

Федеральное агентство научных организаций
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УДК 550.42:546.027
№ госрегистрации
АААА-А17-117061610017-9

УТВЕРЖДАЮ
Директор,
д.г.-м.н. _____ А.Б. Перепелов

« ____ » января 2018 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме:

ВОЗРАСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАССИВОВ И ФОРМАЦИОННЫЕ
ТИПЫ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ КАРБОНАТИТОВ К-ЩЕЛОЧНЫХ
ЛАМПРОИТ-КАРБОНАТИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЩИТОВ И
СКЛАДЧАТЫХ ЗОН
№ 0350-2016-0031
(промежуточный)

Приоритетное направление: IX.129. Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли. Космохимия планет и других тел Солнечной системы. Возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов.

Программа IX.129.1. Процессы мантийно-корового взаимодействия и изотопно-геохимические индикаторы рециклирования элементов.

Протокол Ученого совета ИГХ СО РАН
№ 1 от « 16 » января 2018 г.

Научный руководитель темы
д.г.-м.н.

_____ Н.В. Владыкин
подпись, дата

Иркутск 2018

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель темы, д-р
геолого-минералогических наук

подпись, дата

Н.В. Владыкин

кандидат геолого-
минералогических наук

подпись, дата

Н.В. Алымова

кандидат геолого-
минералогических наук

подпись, дата

И.А. Сотникова

кандидат геолого-
минералогических наук

подпись, дата

Т.А. Радомская

Ведущий инженер

подпись, дата

А.Ю. Митрофанова

РЕФЕРАТ

Отчет включает 21 стр., 3 илл., 1 табл., 10 ист.

Ключевые слова: возраст Мурунского и Мальджангарского массивов, щелочные породы, глубинные магмы, лампроиты, геохимия изотопов, карбонатиты, щелочные граниты.

Объекты исследования: Мурунский ультракалиевый-щелочной-ультраосновной лампроит-карбонатитовый комплекс на Алданском щите и Мальджангарский карбонатитовый массив на Анабарском щите.

Целью исследований является получение вещественных характеристик (возрастных, геохимических, изотопных, минералогических) для эталонного Мурунского ультракалиевого агпайтового комплекса мантийно – плюмового происхождения.

Получены новые данные возраста всех пород (21 значение)– дифференциатов первичной К-щелочно-ультраосновной магмы от К-щелочно-ультраосновных пород, через К-основные и лейцит-сиенитовые до щелочногранитных и остаточной силикатно-карбонатной магмы (микроклиниты, карбонатиты, чароитовые породы), образовавшиеся при процессе расслоения расплава в температурном интервале 1500- 850-400 градусов С. Полученный возраст такой большой полной серии пород укладывается в интервал 133-135 млн лет и подтверждает гомогенность серии и ее генетическую связь.

В экзоконтакте Мурунского массива во вмещающих архейских гнейсах в СКВ 163 обнаружены карбонатиты, нового для Алданского щита карбонатитового этапа с возрастом 1650-1800 млн лет. В Анабарском щите по другую сторону Сибирской платформы так же обнаружен новый этап карбонатитового магматизма с возрастом 166-170 млн лет в Мальджангарском массиве.

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	8
Геологическое положение и строение Мурунского массива	8
Петрохимические и геохимические особенности пород Мурунского массива	11
Геохронологические исследования	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ. Перечень статей, опубликованных по тематике проекта в соответствии с государственным заданием	19
Задание на 2018 год	21

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВСЕГЕИ- Всесоюзный геологический институт

ШРИМП- прибор для определения возраста геологических пород и минералов

T- температура

C – по Цельсию

Ar/Ar - метод определения возраста по изотопам аргона

U/Pb - метод определения возраста по изотопам

Ap - апатит

Bt - биотит

Px - пироксен

Ol - оливин

Gr - гранат

Ks - кальсилит

KFsp – калиевый полевой шпат

Kc - кальцит

TiO₂ – окись титана, минералы брукит, рутил, анатаз

Химические элементы:

Ba - барий

Sr - стронций

Nb - ниобий

Au - золото

Ag - серебро

Th - торий

U - уран

Cu - медь

Mo - молибден

Zn – цинк

ВВЕДЕНИЕ

Щелочные породы – уникальные образования Земли. С щелочными карбонатными комплексами связаны крупнейшие месторождения Nb, Ta, Zr, Y, TR, Cu, P, Al, Pt и других рудных элементов, а также уникальные месторождения самоцветов: чароита, Сг-диопсида, дианита. В лампроитах Австралии добываются алмазы. Сложность процессов их образования вызывали многолетние научные споры, которые не утихают до сих пор. Данные изотопно-геохимических исследований подтверждают мантийную природу источников вещества для пород щелочных карбонатитовых комплексов. Большую роль в петрогенезе глубинных магм в мантии Земли уделяют карбонатитовым расплавам.

Одним из приоритетных направления науки в разделе «Рационального природопользования» является изучение месторождений редкометалльного стратегического сырья.

Целью исследований по теме проекта является получение вещественных характеристик (возрастных, геохимических, изотопных, минералогических) для эталонных щелочных комплексов, проявившихся в различных геодинамических обстановках и сопряженных с мантийными плюмами, обоснование связи с ними стратегического редкометалльного оруденения, разработка моделей магмо- и рудообразования, выявление общих закономерностей в формировании и эволюции соответствующих рудно-магматических систем.

