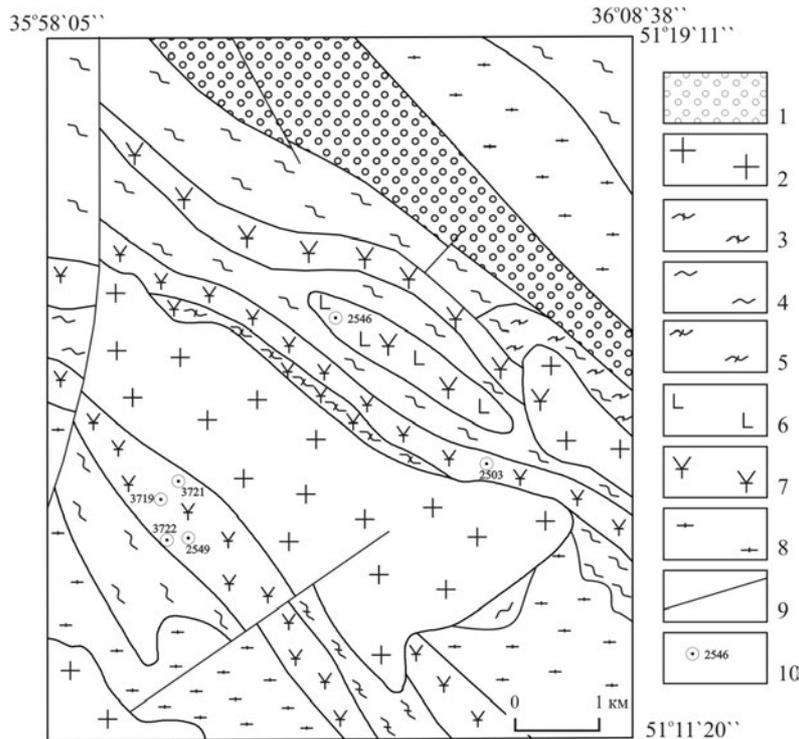


Рис. 2. Схематическая геолого-геофизическая карта северной части Белгородской структуры Курской гранитно-зеленокаменной области (по материалам А.Н. Скулкова). Условные обозначения: 1 – палеопротерозойская железорудно-

сланцевая толща, 2 – позднерархейские плагиограниты, 3 – области интенсивной гранитизации, мигматизации, 4 – позднерархейская вулканогенно-осадочная толща: амфиболиты, метаэффузивы основного и среднего составов, сланцы эпидот-хлорит-актинолитовые, биотит-плагиоклаз-кварцевые ортосланцы, микрогнейсы, доломитизированные кварц-альбит-талк-хлоритовые, кордиерит-биотитовые сланцы, 5 – мигматизированные позднерархейские вулканогенно-осадочные образования, 6 – позднерархейские метавулканы основного состава – амфиболиты, габброамфиболиты, 7 – позднерархейские метавулканы ультраосновного состава – серпентиниты, тальк-карбонатные, тальк-тремолитовые сланцы, 8 – раннерархейские гнейсы, гранито-гнейсы, гнейсы меланократовые амфиболовые, биотит-амфиболовые, с реликтами метабазитов, 9 – разрывные нарушения, 10 – скважины.

Геохимическая характеристика

На классификационной диаграмме $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O+Na}_2\text{O}$ (рис. 3) исследуемые метаморфические породы располагаются в области пород нормальной щелочности и соответствуют полям ультраосновных ($\text{SiO}_2 < 45$ мас.%), основных ($\text{SiO}_2 = 45\text{-}52$ мас.%), единичные составы отвечают андезибазальтам. На диаграмме Al-(Fe+Ti)-Mg (рис. 4) их фигуративные точки соответствуют полям коматиитов и вулканитов

толеитовой серии. Метаультрабазиты юго-западного и северо-восточного блоков располагаются в поле коматиитов. Метабазиты юго-западного блока, залегающие в переслаивании с метакоматиитами, соответствуют высокожелезистым базальтам, а метабазиты северо-восточного блока относятся к высокомагнезиальным базальтам. Характерной петрохимической чертой изученной породной ассоциации является отсутствие в разрезе коматиитовых базальтов.

