

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ХАУТАВААРСКОГО МАССИВА (КАРЕЛИЯ)

Дмитриева А.В.

*Карельский научный центр РАН,
dmitrieva-a-v@yandex.ru*

Хаутаваарский массив расположен в южной части Ведлозерско-Сезонского зеленокаменного пояса. Интрузив овальной штокообразной формы (6х2,5 км), прорывает вулканиты БАДР-серии (вистуккалампинская), комагиито-базальты (лоухиваарская) и андезидациты (калаярвинская свита). Возраст интрузива оценивается в ~2.74 млрд. лет (Vibikova et al., 2005). Массив многофазный, в западной и южной приконтактной зоне сохраняются породы 1-ой фазы, дифференцированные от габбро до монцодиоритов. Центральная и северная часть сложена умереннощелочными гранитами. В западной части у оз. Вистуккалампи кровля массива погружается на запад под углом 30-45°, во вмещающих толщах и ранних габброидах встречаются многочисленные порфиновые дайки. СВ контакт крутой (почти вертикальный).

Первая фаза – габбро, монцодиориты. Габбро встречаются в западной части массива на восточном берегу оз. Вистуккалампи. Породы меланократовые, мелкозернистые, с вкрапленниками микроклина, содержат сфен и апатит. В южном контакте интрузива развиты монцодиориты, содержащие плагиоклаз, частично замещенный эпидотом (плагиоклаз+эпидот 55-60 %), К-полевой шпат (10-15 %), амфибол (10-15 %), биотит (10-20 %), кварц (около 3 %), аксессуарные циркон и апатит. Вторичные и наложенные минералы представлены кварцем, кальцитом, актинолитом и хлоритом. Монцодиориты на удалении от контактной зоны отличаются порфировидной микроструктурой, обусловленной наличием крупных ориентированно расположенных кристаллов К-полевого шпата (2 мм) с пертитами распада.

Вторая фаза – умереннощелочные граниты. Центральная часть интрузива сложена среднезернистыми розовыми умереннощелочными гранитами, к северу сменяющимися более лейкократовыми разностями. Породы преимущественно состоят из микроклина (в среднем 40-45 %) и плагиоклаза (30-45 %), кварца (20-25 %). Микроклин образует как крупные удлиненные кристаллы с пертитами распада (1-я генерация), частично замещенные серицитом, так и более мелкие зерна с микроклиновой решеткой в интерстициях (2-я генерация). Темноцветные минералы представлены биотитом (5-10 %). При вторичных изменениях образуются эпидот (1-10 %), серицит (1-3 %), хлорит (1-2 %). Эпидот замещает плагиоклаз, выделяется в интерстициях между полевыми

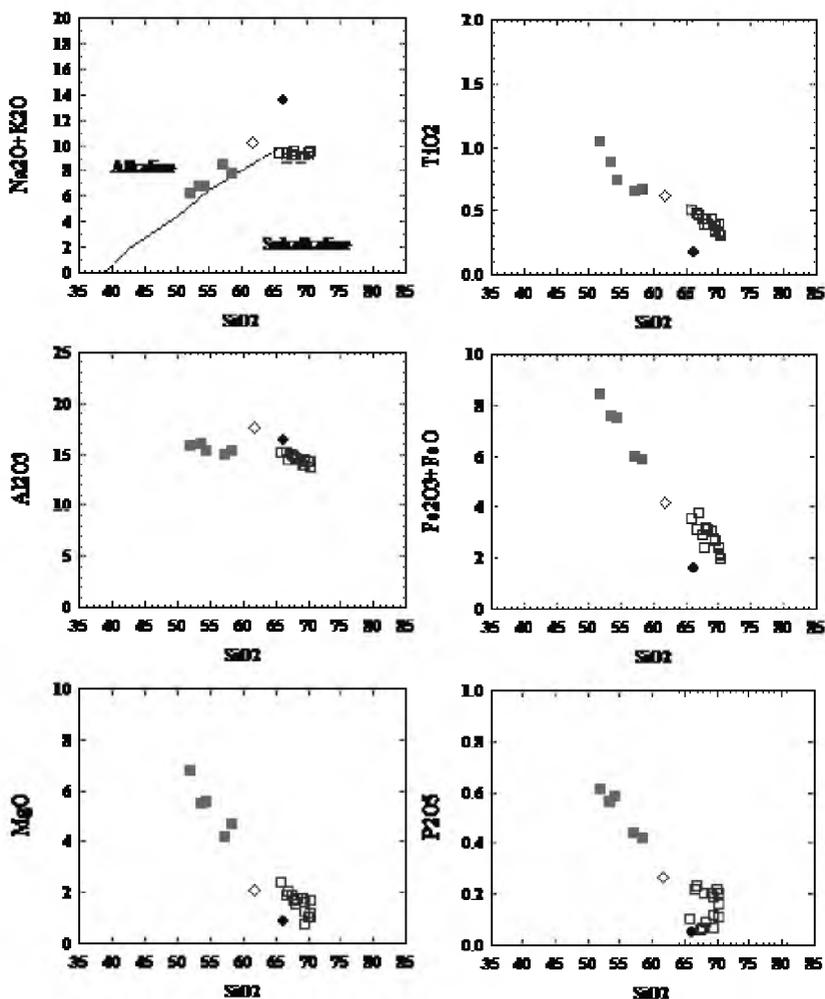
шпатами, встречается в сростании с Се-эпидотом и ортитом. Серицит образуется по полевым шпатам. По биотиту развивается хлорит с выделением титанита. Рудные акцессорные минералы представлены сфеном (1-3 %), апатитом (до 1 %), цирконом, монацитом, ортитом.