Чароитовые породы – уникальные образования природы и известны в мире только в Мурунском массиве. Чтобы понять их образование, необходимо изучить весь магматизм Мурунского массива и связь с ним чароитовых пород и определить возрастную этап, на котором они образовались.

Мурунский щелочной массив – уникальное творение природы. Он представлен самым крупным в мире вулканоплутоническим комплексом щелочных пород, характеризующихся калиевой агпаитностью, и не имеет аналогов в мире. По набору слагающих массив пород и минералов, а также месторождений и рудопроявлений (в том числе и самоцвета чароита) он так же уникален. В Мурунском массиве наблюдается уникальная для магматических щелочных пород полная дифференциация от ультраосновных-щелочных пород до щелочных гранитов со всеми промежуточными разновидностями [Владыкин, 2005, 2009,

2016]. Процессы магматического силикатного и силикатно-карбонатного расслоения играли важную роль при образовании этой серии пород Мурунского массива. Образование карбонатитового комплекса Мурунского массива, к которому принадлежат уникальные чароитовые породы, связано с эволюцией остаточных силикатно-карбонатных магматических расплавов, обособлявшихся от щелочной магмы при кристаллизации щелочных силикатных пород.

Образование единой серии дифференциатов от щелочных-ультраосновных через щелочные - основные, средние - лейцит-сиенитовые до щелочногранитных, с отделением от них остаточного силикатно-карбонатного расплав-флюида доказано петрохимическими, геохимическими и термобарогеохимическими исследованиями [Владыкин, 1985, 2005, 2009, 2016; Панина и др., 1989, 1999]. На петрохимических диаграммах парных и тройных корреляций породообразующих элементов (рис. 2) наблюдается единый тренд составов пород от ультраосновных до кислых. Изучение расплавных включений показало диапазон температур образования силикатных пород комплекса от 1500 до 900⁰ С [Панина и др., 1989], и для остаточного силикатно-карбонатного комплекса 850-450⁰ С [Владыкин, Боровиков, 2018]. Для полного доказательства генетического единства серии пород Мурунского К-щелочного комплекса необходимо было провести детальные работы по датированию всех пород. Что и являлось целью исследований на 2017 г.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В обрамлении Сибирской платформы широко развиты комплексы щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами, а на Алданском щите К-щелочные комплексы, многие из которых являются месторождениями стратегического сырья, в частности REE, Ta, Nb, Zr, Y и др. Эти комплексы возникли в разные геологические эпохи и характеризовались различными особенностями структурного и пространственного размещения. Поэтому вопросы, связанные с расшифровкой геологической позиции конкретных массивов, остаются одними из наиболее острых, как при оценке металлогенического потенциала территории, так и при решении вопросов геодинамического развития Сибирского кратона. Ответы на них в решающей степени зависят от выяснения возраста конкретных массивов, на основании которых устанавливается их принадлежность к магматическим формациям той или иной металлогенической эпохи.

В проекте планировалось провести детальные работы по датированию

1) дифференциатов К-щелочно-ультраосновного комплекса Маломурунского выхода и 2) пород более простых по геологическому строению Большемурунского и Дагалдынского выходов. Первая задача перевыполнена (21 определение), а датирование второй части проведено по старым пробам. Планируемые нами полевые работы на Мурунский массив в 2017 году не реализовались в связи с тем, что в 2017 году на массиве не работали компании якутских и иркутских чароитчиков, с помощью которых мы обычно попадаем на этот труднодоступный массив. Датирование этих двух массивов проведено по КПШ. Полученные цифры 168 и 161 млн. лет свидетельствуют, что это два выхода одного массива, как считалось ранее работниками Сосновгеологии. Проведено датирование нового карбонатитового Мальджангарского массива [Vladykin, 2017] того же мезозойского возраста, расположенного по другую сторону Сибирской платформы на Анабарском щите.

Геологическое положение и строение Мурунского массива

Мурунский массив является классическим представителем уникальных комплексов агпайтовых К-щелочных пород. Площадь массива 150 км², возраст 120-145 млн лет. Мурунский массив делится на Восточный Маломурунский, Западный Большемурунский и Дагалдынский выходы. Далее речь пойдет о первом. Для

Маломурунского массива характерна лампроитовая специфика кристаллизации первичной магмы [Владыкин, 2005], при которой не кристаллизуются альбит и нефелин. Из-за высокой калиевой щелочности при кристаллизации магмы интенсивно проявляются процессы дифференциации и расслоения магматического расплава. Эти процессы характерны для всех этапов становления интрузии — от ранней ультраосновной-щелочной фазы, затем для главной лейцит-сиенитовой и вулканической лейцит-фонолитовой и кончая поздней остаточной от кристаллизации ранних пород силикатно-карбонатной фазой внедрения магмы. Главной особенностью Мурунского массива является наличие в нем бенстонитовых Ва-Sr - карбонатитов и чароитовых пород.