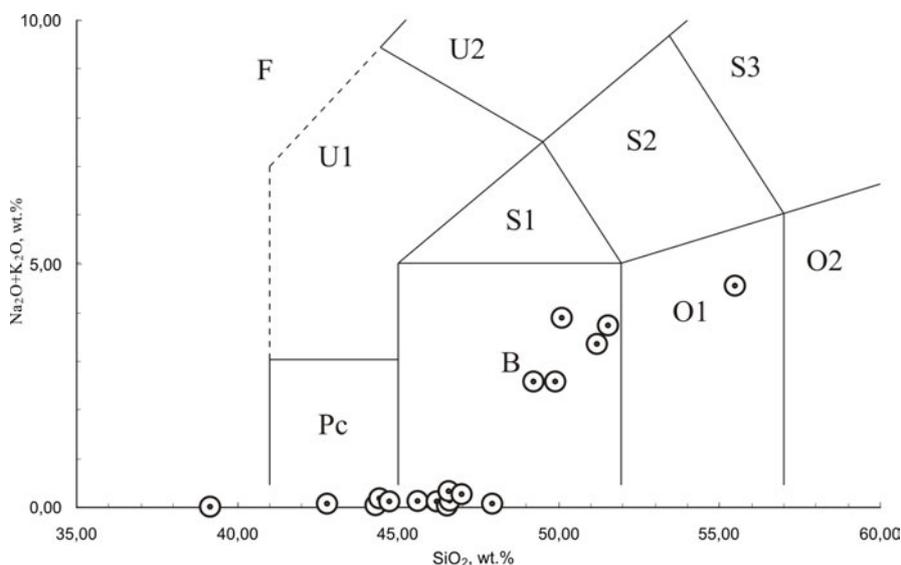


Рис. 3. Фрагмент классификационной диаграммы $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O+Na}_2\text{O}$. Pc – пикробазальт, B – базальт, O1 – андезибазальт, O2 – андезит, S1 – трахибазальт, S2 – трахиандезиальт, S3 – трахиандезит, U1 – базанит или тефрит, U2 – фонолитовый тефрит, A – фонолит, F – фойдит. Точки соответствуют составам метабазит-ультрабазитов центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса.

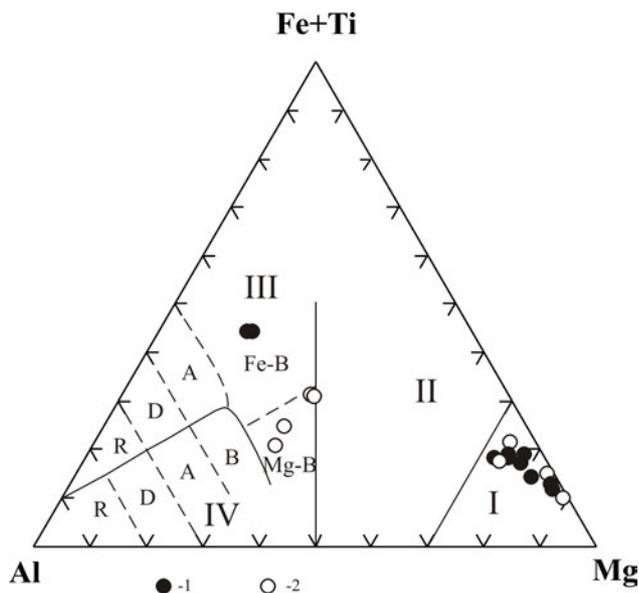


Рис. 4. Классификационная диаграмма Al-(Fe+Ti)-Mg . Римскими цифрами обозначены поля: I – коматиитов, II – коматиитовых базальтов, III-IV – вулканитов толеитовой и известково-щелочной серий соответственно. Буквенными символами обозначены поля: R – риолитов, D – дацитов, A – андезитов, B – базальтов (Fe-B, Mg-B – высокожелезистые и высокомагнезиальные базальты, соответственно). 1, 2 – фигуративные точки составов пород юго-западного и северо-восточного блоков, соответственно.

