

На Кольском полуострове найдено магматическое тело, обогащённое стратегическими металлами

Сотрудники лаборатории геохимии и рудоносности щелочного магматизма ГЕОХИ РАН, совместно с зарубежными коллегами, обнаружили в Ковдорском районе магматическое тело (дайку), представляющее собой застывшее в земной коре глубинное вещество мантии Земли. В ее минералах выявлены высокие содержания редких стратегических металлов, которые превышают аналогичные концентрации в суперкрупных редкометалльных месторождениях. Результаты опубликованы в *Lithos*¹.

Щелочные магмы – это специфический тип расплавов, редкий, но очень важный с экономической точки зрения. Например, крупнейшая в мире Кольская щелочно-карбонатитовая провинция включает два гигантских щелочных расслоенных комплекса – Хибины и Ловозеро, с которыми связаны суперкрупные месторождения стратегических металлов – ниобия, тантала, циркония, гафния, редкоземельных металлов, а также фосфора. Стратегические металлы ценны тем, что принципиально меняют свойства материалов. Например, добавление незначительного количества редкоземельного элемента-скандия в алюминиевые сплавы в три раза повышает их прочность и создает ковкость. Кроме того, редкоземельные элементы используют в различных отраслях техники: в радиоэлектронике, приборостроении, атомной технике, машиностроении, химической промышленности, металлургии.

Эти месторождения занимают ведущее место в структуре минерально-сырьевой базы России. Помимо гигантских комплексов на Кольском полуострове находятся и более мелкие массивы, а также тысячи мелких тел - даек (вертикальное геологическое тело или, другими словами, магматическая жила) щелочных пород.

При проведении геолого-разведочных работ в Кандалакшском районе Мурманской области учёные обнаружили уникальную дайку высокощелочных нефелиновых сиенитов (магматическая порода, в состав которой входит нефелин и полевые шпаты), в которой концентрации ряда редких стратегических металлов превышают или близки к содержаниям в Ловозерском щелочном массиве - наиболее дифференцированного (процесс, когда из магмы возникают породы) щелочного магматического расплава на территории Кольской щелочно-карбонатитовой провинции (Рис. 1-2).

«Дайка содержит значительные количества ниобия, циркония, бария, стронция, железа, титана, а также летучих компонентов (помогают снижать температуру кристаллизации, вязкость сплава, влияют на рост кристаллизационной способности минералов). Все это отражается в ее минеральном составе: слагающая ее порода состоит из таких чрезвычайно редких минералов как лампрофиллит, энigmatит, астрофиллит, нунканбахит. Кроме того, в породе встречается много низкотемпературных минералов: ортоклаз, натролит и феррипирофиллит, наличие которых свидетельствует о замещении ранних высокотемпературных минералов поздними низкотемпературными», - рассказывает заведующая лабораторией геохимии и рудоносности щелочного магматизма ГЕОХИ РАН, академик РАН Лия Николаевна Когарко.

По словам авторов, обнаруженная дайка - единственный пример постепенного перехода щелочного расплава в высокощелочной раствор (когда в процессе кристаллизации и остывания магматический расплав насыщается летучими компонентами и переходит в гидротермальный раствор), обогащенный редкими элементами. Этому способствует низкая температура и очень широкий интервал кристаллизации щелочных расплавов.

1 M.I. Filina, L.N. Kogarko, T.F.D. Nielsen (2022) Mineralogical, geochemical, and isotopic data of a new special apaitic dyke, enriched in high field strength elements (Eastern Part of Baltic Shield, Russia). *Lithos*, 428–429, 106828, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2022.106828>

Также, при помощи калий-аргонового метода датирования, ученые установили, что возраст дайки - 368 ± 9 млн лет, что совпадает с возрастом палеозойского щелочного магматизма Кольской щелочно-карбонатитовой провинции. Ее изотопный состав (рубидий-стронций и самарий-неодим), указывает на мантийный источник магмы и на отсутствие загрязнения континентальной корой. Геохимические и изотопные данные свидетельствуют, что источником пород Кольской щелочно-карбонатитовой провинции, в том числе исследованной дайки, является мантийный резервуар FOZO (глубинный геохимический резервуар – источник расплавов), связанный с плюмовым магматизмом (горячим мантийным потоком,двигающимся от основания мантии у ядра Земли).

