

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, член-корреспондент РАН, доктор геол.-мин. наук Крук Николай Николаевич.



2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН)

Диссертация «Петрогенезис и рудоносность щелочного комплекса Мушугай-Худук (Монголия)» выполнена в лаборатории рудоносности щелочного магматизма (№ 215) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии.

В период подготовки диссертации соискатель, Анна Михайловна Николенко, работала в ИГМ СО РАН в лаборатории рудоносности щелочного магматизма № 215 в должности инженера, а затем (по настоящее время) – младшим научным сотрудником.

В 2006 году А.М. Николенко окончила магистратуру естественно-технического факультета Мурманского государственного технического университета (Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет») по специальности 130100.68 «Геология и разведка полезных ископаемых». Удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов №3691 от 05.06.2007 и №3594 от 01.06.2007 выданы от ФГОУВПО «Мурманский государственный технический университет» по специальности 25.00.04 «Петрология, вулканология»; удостоверение № 136 от 02.07.2021 выдано от ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН по специальности 25.00.04 «Петрология, вулканология».

Научный руководитель – Анна Геннадьевна Дорошкевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией рудоносности щелочного магматизма (№ 215) Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее решение:

Объектами исследования являются щелочные силикатные породы и магнетит-апатитовые руды комплекса Мушугай-Худук (Монголия).

Актуальность исследований.

Изучение щелочно-карбонатитового магматизма является важным для понимания мантийных метасоматических процессов, механизмов мантийно-корового взаимодействия, генерации и эволюции родоначальных щелочных магм и связанной с ними рудной минерализации. Щелочные породы и карбонатиты являются источником крупнейших в мире месторождений ниобия, циркония, стронция, редкоземельных элементов, фосфора и многих других рудных элементов. Изучение щелочно-карбонатитового магматизма в зонах орогенеза вносит существенный вклад в реконструкцию геологической истории развития складчатых поясов. Проявления щелочного магматизма в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) прослеживаются в широком интервале времени - от неопротерозоя до позднего мезозоя. Позднемезозойский этап в ЦАСП охарактеризовался образованием трех провинций щелочно-карбонатитового магматизма: Центрально-Тувинская, Западно-Забайкальская и Южно-Монгольская. Их формирование связывают либо с мезозойско-кайнозойской плюмовой внутриплитной активностью (Ярмолюк и др., 2005; Nikiforov and Yarmolyuk, 2019, и ссылки в них), либо с процессами погружения субдукционного слэба Монголо-Охотского океана под Сибирский кратон (Yang et al., 2007; Donskaya et al., 2013; Chen et al., 2016).

Представленные в работе данные о позднемезозойском щелочном комплексе Мушугай-Худук (Южно-Монгольская провинция) дают важную информацию о щелочном магматизме в пределах ЦАСП, а также позволяют охарактеризовать источники вещества, проследить эволюцию родоначальных расплавов и смоделировать геодинамическую обстановку во время их формирования, а также изучить поздние гидротермальные процессы и их влияние на рудоносность.

Научная новизна и наиболее важные результаты, полученные диссертантом.

Обосновано, что формирование щелочных пород и магнетит-апатитовых руд комплекса Мушугай-Худук происходило в интервале 140-133 млн лет. Этот возрастной диапазон совпадает с этапом проявлений позднемезозойского щелочно-карбонатитового магматизма, а также с пиками бимодального вулканизма и гранитоидного магматизма в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Определено, что родительские расплавы комплекса Мушугай-Худук образовались из изотопно неоднородного источника литосферной мантии, метасоматизированного субдуцированным веществом.

Доказано, что магнетит-апатитовые руды комплекса Мушугай-Худук являются продуктом эволюционировавшего исходного щелочного силикатного расплава и образовались на этапе кристаллизации щелочных сиенитов. Гидротермальные флюиды фторид-хлорид-сульфатного состава обусловили изменение и перекристаллизацию магнетит-апатитовых пород с замещением апатита новообразованными фосфосидеритом и монацитом-Се, и формированием сульфатсодержащих минералов (барит, целестин, ангидрит).

Личное участие диссертанта в получении результатов, изложенных в диссертации.