Метакоматииты юго-западного блока

Метакоматиитам юго-западного блока (вскрытых скважинами №№ 3719, 3722, 2549), соответствуют пятнисто-полосчатые тремолит-антигоритовые, мелко-крупнопятнистые хлорит-тремолит-антигоритовые серпентиниты и массивные однородные тремолит-актинолитовые амфиболиты. Составы метакоматиитов отвечают требованиям международной классификации магматических пород [6]: содержание MgO в них больше 18,0 мас. % (29,13–39,89 мас. %), содержание TiO₂ < 1,0 мас. % (0,04–0,33 мас. %). Магнезиальность (#Mg = 100*Mg/(Mg+Fe)) варьирует в пределах 79,94–87,92.

Согласно [7] эти коматииты относятся к деплетированному глинозему типу по характерным соотношениям – Al₂O₃=1,00–4,57 мас. %, CaO/Al₂O₃=1,76, Al₂O₃/TiO₂=14,30, (Gd/Yb)_NPM=1,49. В сравнении с составом примитивной мантии (PM) [8] описываемые породы обеднены Zr по отношению к Ti (Ti/Zr=332), Y (Zr/Y=2,0) и Nb (Zr/Nb=5,1), а также обеднены Y относительно Ti (Ti/Y=333).

Средние содержания Ni и Cr составляют 1883 и 2024 ppm, V и Co – 76,6 и 73,1 ppm, соответственно. Анализ зависимостей соотношения нормированных по хондриту [9] Ni, Cr, V и показателя Mg/Si, свидетельствует от том, что изучаемые коматииты близки по показателям Ni_{ch}, Cr_{ch}, V_{ch}, Mg/Si к примитивной мантии, мантийным перидотитовым ксенолитам Капваальского кратона и недеплетированным глинозему коматиитам Полмос-Поросозерского и Урагубского зеленокаменных поясов (2,88–2,81 млрд лет) Кольской провинции.

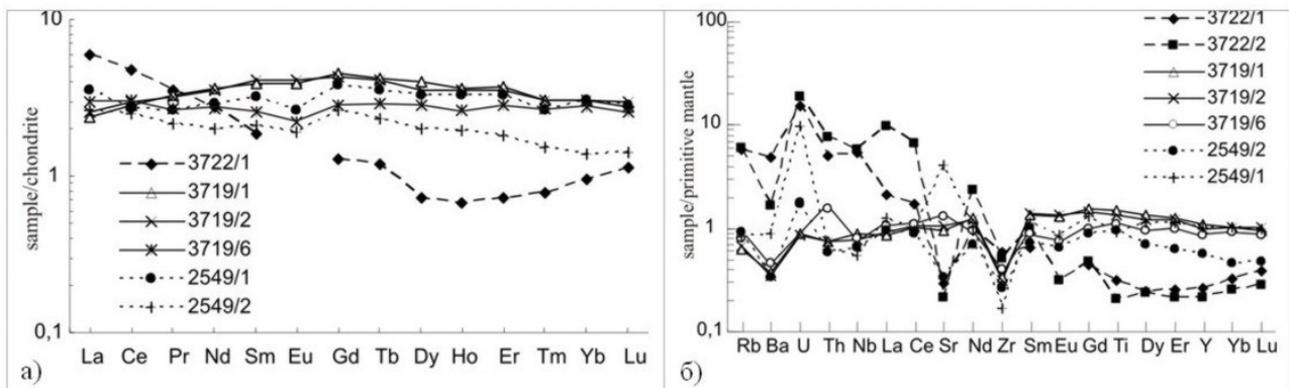


Рис. 5. Нормированные к хондриту (а) [9] и примитивной мантии (б) [8] распределения редкоземельных и некоторых редких элементов в метакоматиитах юго-западного блока центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса.

Метакоматииты северо-восточного блока

Метакоматиитам северо-восточного блока (скважина № 2503) соответствуют хлорит-тремолит-антигоритовые серпентиниты с полосчато-петельчатой текстурой, по сравнению с метакоматиитами юго-западного блока, характеризующиеся большим интервалом содержаний магния (MgO=19,20–44,24 мас. %) при схожих средних значениях и близкими концентрациями титана TiO₂=0,04–0,31 мас. %. Магнезиальность пород составляет #Mg=80,13–89,84. Характерные для Al-деплетированных коматиитов параметры