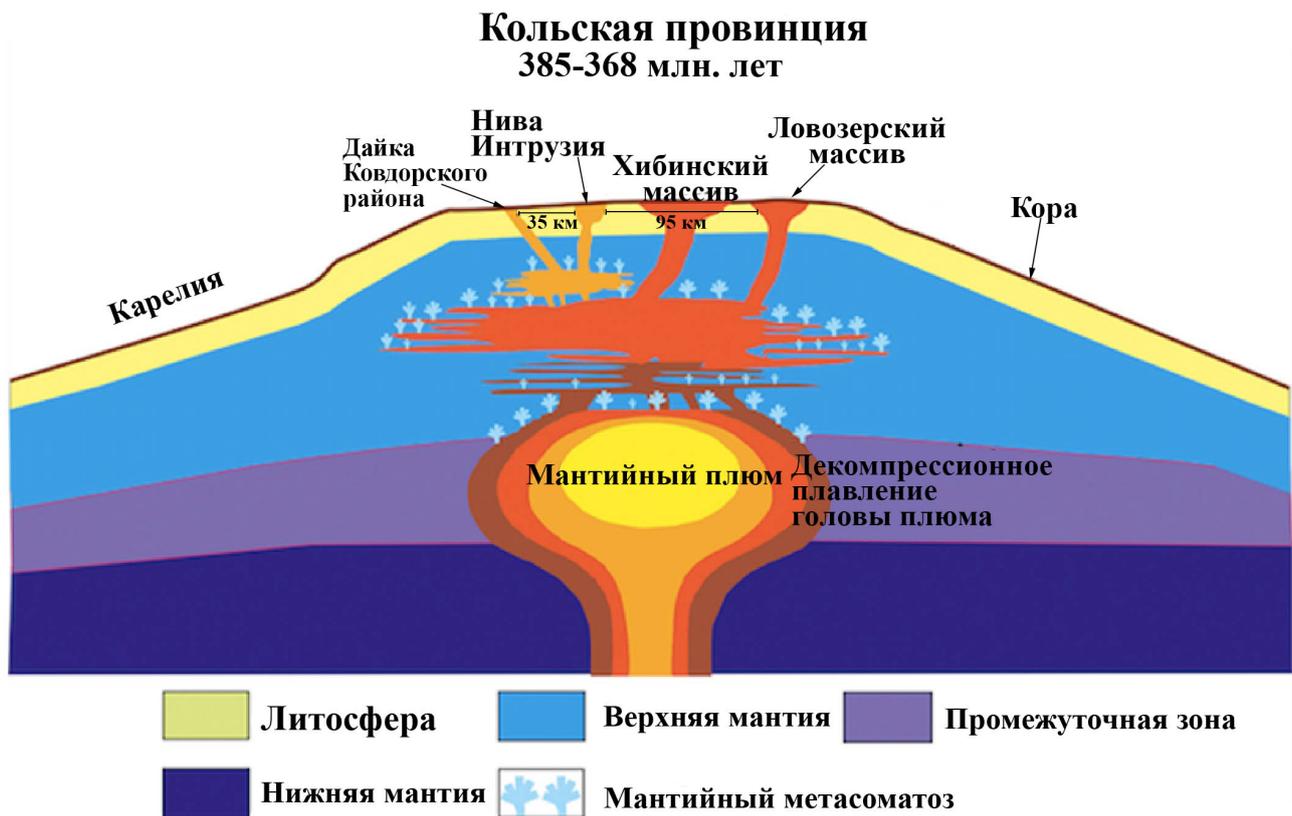


Рис. 1. Модель геодинамического режима формирования дайки Ковдорского района. Подъем глубинного материала (плюма) и его дифференциация приводят к формированию щелочных расплавов богатых стратегическими металлами и возникновению суперкрупных редкометальных месторождений.

Исследования геохимии дайки позволили оценить процесс концентрирования редких элементов на самых поздних стадиях эволюции щелочных магм.

«Доказано, что в недифференцированном магматическом расплаве таких высоких концентраций редких элементов не образуется, и что значительное накопление редких элементов в магматическом расплаве происходит, при процессах длительной магматической дифференциации. Таким образом, горная порода, обогащённая редкими элементами, является поздним продуктом дифференциации. Уникальностью исследованной дайки, является, то, что она представляет примером самого позднего этапа дифференциации щелочной магмы», - заключает заведующая лабораторией геохимии и рудоносности щелочного магматизма ГЕОХИ РАН, академик РАН Лия Николаевна Когарко.