Далее представлена детальная схема магматизма пород Маломурунского массива:

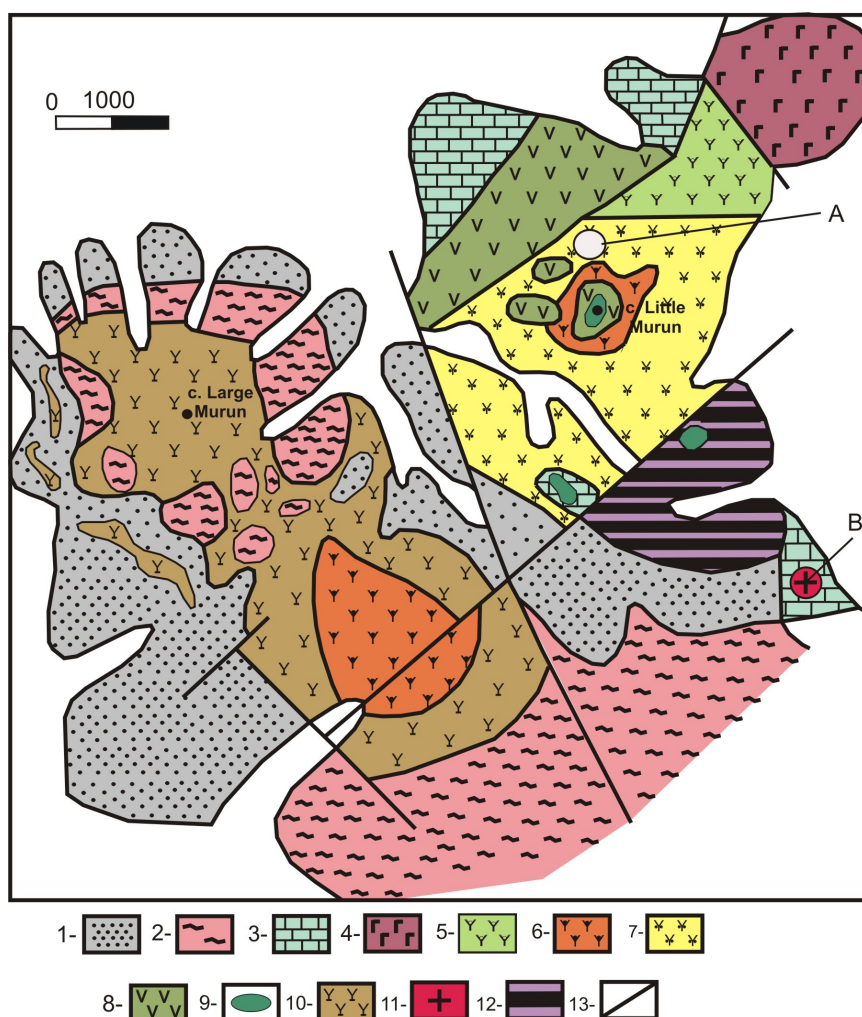


Рис. 1. Схема геологического строения Мурунского массива [Владыкин, 2005].

1 - архейские гранитогнейсы, 2 - протерозойские кварцевые песчаники, 3- доломиты; 4-12 - породы массива: 4 - расслоенный комплекс Вт-пироксенитов, 5 - псевдолейцитовые сиениты, 6 - нефелиновые сиениты, 7 - щелочные сиениты, 8 - вулканический комплекс лейцитовых фонолитов, лейцитовых лампроитов, 9 - эгириниты, 10 - щелочные и кварцевые сиениты, 11 - щелочные граниты, 12 - породы чароитового комплекса; 13 - разломы.

1. Ранняя фаза массива проявлена в СВ части массива (Мартовская аномалия). Самые ранние породы – это оливин-шпинелиевые и оливин-монтichelлит-флогопит-пироксеновые породы с мелилитом, которые в виде ксенолитов встречаются в Bt-пироксенитах. По данным термобарогеохимии [Панина и др., 1999] температуры их кристаллизации следующие (°C): оливин – 1500, монтichelлит – 1400, пироксен – 1300, мелилит и апатит – 900. Главные представители ранней фазы – это K-ультраосновные-щелочные породы расслоенной серии: Bt-пироксениты (Bt + Py + Ap)*, лейцитовые шонкиниты (Bt + Py + Lc), калишпатовые шонкиниты (Bt + Py + KFsp), оливиновые лампроиты (Ol + Bt + + Py + Lc + KFsp), K-ийолиты (Ks + Bt + Py + Gr). Мощность слоев пород 1-5 м.

2. Главная фаза массива представлена расслоенной серией различных сиенитов: это лейцитовые сиениты – сынныриты (Bt + Py + Lc), кальсилитовые сиениты (KFsp + Ks), калишпатовые сиениты (Bt + Py + KFsp), лейкосиениты (KFsp) и в небольшом количестве кварцевые сиениты (KFsp + Qu). Они образуют переслаивающиеся тела мощностью 1–3 м. Переслаиваются не только сиениты разного минерального состава, но и разной текстуры и меланократовости, т. е. слои мелко- и крупнозернистые, лейко- и меланократовые. Последними в этой серии кристаллизовались дайки и штоки щелочных гранитов. Породы главной фазы занимают более 50 % площади и располагаются в центральной части Маломурунского массива.

3. Следующая фаза массива – вулканическая. Она представлена лавами и покровами, туфоловами, лавобрекчиями также расслоенного комплекса лейцитовых фонолитов, лейцититов и лейцитовых лампроитов. С этой фазой внедрения связаны различные дайковые породы: лейцитовые тингуаиты, санидиновые лампроиты, эгирин-микроклин-кальсилитовые лампрофиры с таусонитом, эгирин-KFsp-кальсилитовые лампрофиры с K-батиситом, KFsp-эгирин-лампрофиллитовые лампрофиры и кальсилит-эгирин-эвдиалитовые луявриты с владыкинитом. Вулканические породы располагаются в центре и в северной части массива, а дайки по всему массиву.