По характеру распределения нормированных по хондриту [9] редкоземельных элементов среди метакоматиитов юго-западной полосы выделяется три разновидности (рис. 5 а): 1) тремолит-антигоритовые серпентиниты (скважина № 3719, интервал 481,6–513,4 м) с плоским, слабообогаченным средними относительно легких и тяжелых РЗЭ графиком с превышением хондритовых значений в 3–5 раз; (La/Yb)_N=0,8, (La/Sm)_N=0,6, (Sm/Yb)_N=1,3, (Gd/Yb)_N=1,4, Eu/Eu*=0,9–1,0; 2) серпентиниты (скважина № 3719, интервал 604,0–644,2 м и докембрийский разрез, вскрытый скважиной № 2549) со слабым преобладанием легких РЗЭ над тяжелыми ((La/Yb)_N=1,1–1,9) и отрицательной европиевой аномалией (Eu/Eu*=0,7–0,8), при превышении хондритовых значений в 2–3 раза; 3) серпентиниты (скважина № 3722) с отчетливым преобладанием легких РЗЭ над средними и тяжелыми (La/Yb)_N=6,1, (La/Sm)_N=3,2, при близких к хондритовым содержаниям средних и тяжелых РЗЭ и концентрациях Eu ниже предела обнаружения. Наблюдаемые спектры распределения РЗЭ сходны с Al-деплетированными коматиитами из района Тисдейл Тауншип зеленокаменного пояса Абититби (Канадский щит) [10].

На мультиэлементной диаграмме (рис. 5 б) выделяются обогащенные Rb-Ba-U-Th группой элементов метаультрабазиты, вскрытые скважиной 3722, при близких к РМ их концентрациях в метакоматиитах центральной части юго-западного блока, вскрытых скважинами 3719 и 2549. Для всех исследованных пород характерны концентрации Zr ниже РМ.

Al₂O₃=0,63-3,12 мас. %, Al₂O₃/TiO₂=12,25, (Gd/Yb)_NPM=1,33 коматиитов северо-восточного блока близки к показателям коматиитов юго-западного блока. Также в целом близки параметры Ti/Zr, Zr/Y и Ti/Y, отличаясь близким к РМ отношением Zr/Nb=15,1.

По характеру соотношения редкоземельных элементов (рис. 6а) полосчато-петельчатые серпентиниты (скважина № 2503, интервал 408,2–430,3 м) соответствуют первой группе метакоматиитов юго-западного блока: отмечается превышение хондри-

того уровня в 3–4 раза, $(La/Yb)_N=1,2$, $(La/Sm)_N=0,8$, $(Sm/Yb)_N=1,5$, $(Gd/Yb)_N=1,5$, $Eu/Eu^*=0,9$. Серпентиниты интервалов 440,5–490,0 и 497,5–505,6 м по графику РЗЭ схожи с третьей группой метакоматиитов юго-восточного блока, наблюдается отчетливое преобладание легких РЗЭ над средними и тяжелыми $(La/Yb)_N$ до 4,7, $(La/Sm)_N$ до 3,3, при близких к хондритовым

содержаниях средних и тяжелых РЗЭ и концентрациях Eu.

На мультиэлементной диаграмме (рис. 6а), при общей схожести с метакоматиитами юго-западного блока, отмечается отсутствие существенного обогащения Rb-Ba-U-Th группой элементов.