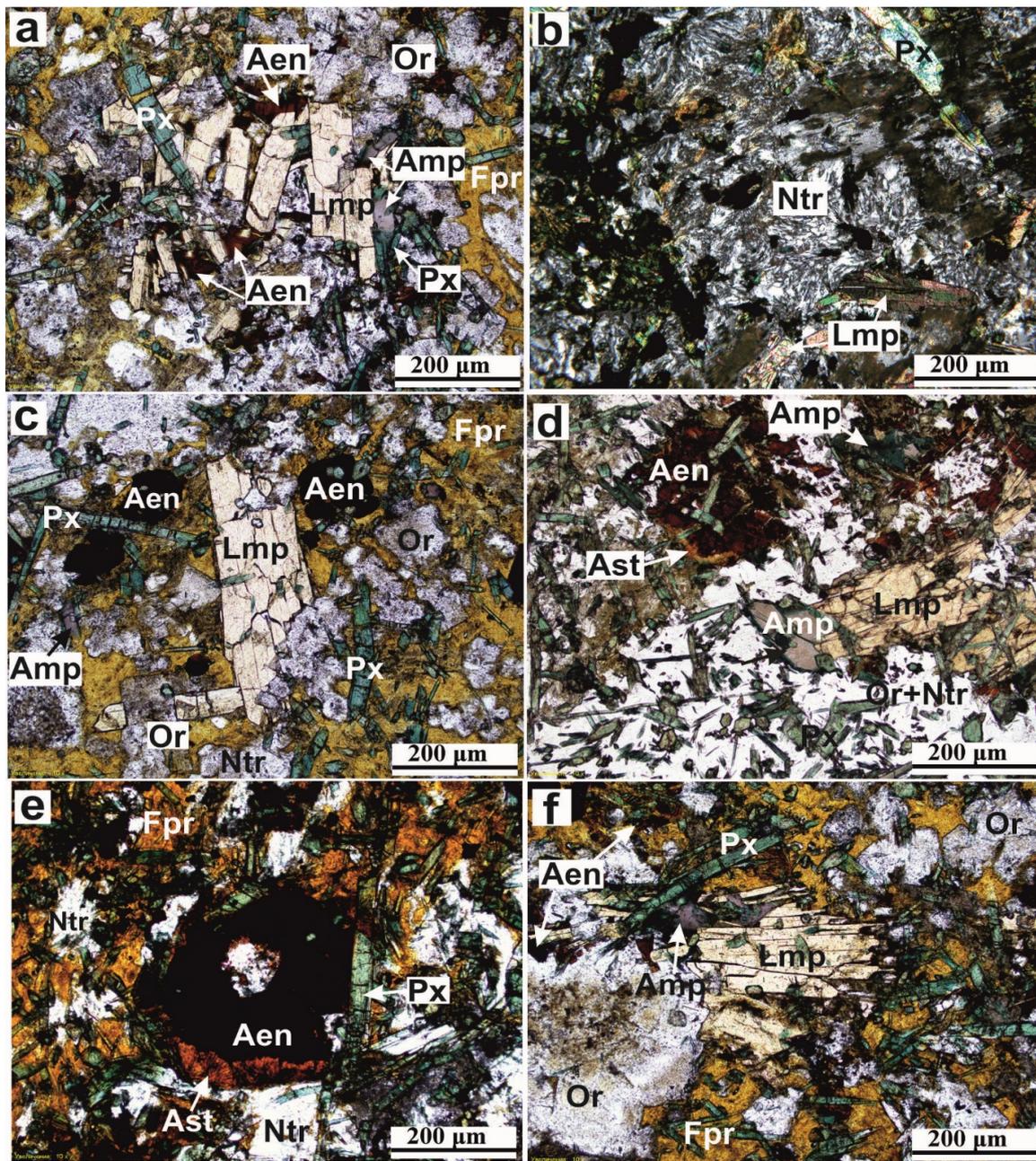


Рисунок 2. Микрофотографии минералов дайки. *Lmp* – Лампрофиллит; *Px* – эгирин-авгит; *Amp* – арфведсонит (a,b,c,d,f); *Aen* – энigmatит (a,c,d,e,f); *Ast* – астрофиллит (d,e); *Or* – ортоклаз; *Ntr* – натролитом; *Or* – ортоклазом (c,d,e,f); *Fpr* – феррипирофиллита (a,c,e,f).