4. Последняя фаза массива представлена расслоенным комплексом силикатно-карбонатных пород чароит-карбонатитовой серии. Они содержат микрокалишпатиты, калишпат-пироксеновые и кварц-кальцит-калишпат-

пироксеновые породы, чароитовые породы различного минерального состава и карбонатиты. Среди карбонатитов выделяются три разновидности – бенстонитовые, кальцитовые и кварц-кальцитовые с графическими структурами. Породы этой серии занимают площадь в 10 км² в ЮВ приконтактной части массива. Они образовались из остаточного расплав-флюида, обогащенного щелочами и Ba-Sr. Этот расплав был реакционный и реагировал с ксенолитами лампроитовых даек, а провес доломитовой кровли над этими породами превратился в кальцит-К-рихтерит-тетраферрифлогопитовые породы с месторождением К-рихтерит-асбеста. Самыми поздними образованиями массива являются гидротермальные жилы и зоны с такими рудными компонентами, как U, Th, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Ti, Nb.

Петрохимические и геохимические особенности пород Мурунского массива

На петрохимических диаграммах (рис. 2) наблюдается единый тренд составов пород от ультраосновных до гранитных, что подтверждает гомодромность пород комплекса. Но для подтверждения их гомодромности необходимы данные о возрасте этих пород. Проведенные термобарогеохимические исследования показывают, что кристаллизация первичной магмы в ранних породах начинается с оливина при $T = 1500^{\circ} \text{C}$, лампроиты кристаллизуются при $1200-1500^{\circ} \text{C}$. В расплавных включениях в монтичеллите наблюдается силикатно-карбонатная несмесимость, причем силикатная составляющая отвечает составу лампроитов, а карбонатная — карбонатитам. Эта карбонатная составляющая отделяется от силикатного расплава, кристаллизуется тут же в монтичеллитовых породах и не является прообразом более поздних карбонатитов, как считала [Панина и др., 1999].

В некоторых сиенитах и чароитовых породах также наблюдаются округлые выделения карбонатитов. Кроме того, в сиенитовых и силикатно-карбонатных породах массива встречаются все минералы, характерные для лампроитов, – К-рихтерит, К-батисит, вадеит, делит, прайдерит. В них, как и в лампроитах, не кристаллизуются плагиоклаз и нефелин, а геохимическая специфика аналогичная. Исходя из этих данных, мы считаем, что состав первичной магмы Маломурунского массива был близок к лампроитовому и породы массива – производные

раскристаллизованной высокодифференцированной лампроитовой магмы. В мире больше нет примера такого объема лампроитовой магмы. Этим объясняется и уникальность чароита, который даже в микроколичествах не встречен нигде в мире.

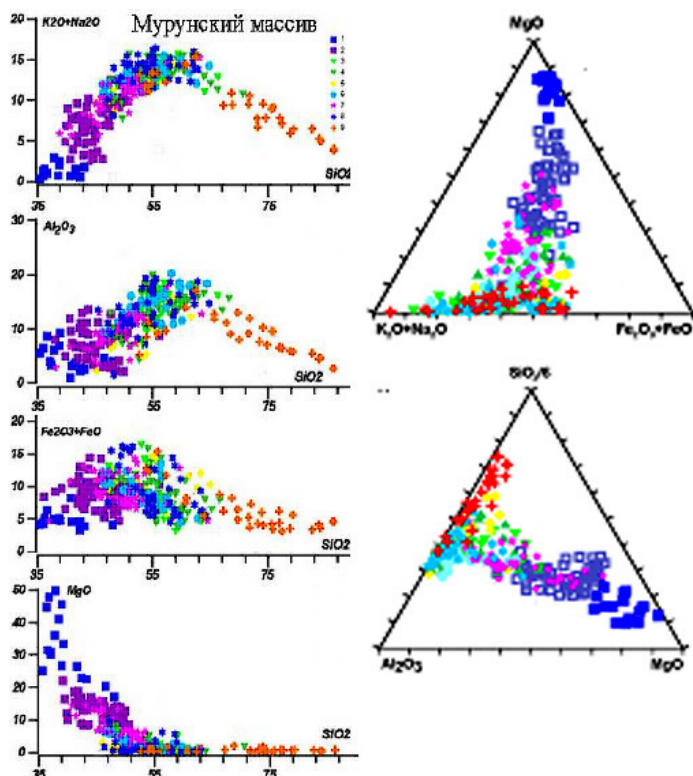


Рис.2. Парные и тройные корреляции петрогенных элементов Маломурунского массива.

Новые термобарогеохимические исследования расплавных и флюидных включений в чароитовых и карбонатитовых породах показали [Владыкин, Боровиков и др., 2018], что кристаллизация этих пород начинается с пироксена при 800°C и заканчивается при 400°C . Для этих пород характерна полосчатая и капельная расслоенность, структуры течения и зоны закалки, состоящие из микрокристаллических иголок чароита. Объяснить эти явления метасоматическим путем невозможно. Кроме того, кварциты, по которым должен был развиваться чароит (по метасоматической гипотезе его образования) – самая инертная для метасоматоза среда, и при взаимодействии нужно привести все компоненты, а на контакте чароитовых пород с кварцитами наблюдается всего 10 см зон контактового взаимодействия.

Экспериментальные данные ступенчатого распада бенстонита (до 12 фаз) подтверждают начальную $T = 750^{\circ}\text{C}$.

С Мурунским массивом связаны месторождения апатита, сынныритов, К-рихтерит-асбеста, карбонатитов с Ba и Sr в карбонатной форме, TiO₂ (брукит, анатаз) и серия месторождений металлов U, Th, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Ti, Nb..