В основу работы положен авторский фактический материал, отобранный в ходе полевых работ 2016 года, дополненный коллекцией образцов Н.В. Владыкина (Институт геохимии СО РАН, Иркутск). А.М. Николенко самостоятельно провела пробоподготовку и подготовку препаратов и образцов для комплекса (минералого-петрографических, геохронологических, петролого-геохимических, изотопных, термобарогеохимических) исследований. Соискатель также самостоятельно провела исследования на электронном сканирующем микроскопе и микрозонде, экспериментальные работы, занималась обработкой и интерпретацией данных, полученных комплексом аналитических методов. А.М. Николенко изложила полученные результаты в виде текстов статей, тезисов и докладов на российских и международных конференциях.

Степень достоверности и обоснованности результатов проведённых исследований.

Научные положения и выводы диссертационной работы А.М. Николенко являются достоверными и обоснованными. Достоверность представленных результатов исследований основывается на высоком научно-методическом уровне и представительности исходных данных, а также корректном использовании общепринятых методик, глубокой проработке научной литературы и её широком использовании. Об этом же свидетельствуют публикации автора в высокорейтинговых международных рецензируемых журналах и в материалах российских и международных конференций.

Научная новизна.

Впервые Ar-Ar методом определены возрастные интервалы формирования щелочных силикатных пород и магнетит-апатитовых руд комплекса Мушугай-Худук.

Получены новые данные по минеральному составу щелочных силикатных пород и магнетит-апатитовых руд. Определены механизмы образования и преобразования магнетит-апатитовых руд. Экспериментально обоснован состав метасоматизированного SO₄-обогащенного флюида, ответственного за растворимость апатита из магнетит-апатитовых руд.

На основании выполненных соискателем исследований была дана характеристика источников вещества, построена петрогенетическая модель формирования комплекса Мушугай-Худук, а также показана его связь с другими проявлениями щелочного карбонатитового магматизма в ЦАСП (Западное Забайкалье и Центральная Тува).

Практическая значимость работы соискателя

Полученные геохронологические данные по породам комплекса позволили обосновать его единую геохронологическую связь с другими позднемезозойскими карбонатитовыми провинциями в ЦАСП.

Изученные особенности поведения редких элементов дают возможность выявить перераспределение, перенос и отложение рудных компонентов в процессе гидротермальных изменений, а также определить состав лиганд, отвечающих за эти изменения.

Соответствие результатов работы научным специальностям

Результаты работы соответствуют пунктам 1 (магматическая геология), 2 (магматическая петрология), 3 (рудноносный магматизм) паспорта специальности 1.6.3.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты и материалы диссертации изложены А.М. Николенко в научных публикациях и представлены на совещаниях и конференциях. Соискателем по теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 7 в виде статей в рецензируемых журналах из списка ВАК. Результаты исследований представлены в виде устных докладов на 7 конференциях.

Основные публикации соискателя, в которых опубликованы материалы диссертации:

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. Nikolenko, A. M., Doroshkevich, A. G., Ponomarchuk, A. V., Redina, A. A., Prokopyev, I. R., Vladykin, N. V., Nikolaeva, I. V., 2020. Ar-Ar geochronology and petrogenesis of the Mushgai-Khudag alkaline-carbonatite complex (southern Mongolia). *Lithos*, 372-373, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105675>
2. Nikolenko A., Redina A., Doroshkevich A., Prokopyev I., Ragozin A., Vladykin N. , 2018. The origin of magnetite-apatite rocks of Mushgai-Khudag Complex, South Mongolia: mineral chemistry and studies of melt and fluid inclusions. *Lithos* 320-321, 567-582. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2018.08.030>
3. Redina, A.A., Nikolenko, A.M., Doroshkevich, A.G., Prokopyev, I.R., Wohlgemuth-Ueberwasser, C., Vladykin, N.V., 2020. Conditions for the crystallization of fluorite in the Mushgai-Khudag complex (Southern Mongolia): Evidence from trace element geochemistry and fluid inclusions. *Geochemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2020.125666>
4. Nikolenko, E. I., Lobov, K. V., Agashev, A. M., Tychkov, N. S., Chervyakovskaya, M. V., Sharygin, I. S., Nikolenko, A. M., 2020. 40Ar/39Ar Geochronology and New Mineralogical and Geochemical Data from Lamprophyres of Chompolo Field (South Yakutia, Russia). *Minerals*, 10(10), 886. <https://doi.org/10.3390/min10100886>
5. Doroshkevich, A. G., Chebotarev, D. A., Sharygin, V. V., Prokopyev, I. R., Nikolenko, A. M. (2019). Petrology of alkaline silicate rocks and carbonatites of the Chuktukon massif, Chadobets upland, Russia: Sources, evolution and relation to the Triassic Siberian LIP. *Lithos* 332-333, 245-260. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.03.006>
6. Prokopyev, I.R., Doroshkevich, A.G., Sergeev, S.A., Ernst R.E., Ponomarev, J.D., Redina A.A., Chebotarev, D.A., Nikolenko, A.M., Dultsev, V.F., Moroz, T.N., Minakov, A.V. Petrography, mineralogy and SIMS U-Pb geochronology of 1.9-1.8Ga carbonatites and associated alkaline rocks of the Central-Aldan magnesiocarbonatite province (South Yakutia, Russia) // *Mineralogy and Petrology*. - 2019. - Vol.113. - Iss. 3. - P.329-352. 10.1007/s00710-019-00661-3
7. Arzamastsev, A. A., Arzamastseva, L. V., Travin, A. V., Belyatsky, B. V., Shamatrina, A. M., Antonov, A. V., Sergeev, S. A. (2007). Duration of formation of magmatic system of polyphase Paleozoic alkaline complexes of the central Kola: U-Pb, Rb-Sr, Ar-Ar data. In *Doklady Earth Sciences*, Vol. 413, No. 2, p. 432-436. 10.1134/S1028334X07030257