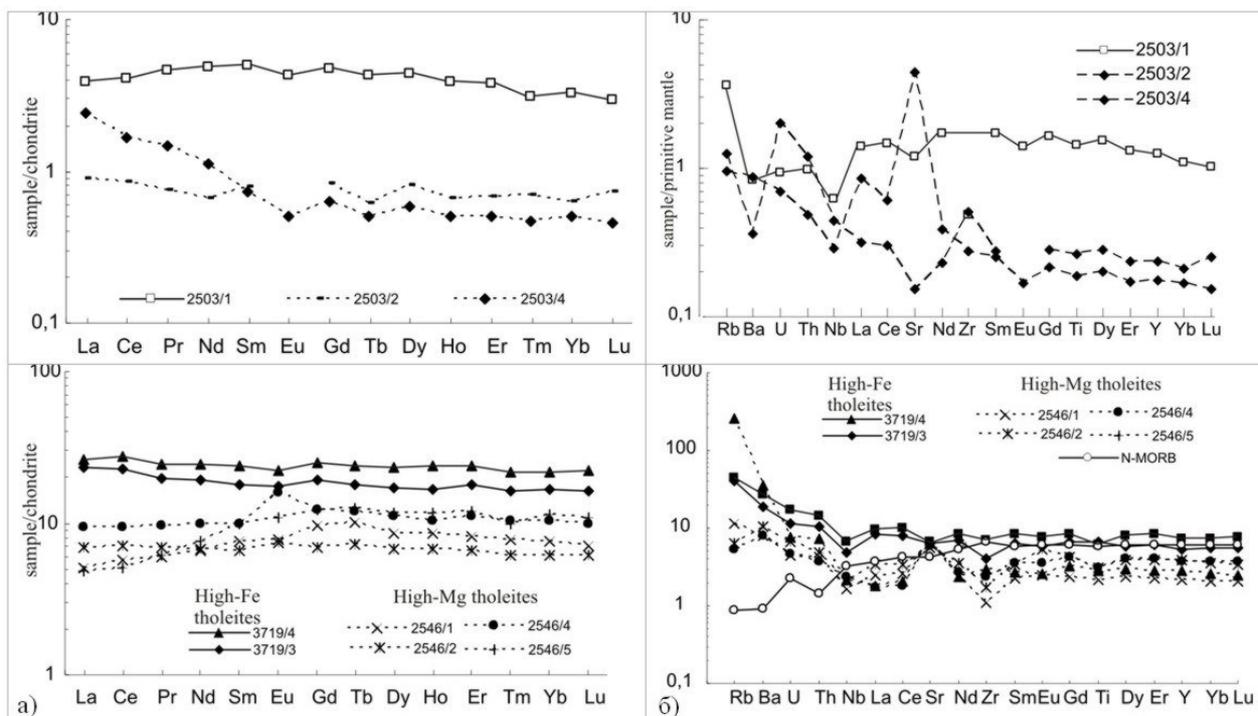


Рис. 6. Нормированные к хондриту (а) [9] и примитивной мантии (б) [8] распределения редкоземельных и некоторых редких элементов в метакоматиитах северо-восточного блока центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса и в высокожелезистых и высокомагнезиальных толеитах северо-восточного блока центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса.

Высокомагнезиальные толеиты

Актинолитовые амфиболиты и меланократовые плагиоклаз-амфиболовые габброамфиболиты, отвечающие по составу высокомагнезиальным толеитам, образуют отдельный блок, вскрытый скважиной 2546, соседствующий с блоком метакоматиитов на северо-востоке описываемой территории. Содержания MgO в них варьирует от 8,52 до 8,81 мас. %, #Mg от 52,62 до 62,10, на классификационной диаграмме Al-(Fe+Ti)-Mg они располагаются близ границы высокомагнезиальных толеитовых и коматиитовых базальтов. Содержания Ni и Cr на порядок меньше, чем в вышеописанных метакоматиитах и составляют 94 и 282 ppm, соответственно. В сравнении с составом примитивной мантии породы обогащены Zr относительно Ti, и обеднены Zr относительно Y, Zr/Nb и Ti/Y отношения близки к таковым для PM. По распределению редкоземельных элементов (рис. 6 а) описываемые породы характеризуются 5–10 – кратным превышением хондритового уровня и незначительным обогащением тяжелыми РЗЭ относительно легких – $(La/Yb)_N=0,42–1,14$, $(La/Sm)_N=0,48–1,07$, $(Sm/Yb)_N=0,88–1,07$, $(Gd/Yb)_N=1,09–1,14$, при отсутствии европиевых аномалий, за исключением образца 2546/4, в котором

обнаруживается существенная $(Eu/Eu^*=1,41)$ положительная аномалия европия при плоском 10-кратном превышении РЗЭ хондритового уровня. На мультиэлементной диаграмме (рис. 6 б) характерными чертами описываемых пород являются обогащенность крупноионными литофилами Rb, Ba, U, Th, положительная Sr и отрицательная Zr аномалии.