Геохимические особенности пород Мурунского комплекса показаны на спайдердиаграммах (рис.3). Для силикатных пород комплекса конфигурация линий диаграммы для разных дифференциатов комплекса довольно похожи. Для них характерны отрицательные пики для Th, Nb, Ta, Zr, Hf и положительные для Ba, U, Pb и Sr. Для сиенитов и поздних лампрофиров отрицательные вариации несколько сглаживаются, но в гранитах они опять резкие, как в ультраосновных породах и лампроитах. Более сложные конфигурации линий диаграммы отмечены для карбонатитов и чароитовых пород. Вероятно, это связано в большой дисперсией элементов в разных пробах этих пород, которая обусловлена еще и интенсивно проявленными в них процессами расслоения на силикатную, карбонатную и водную жидкости, по разному концентрирующие редкие элементы. В целом же основные геохимические закономерности в различных дифференциатах Мурунского комплекса аналогичны, что свидетельствует об их генетической общности.

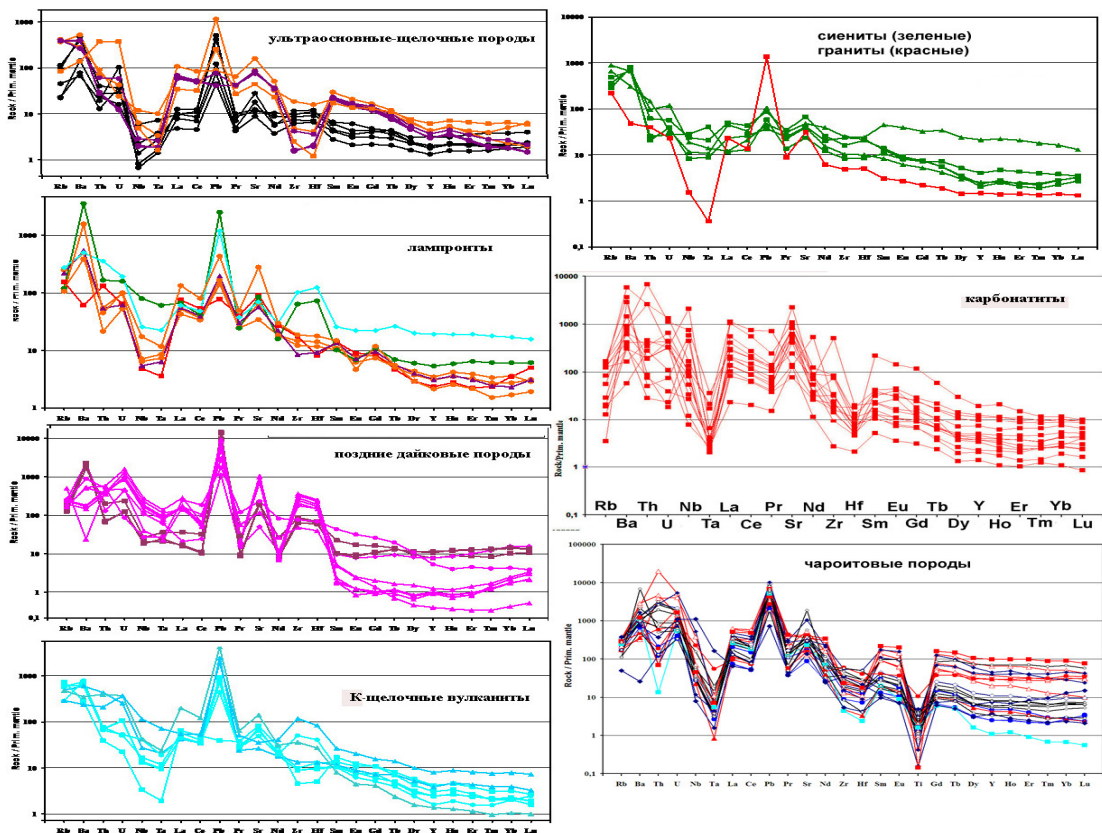


Рис.3 Спайдердиаграммы дифференциатов Мурунского комплекса пород.

Геохронологические исследования

Датировались породы почти всех дифференциатов Маломурунского массива Ar/Ar методом. Силикатные породы датировались по слюдам, а где слюды не кристаллизовались – по микроклинам. Для пород силикатно-карбонатного комплекса датировки производились по разным минералам, содержащим калий в процентных концентрациях. Слюды выделялись из больших геохимических проб (20 кг) по специальной методике (отмучивались, откатывались, отделялись на электромагнитном сепараторе). Другие минералы отбирались иголкой под биноклем из дробленных проб. Чистота минералов от вторичных процессов гарантировалась.

Измерения изотопов аргона выполнены в Институте земной коры СО РАН (Иркутск) при помощи масс-спектрометрического комплекса ARGUS VI (Thermo Scientific), включающего масс-спектрометр секторного типа с пятью коллекторами Фарадея и источником электронного удара Нировского типа, систему очистки газа с тремя SAES геттерами и резистивную печь двойного вакуума. Анализ изотопного состава аргона осуществлен методом ступенчатого нагрева от 390° С до температуры полного плавления образца в 12-16 ступеней в зависимости от датированного минерала. Возраст проб рассчитан относительно возраста стандарта BERN4M 18.885 млн лет, что позволяет согласовать $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ данные с U-Pb данными. Данные полученных возрастов представлены в табл. 1.