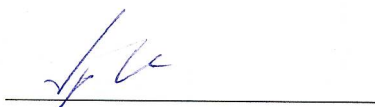
Избранные тезисы докладов на конференциях и совещаниях:

1. Nikolenko A., Harlov D., Veksler I., 2020. An experimental study of apatite metasomatized by S-bearing fluid: the element redistribution and the formation of monazite and anhydrite. In *EGU 2020*, Vienna, Austria.

2. Redina A.A., Nikolenko A.M., Doroshkevich A.G., Prokopyev I.R., 2019. Formation conditions and composition features of the fluorite mineralization of the Mushugai-Khuduk complex (South Mongolia). Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits: proceedings of XXXVI International conference. Saint Petersburg. P. 256-257.
3. Nikolenko A.M., Doroshkevich A.G., Redina A.A., Prokopyev I.R., 2019. Geochemical and isotopic data of Mushga-Khudag complex (South Mongolia). Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits: proceedings of XXXVI International conference. Saint Petersburg. P. 204-207.
4. Дорошкевич А.Г., Чеботарев Д.А., Шарыгин В. В., Прокопьев И.Р., Николенко А.М. Щелочной магматизм Чуктуконского массива, Чадобецкое поднятие: источники вещества, эволюция магм и связь с триасовой Сибирской изверженной провинцией. //Петрология магматических и метаморфических комплексов: Материалы X всероссийской петрографической конференции с международным участием. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2018. - С. 124-130.
5. Nikolenko, A.M., Doroshkevich, A.G., Chakrabarty A., Ragozin A.L., 2018. The origin of magnetite-apatite rocks of Mushgai-Khudag Complex (South Mongolia). In: Zaitsev, V.A., Ermolaeva, V.N. (Eds.), Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits: proceedings of XXXV International conference. GEOKHI RAS, Moscow, pp. 218-220.
6. Nikolenko, A.M., Doroshkevich, A.G. (2017). Features of mineral composition of apatite-magnetite rocks, Mushugai-Khuduk complex (Mongolia). In: Zaitsev, V.A., Ermolaeva, V.N. (Eds.), Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits: proceedings of XXXIV International conference. Miass, Russia, pp. 162-165.
7. Zaraisky G.P., Shamatrina A.M., Arzamastsev A.A. (2008). Experimental modelling of alkaline metasomatism in the rocks of the contact zone of the Lovozero massif. In Geochemistry of alkaline rocks. Abstracts of XXV International Conference. School "Alkaline Magmatism of the Earth", Saint Petersburg, p. 59-60.

Диссертация «Петрогенезис и рудоносность щелочного комплекса Мушугай-Худук (Монголия)» Анны Михайловны Николенко рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории рудоносности щелочного магматизма № 215 ИГМ СО РАН. Присутствовало 28 человек (из них докторов геол.-мин. наук – 12 чел., кандидатов геол.-мин. наук – 7 чел., младших научных сотрудников – 5 чел.). Результаты открытого голосования по вопросу принятия заключения по диссертации А.М. Николенко: «за» - 28 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 215-21-02 от 21 июня 2021 года.



Заключение оформил:

Илья Романович Прокопьев,
кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник лаборатории
рудоносности щелочного магматизма
(№ 215) ИГМ СО РАН