Высокожелезистые толеиты

Габброамфиболиты и актинолит-хлоритовые сланцы, соответствующие по химическому составу высокожелезистым толеитовым базальтам, слагают пачку мощностью около 80 м (скважина № 3719, интервал 524,6–604,0 м) среди метакоматиитов (тремолит-антигоритовых серпентинитов) юго-западного блока. Содержание MgO в них составляет 7,16–7,71 мас. %, характер соотношений $Ti/Zr=102–191$, $Zr/Y=1,9–2,4$, $Zr/Nb=13,0–16,6$, $Ti/Y=241–357$ аналогичен вмещающим метакоматиитам – наблюдается обеднение Zr относительно Ti, Y и Nb, при обеднении Y относительно Ti. По характеру распределения РЗЭ высокожелезистые метатолиты соответствуют архейским толеитам ТН-1 с характерным практически не фракционированным спектром – $(La/Yb)_N=1,2–1,4$,

$(La/Sm)_N=1,1-1,3$, $(Sm/Yb)_N=1,1$, $(Gd/Yb)_N=1,1-1,2$, $Eu/Eu^*=0,9$. На мультиэлементной диаграмме для спектра распределения элементов описываемых пород характерны геохимические черты супрасубдукционных вулканитов, характеризующихся обогащением крупноионными литофильными элементами (Rb, Ba, U, Th) по сравнению с N-MORB [9 и др.] и деплетацией в части концентраций высокозарядных некогерентных элементов (Nb, Ta) относительно крупноионных литофилов [10 и др.].

Изотопно-геохронологическая характеристика

Изотопные возрасты пород зеленокаменной структурно-вещественного комплекса Курской гранитно-зеленокаменной области и сопряженных с ними позднearerхейских гранитоидов были детально исследованы в комплексе с зеленокаменными образованиями Среднеприднепровской и Приазовской областей Украинского щита Г. В. Артеменко [13]. Проведенные им определения возрастов гранитоидных массивов, окружающих Льговско-Ракитнянский пояс (U-Pb методом ID-TIMS, изохроны по цирконам), показывают значения 3010 ± 40 , 2930 ± 45 , 2920 ± 15 млн лет. Возраст

та зеленокаменной толщи, определенные в той же работе по цирконам из средних и кислых метавулканитов Льговско-Ракитнянского пояса, составляют широкий диапазон – 3264 ± 54 , 3128 ± 23 , 3100 ± 50 , 2900 ± 50 , 2590 ± 88 млн лет, позволяющий предположить, что помимо синмагматического циркона зеленокаменных вулканитов, исследовались ксеногенные цирконы вмещающего раннеархейского гнейсового комплекса (обоянский ПМК), где U-Pb изохронная изотопия по цирконам показывает возраста 3361 ± 560 , 3178 ± 39 , $2920-2860$ млн лет.

Для определения Sm-Nd изотопно-геохронологических характеристик были использованы пять образцов метакоматиитов и четыре образца высокомагнезиальных метабазальтов (табл. 1; [14]). Эрохронная зависимость, построенная для коматиитов, отвечает позднearerхейскому возрасту $2,89 \pm 0,19$ млрд лет (СКВО=13), данные для высокомагнезиальных базальтов показывают $2,45 \pm 0,69$ млрд лет (СКВО=50; рис. 7). Sm-Nd модельный возраст, рассчитанный по образцу с наиболее низким отношением $^{147}Sm/^{144}Nd=0,1284$, составляет – 2,98 млрд лет.

Таблица 1

Sm-Nd изотопные данные для пород коматиит-толеитовой ассоциации центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса КМА

Образец	Порода	Sm, мкг/г	Nd, мкг/г	$^{147}Sm/^{144}Nd^*$	$^{143}Nd/^{144}Nd^{**}$	2σ	εNd(T)
3719/1	метакоматиит	0,64	1,74	0,221943	0,513224	14	3,33
3719/2	метакоматиит	0,63	1,72	0,219735	0,513235	9	4,27
3719/6	метакоматиит	0,39	1,26	0,187511	0,512556	8	1,36
2549/3	метакоматиит	0,86	4,06	0,128359	0,511475	5	-0,72
2549/1	метакоматиит	0,51	1,45	0,213691	0,513119	7	3,94
2546/1	высокомагнезиальный базальт	1,17	2,94	0,241723	0,513345	5	-0,69
2546/2	высокомагнезиальный базальт	0,97	2,98	0,196684	0,512713	5	1,48
2546/4	высокомагнезиальный базальт	1,58	4,55	0,209751	0,512827	7	-0,51
2546/5	высокомагнезиальный базальт	1,37	2,98	0,277615	0,514021	7	0,97

Примечание: Sm-Nd изотопный анализ проводился в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН (г. Санкт-Петербург) на многоколлекторном твердофазном масс-спектрометре Triton по стандартной методике. * – погрешность $^{147}Sm/^{144}Nd$ принята не более 0,3%. ** – погрешность $^{143}Nd/^{144}Nd$ принята не более 0,003 %.