Получено 21 определение возраста Ar/Ar методом в слюдах, микроклинах и других K-минералах. Получились вариации датировок от 123 млн лет для гидротермальных образований до 142 млн лет для других пород. Большинство цифр возраста укладываются в 133-135 млн лет. Если учитывать, что геологическая (не инструментальная) точность возраста в пределах 5 млн лет для мезозойских образований, то все дифференциаты от ультраосновных до гранитов и карбонатиты с чароитовыми породами имеют один возраст 133-135 млн лет. Как объяснить такие необычные данные? Обычно в щелочных ультраосновных карбонатитовых комплексах возраст ультраосновной части более древний и немного оторван от возраста щелочных пород. Вероятно, это связано с тем, что щелочные магмы этих комплексов остаточные от кристаллизационной дифференциации вещества

первичной ультраосновной магмы. А в калиевых комплексах главным процессом дифференциации при высоких концентрациях калия является расслоение первичной магмы на несколько составляющих. Например, одни из самых ранних ультраосновных пород – биотитовые пироксениты в Мурунском массиве содержат 7% калия.

Таблица 1. Возраст пород Мурунского комплекса.

	Возраст, млн лет
1. Ранняя фаза – куммулятивная часть – оливин-шпинелевые породы оливин-пироксен-флогопит-монтichelлитовые породы (Bt)	- 134,26 ± 0,32
Расслоенный комплекс ультраосновных ультракалийевых пород:	
Bt-пироксениты (Ap+Bt+Py), (Bt)	-133,14 ± 0,45
Ol- лампроиты (Ol+Bt+Py+Плц+Fsp), (Bt)	- 135,17 ± 0,91
лейцитовые фергуситы (Плц+Bt+Py)	
шонкиниты (Fsp+Bt+Py) (Bt)	- 134,78± 0,45
2. Главная фаза:	
расслоенный комплекс Плц, Fsp-Ks, Bt-Py-Fsp сиенитов (Bt)	-135,76 ± 0,68
кварцевые сиениты,	
дайки и штоки щелочных гранитов (микроклин)	- 130± 0,71
3. Вулканическая фаза:	
расслоенный поток Плц-мелафонолитов, лейцититов (Bt)	-136,10 ± 0,48
лава Плц- лампроитов, (Bt)	-142,66 ± 0,70
Дайковый комплекс – Плц- тингуаиты,	
рихтерит-санидиновые лампроиты, (Bt)	-136,06 ± 0,54
эвдиалитовые луювриты (микроклин)	-136,60 ± 0,88
4. Поздняя фаза: полосчатый расслоенный комплекс калиевых силикатно-карбонатных пород:	
микрокалцишпатиты, (микроклин)	-129,43 ± 0,87
Qu-Kc-Fsp-Py- породы и Py-Fsp породы	
Карбонатиты:	
бенстонитовые (микроклин)	128,92 ± 0,80
(тинаксит)	135.87 ± 0.45
кальцитовые (микроклин)	129,81 ± 0,68
кварц-кальцитовые (микроклин)	128,42± 0,59
чароитовые породы (микроклин)	135.79 ± 0.42
(франкаменит)	137.55 ± 0.46
(токкоит)	135.93 ± 0.49
(К-арфведсонит)	133,14± 0,84
(федорит)	133,11± 0,34
(тинаксит)	133,0 ± 3,2

Самыми поздними образованиями массива являются гидротермальные жилы

Кварц- Fsp- брукитовые жилы (микроклин)

123,40 ± 1,5

И эти расслоенные жидкости кристаллизуются в близком возрастном интервале, о чем свидетельствуют полученные результаты. Некоторое завышение возраста 142 млн лет в лавах лампроитов связаны с какой-то ошибкой, так как геологически эти лавы лежат на лавах лейцитовых фанолитов с возрастом 135 млн лет. Несколько заниженный возраст получается в микроклинитах. Обычно в калиевых полевых шпатах K/Ar возраст всегда занижен из-за выпадения из него пертитов и в связи с этим потерей аргона. Мурунские микроклины чисто калиевые и в них нет пертитов распада. Но, возможно, есть какой-то микрораспад, который мы пока не фиксируем. Подтверждением занижения можно считать факт, что микроклин и тинаксит ранние минералы и даже тинаксит часто кристаллизуется позже микроклина, а полученный возраст парагенного микроклина 129 млн лет, а тинаксита 135 млн лет. Это нужно учитывать в будущих исследованиях по возрасту микроклина. В чароитовых породах микроклин имеет возраст, как и другие минералы 135 млн лет. К сожалению, возраст нельзя проверить более надежным методом по цирконам. Цирконы не кристаллизуются в K-агпаитовых породах, вместо него образуются цирконосиликаты вадеит и делит. Впервые получен возраст по таким экзотическим K-минералам, как тинаксит, федорит, токкоит, франкаменит. Достоверный возраст по чароиту пока не получился, вероятно, из-за аномально сложной структуры минерала (у него 3 кремнекислородных радикала) и спутано-волокнутого агрегата полисинтетических двойников чароита. Работы по его датировке продолжаются.

Цирконы были обнаружены только в необычных карбонатитах, вскрытых скважинами в северном экзоконтакте чароитового участка во вмещающих архейских гнейсах (скв 163). Эти карбонатиты отличаются от нормальных Мурунских минеральным и геохимическим составом. Нормальные Мурунские карбонатиты агпаитовые и не содержат слюды, циркона и ильменита, как карбонатиты скв 163. Возраст по цирконам уран-свинцовым методом, анализированный в лаборатории университета в Австралии равен 1800 млн лет, а те же цирконы анализированные в изотопной лаборатории ИГиГД (Котов А.Б.) дали возраст 1650-1800 млн лет. Полученные данные являются научным открытием и говорят о новом докембрийском этапе карбонатитообразования на

юге Алданского щита. По нашим данным докембрийские карбонатиты есть в Ханинском массиве с возрастом 2700 млн лет [Владыкин, Лепехина, 2009]. Необходимо продолжить исследования этих карбонатитов. При этом эти карбонатиты приурочены к докембрийскому разлому, а к его пересечению с другим докембрийским разломом приурочен сам мезозойский Мурунский комплекс.

Кроме пород Мурунского массива нами продатированы карбонатиты Мальджангарского массива, который находится в Анабарском щите, по другую сторону Сибирской платформы. Он тоже имеет мезозойский возраст 166-170 млн лет. Возраст получен на 20 кристаллах пироклора на ШРИМПе во ВСЕГЕИ [Vladykin, 2017]. Разброс данных возраста 140 - 190 млн лет при среднем значении 166 млн лет. Кроме того, из этих же проб получены данные возраста в апатитах методом лазерной абляции (20 зерен) в Университете г. Wuhan, Китай. Средние значения этих определений – 170 млн лет. На Анабарском щите известен двустадийный этап карбонатитового магматизма 700 и 400 млн лет в Томторском массиве [Владыкин и др., 2014] и 300 млн лет для Маймеча- Котуйской провинции. Полученные возраста Мальджангарского массива говорят об открытии нового этапа карбонатитового магматизма на Анабарском щите в районе 170 млн лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены новые данные возраста всех пород (21 значение) – дифференциатов первичной К-щелочно-ультраосновной магмы от К-щелочно-ультраосновных пород, через К-основные и лейцит-сиенитовые до щелочногранитных и остаточной силикатно-карбонатной магмы (микроклиниты, карбонатиты, чароитовые породы), образовавшиеся при процессе расслоения расплава в температурном интервале 1500 - 850 - 400⁰ С. Полученный возраст такой большой полной серии пород укладывается в интервал 133-135 млн лет.

В экзоконтакте Мурунского массива во вмещающих архейских гнейсах в скв 163 обнаружены карбонатиты нового для Алданского щита карбонатитового этапа с возрастом 1650-1800 млн лет. В Анабарском щите по другую сторону Сибирской платформы так же обнаружен новый этап карбонатитового магматизма с возрастом 166-170 млн лет в Мальджангарском массиве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Владыкин, Н.В. Новые данные о чароите и чароитовых породах / Н.В. Владыкин, Н.Г. Богачева, Ю.А. Алексеев, Л.Н. Матвеева // Минералогия и генезис цветных камней Восточной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – С.41 – 57.
2. Владыкин, Н.В. Уникальный Мурунский массив ультракалиевых агпаитовых щелочных пород и карбонатитов - магматизм и генезис / Н.В. Владыкин // Генетические типы рудных месторождений "Прикладная геохимия": сб. науч. тр., ИМГРЭ. – 2005. – Вып. 7. – С.20 – 43.
3. Владыкин, Н.В. Геохимия изотопов Sr и Nd щелочных и карбонатитовых комплексов Сибири и Монголии и некоторые геодинамические следствия / Ред. Н.В. Владыкин // Проблемы источников глубинного магматизма и плюмы, Иркутск, Институт географии СО РАН. – Иркутск, 2005. – С. 13 – 30.
4. Владыкин, Н.В. Возраст необычных ксеногенных цирконов из кимберлитов Якутии / Н.В. Владыкин, Е.А. Лепехина // Доклады академии наук. – 2009. – Т. 429. – № 6. – С.774 – 778.
5. Владыкин, Н.В. Петрология калиево-щелочных лампроит-карбонатитовых комплексов, их генезис и рудоносность / Н.В. Владыкин // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50 (12). – С. 1443-1460.
6. Владыкин, Н.В. Модель зарождения и кристаллизации ультраосновных-щелочных карбонатитовых магм Сибирского региона, проблемы их рудоносности, мантийные источники и связь с плюмовым процессом / Н.В. Владыкин // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – № 5. – С. 889 – 905.
7. Владыкин, Н.В. Новый карбонатитовый этап на Анабарском щите/ Н.В. Владыкин, Е.А. Лепехина, А.А. Антонов // Основные проблемы в учении об эндогенных рудных месторождениях: новые горизонты: сб. науч. тр. / Всероссийская конференция, посвященная 120-летию со дня рождения академика А.Г. Бетехтина, Москва, ИГЕМ РАН. – Москва, 2017. – С. 32 – 35.
8. Панина, Л.И. Биотитовые пироксениты и оливин-монтичеллитовые породы Маломурунского массива / Л.И. Панина, И.В. Моторина, Н.В. Владыкин // Геология и геофизика. –1989. – С. 41-51.
9. Панина, Л.И. Щелочные высококальциевые сульфатно-карбонатные расплавные включения в мелилит-монтичеллит-оливиновых породах

Маломурунского щелочного массива / Л.И. Панина, И.В. Моторина // Петрология.
– 1999. – Т. 7. – № 6. – С. 653 – 669.

10. Vladykin, N.V. Formation analysis geochemical features of madzhangar carbonatites / N.V. Vladykin // XII Internarion School of Earth's Sciences I.S.E.S.: Abstracts. – Miass, 2001. – P. 76 –78.