Коматииты юго-западного блока характеризуются в среднем более высокими значениями $\epsilon Nd(T_{2500})=+1,4 - +4,3$, отвечающими деплетированной мантии. Высокомагнезиальные базальты северо-восточного блока характеризуются пониженными значениями $\epsilon Nd(T_{2500})=-0,7 - +1,5$, указывающими на обогащенный источник этих пород.

Выводы

Обобщение приведенных изотопной и геохими-

ческой информации по магматогенным породам зеленокаменных поясов Курского блока Сарматии позволяет предположить, что образование коматиитов связано с плавлением сублитосферной, либо астеносферной мантии. В источник родоначальных расплавов для высокомагнезиальных базальтов в значительных объемах могло входить вещество раннеархейской мафической нижней коры. Низкие содержания несовместимых элементов, а также формы спектра РЗЭ,

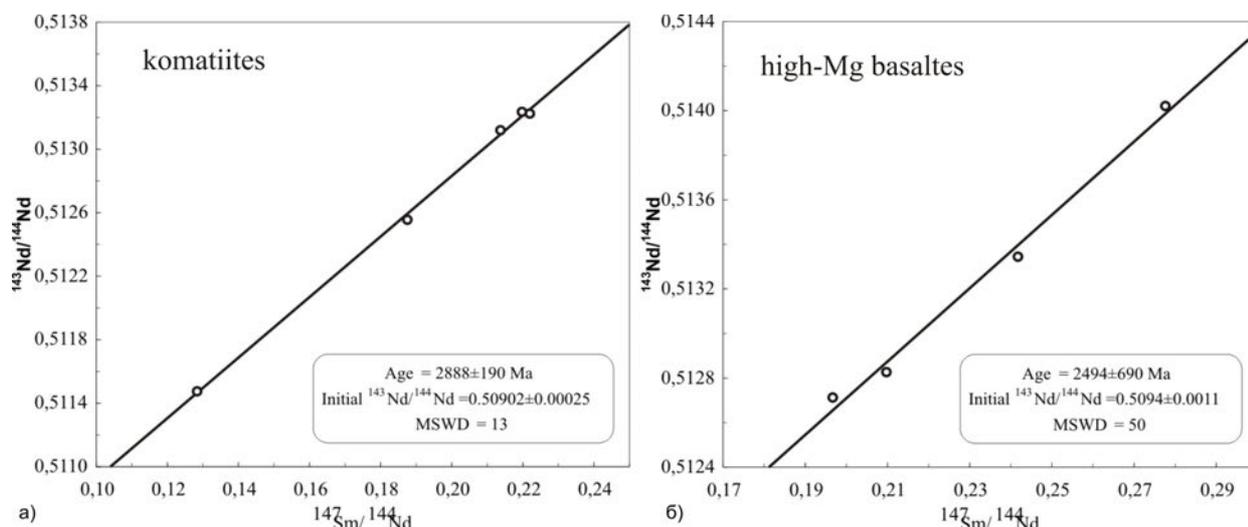


Рис. 7. Эрохронная Sm-Nd зависимость для метаморфизованных коматиитов (а) и высокомагнезиальных базальтов (б) нижней толщи центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса КМА [14].

как в метакоматиитах, так и в высокомагнезиальных базальтах свидетельствуют об их формировании за счёт высокой степени плавления деплетированных мантийных и нижнекоровых пород на относительно малых глубинах в сходном температурном режиме. Источник метакоматиитов мог ассоциировать с истощенным мантийным диапиром, тогда как источник высокомагнезиальных metabазальтов включал существенную долю нижней мафической коры раннеархейского возраста.