Приложение

Перечень статей, опубликованных по тематике проекта в соответствии с государственным заданием

1. Гердес, А. Новые данные о возрасте и источниках щелочных гранитов Монголии (массив Хан-Богдо) / А. Гердес, Л.Н. Когарко, Н.В. Владыкин // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 477. – № 2. – С. 216 – 220.

2. Lacalamita, M. Structure refinement and crystal chemistry of tokkoite and tinaksite from the Murun massif (Russia) / M. Lacalamita, E. Mesto, E. Kaneva, F. Scordari, G. Pedrazzi, N. Vladykin, E. Schingaro // Mineralogical Magazine. – 2017. – V. 81. – №2. – P. 251 – 272.

3. Schingaro, E. Single-crystal X-ray diffraction, EMPA, FTIR and X-ray photoelectron spectroscopy study of narsarsukite from Murun Massif, Russia / E. Schingaro, E. Mesto, M. Lacalamita, F. Scordari, E. Kaneva, N. Vladykin // Mineralogical Magazine. – 2017. – V. 81 – №2. – P. 339 – 354.

4. Gladkochub, D.P. The unique Katugin rare-metal deposit (southern Siberia): Constraints on age and genesis / D.P. Gladkochub, T.V. Donskaya, E.V. Sklyarov, A.B. Kotov, N.V. Vladykin, S.A. Pisarevsky, A.M. Larin, E.B. Salnikova, V.B. Saveleva, V.V. Sharygin, A.E. Starikova, E.V. Tolmacheva, S.D. Velikoslavinsky, A.M. Mazukabzov, E.P. Bazarova, V.P. Kovach, N.Yu. Zagornaya, N.V. Alymova, E.A. Khromova // Ore Geology Reviews. – 2017. – V. 91. – P. 246 – 263.

5. Избродин, И.А. Возраст, минералогическая и геохимическая характеристики пород Чининского щелочного массива (Западное Забайкалье) / И.А. Избродин, А.Г. Дорошкевич, М.О. Рампилов, Г.С. Рипп, Е.И. Ласточкин, В.Б. Хубанов, В.Ф. Посохов, Н.В. Владыкин // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 8. – С. 1135 – 1156.

6. Ashchepkov, I.V. Monomineral universal clinopyroxene and garnet barometers for peridotitic, eclogitic and basaltic systems / I.V. Ashchepkov, T. Ntaflos, A.M. Logvinova, Z.V. Spetsius, H. Downes, N.V. Vladykin // Geoscience frontiers, Special issue SI. – 2017. – V. 8. – № 4. – P. 775 – 795.

Тезисы:

1. Vladykin, N.V. Formation analysis geochemical features of madzhangar carbonatites / N.V. Vladykin // XII Internarion School of Earth's Sciences I.S.E.S.: Abstracts. – Miass, 2001. – P. 76 –78.

2. Владыкин, Н.В. Новый карбонатитовый этап на Анабарском щите/ Н.В. Владыкин, Е.А. Лепехина, А.А. Антонов // Основные проблемы в учении об эндогенных рудных месторождениях: новые горизонты: сб. науч. тр. / Всероссийская конференция, посвященная 120-летию со дня рождения академика А.Г. Бетехтина, Москва, ИГЕМ РАН. – Москва, 2017. – С. 32 – 35.

3. Владыкин, Н.В. Минералого-геохимические особенности карбонатитов Мальджангарского массива / Н.В. Владыкин // Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов. Школа "Щелочной магматизм Земли": сб. науч. тр. / XXXIII Международная конференция, ГЕОХИ РАН. – Москва, 2017. – С. 20 – 23.

4. Ashchepkov, I.V. Varieties of eclogites and their location in the cratonic mantle lithosphesre revealed by J_D - D_I and garnet termobarometry and geochemistry / I.V. Ashchepkov, A.M. Logvinova, Z.V. Spetsius, T. Ntaflos, H. Downes, N.V. Vladykin, S.I. Kostrovitsky, S. Ravi, Yu.B. Stegnitsky, S.A. Babushkina, Y.I. Ovchinnikov // Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits: Abstracts, XXXIV International Conference. – 2017. – P. 24 – 27.

5. Алымова, Н.В. Геохимия и рудоносность редкометальных (Nb, Zr, TR) щелочных гранитов складчатых областей Сибири / Н.В. Алымова, Н.В. Владыкин // Современные направления развития геохимии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию ИГХ СО РАН и 100-летию со дня рождения Л.В. Таусона. – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2017. – С. 76.

6. Alymova, N.V. Gechemistry and Ore potential of rare-metal alkaline granites, Katugin massif / N.V. Alymova, N.V. Vladykin // Granites and The Earth's evolution: the Mantle and Crust in Granite Origin: Abstracts of the 3nd International Geological Conference. – Ekaterinburg, 2017. – P. 16 – 18.

7. Alymova, N.V. Geochemical Features and Ore capacity of rare-metal granites of the Zashikhinsky Massif, East Sayan / N.V. Alymova // Abstracts of XII Internarion School of Earth's Sciences I.S.E.S. – Miass, 2017. – P. 8.

Задание на 2018 год

Петрология и геохимия щелочных пород Севера Сибирской платформы. Определение возраста и формационной принадлежности силикатных пород, карбонатитов и редкометальных руд ЮВ Анабарского щита; по геохимическим данным уточнение типов карбонатитов и их рудной продуктивности. Экспедиционные работы.