Таким образом, совокупность геохимических и изотопных данных позволяет предположить мантийно-плюмовую природу коматиит-базальтовой ассоциации Львовско-Ракитнянского пояса Курского блока Сарматии с вовлечением в процесс магмогенерации существенной доли нижней мафической коры раннеархейского возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков, И. Б. Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 366 с.
2. Чернышов, Н. М. Структурно-тектоническое районирование ВКМ (по геологическим и геофизическим данным) / Н. М. Чернышов, В. И. Лосицкий, С. П. Молотков [и др.] // Современные проблемы геологии: материалы юбилейной научной сессии геолог. ф-та ВГУ. – Воронеж, 1998. – С. 5–7.
3. Lobach-Zhuchenko, S. V. Precambrian Research / S. V. Lobach-Zhuchenko [et al.]. – 252 (2014). – P. 71–87.
4. Щипанский, А. А. / А. А. Щипанский, А. В. Самсонов, А. Ю. Петрова, Ю. О. Ларионова // Геодинамика восточной окраины Сарматии в палеопротерозое. – Геотектоника. – 2007. – № 1. – С. 43–70.
5. Крестин, Е. М. Докембрий КМА и основные закономерности его развития / Е. М. Крестин // Изв. Вузов: Геология и разведка. – 1980. – № 3. – С. 3–18.

Воронежский государственный университет

Рыборак М. В., к.г.-м.н., заведующий минералогической лабораторией кафедры минералогии, петрографии и геохимии
 E-mail: maximm.r@gmail.com; Тел.: 8 (4732) 208-779

Альбеков А. Ю., доцент кафедры минералогии, петрографии и геохимии, кандидат геолого-минералогических наук
 E-mail: sashaalb@list.ru; Тел.: 8 (4732) 207-966

6. Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. – М.: Недра, 1997. – 248 с.

7. Sproule, R. A. Spatial and temporal variations in the geochemistry of komatiitic in the Abitibi greenstone belt / R. A. Sproule, C. M. Leshner, J. A. Ayer [et al.] // Precambrian research. – 2002. – V. 115. – P. 153–186.

8. Sun, S.-S. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes / S.-S. Sun, W. F. McDonough [In: Saunders, A. D., Norry, M. J. Eds., Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. Spec. Publ.]. – London. – 1989. – P. 313–345.

9. Palme, H. Cosmochemical estimates of mantle composition / H. Palme, H. St. C. O'Neill // Treatise on Geochemistry. – Elsevier Ltd. – 2003. – V.2. – P. 1–38.

10. Fan, J. Geochemical characteristic of aluminum depleted and undepleted komatiites and HREE-enriched low-Ti tholeiites, western Abitibi greenstone belt: A heterogeneous mantle plume-convergent margin environment / J. Fan, R. Kerrich // Geoch. Cosmoch. Acta. – 1997. – V.61. – P. 4723–4724.

11. McCulloch, M. T. Geochemical and geodynamical constrains on subduction zone magmatism / M. T. McCulloch, J. A. Gamble // Earth Planet. Sci. Lett. – 1991. – V.102. – P.358–374.

12. Perfit, M. R. Chemical characteristics of island arc basalts: implications for mantle sources / M. R. Perfit, D. A. Gust, A. E. Bence, R. J. Arculus [et al.] // Chem. Geol. – 1980. – V.30. – P.227–256.

13. Артеменко, Г. В. Геохронология Среднеприднепровской, Приазовской и Курской гранит-зеленокаменных областей: автореф. дис. д-ра. г.-м. наук. / Г. В. Артеменко / Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины. – Киев. – 1998. – 31 с.

14. Чернышов, Н. М. Первые данные Sm-Nd изотопии неархейской коматиит-толеитовой ассоциации Львовско-Ракитнянского зеленокаменного пояса КМА (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов, М. В. Рыборак, В. М. Саватенков, А. Ю. Альбеков, Е. М. Боброва // Доклады Академии наук. – 2012. – Т. 447. – № 1. – С. 86–89.

Voronezh State University

Ryborak M. V., Cand. Sci. (Geol.), Chief of the Science Mineragenic Laboratory, Chair of Mineralogy, Petrography and Geochemistry
 E-mail: maximm.r@gmail.com; Тел.: 8 (4732) 208-779

Al'bekov A. Yu., Associate Professor, Chair of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, Cand. Sci. (Geol.)
 E-mail: sashaalb@list.ru; Тел.: 8 (4732) 207-966