В умереннощелочных гранитах встречаются ксенолиты пород 1-ой фазы, обогащенные апатитом и сфеном. В зонах расщеливания увеличивается содержание мусковита (до 10 %), сфена и эпидота. По микротрещинам в породах развиваются кварц и биотит, по более поздним прожилкам – хлорит, кальцит и эпидот. Изменения сопровождаются сульфидами.

Жильная фаза. В западном контакте развиты аплитовидные плагио-микроклиновые жилы, секущие габброиды 1-ой фазы. Породы преимущественно состоят из микроклина, в небольшом количестве содержат плагиоклаз, кварц и биотит.

Петро-геохимическая характеристика пород. Породы 1-ой фазы дифференцированы по составу. Содержание SiO_2 в них варьирует от 51,98 до 58,50 %, при этом сумма щелочей возрастает от 6,21 до 8,44 %. Содержание MgO составляет 6,74-4,21 %. Умереннощелочные граниты 2-ой фазы по содержанию SiO_2 варьируют от 65,8 до 70,6 %, сумма щелочей составляет 8,46-9,57 %, MgO 2,13-0,71 %. На диаграммах Харкера (рис.1) в распределении петрогенных элементов наблюдается единый эволюционный тренд дифференциации. В измененных умереннощелочных гранитах (с эпидотом и серицитом) отмечается небольшое отклонение по содержанию SiO_2 , Al_2O_3 и увеличение Σ щелочей. Аплитовидные плагио-микроклиновые жилы характеризуются высокой щелочностью (Σ щелочей 13,58 %) и высоким содержанием K_2O (10,64 %).

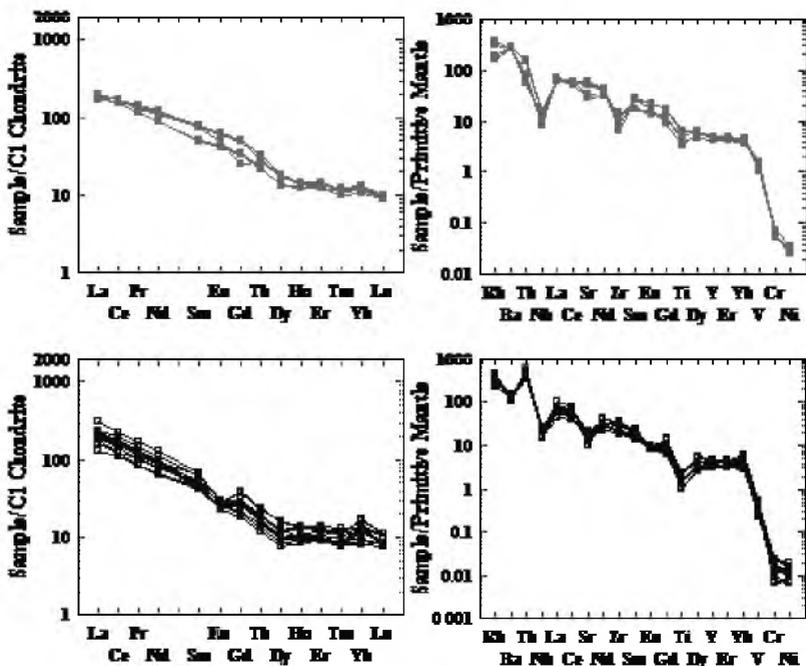
Для пород 1-ой фазы (габбро и монцодиоритов) характерно высокое содержание Ba (1782-2054 ppm) и Sr (586-1208), Rb (98-227). В умереннощелочных гранитах 2-ой фазы концентрация крупноионных литофильных элементов (LIL) несколько ниже, но в целом повышена (Ba 863-1751 ppm, Sr 207-430) и более высокое содержание Rb 217-282 ppm. Вариации содержаний Zr (225-458 ppm) и Th (28-45 ppm) в умереннощелочных гранитах отражают наличие циркона, торита и более сложных акцессорных соединений Th-Zr-REE-силикато-фосфатов. Суммарное содержание REE возрастает от пород 1-ой фазы (217-252 ppm) к умереннощелочным гранитам 2-ой фазы (до 346 ppm), что связано с процессами фракционирования расплава (рис. 2). Особенностью умереннощелочных гранитов Хаутаваарского массива является одновременное обогащение их транзитными элементами (Ni до 22 ppm; Cr до 43; Co до 11), что, возможно, связано с непосредственным обогащением источника, либо контаминацией коматитов или базальтов.



■ – породы 1-ой фазы (габбро, монцодиориты), □ – породы 2-ой фазы (умереннощелочные граниты), ◇ - измененный умереннощелочной гранит, ● – плагиомикроклиновая жила

Рис. 1. Петрохимическая характеристика пород Хаутаваарского массива

Типы рудной минерализации. Для ранних фаз массива установлено обогащение пород апатитом и сфеном. Вкрапленные сульфиды представлены пиритом, пирротинном, встречаются халькопирит, галенит, единичный молибдошеелит, скуттерудит ((Co,Ni)As_{3-x}) и более поздние REE-F-карбонаты. С умереннощелочными гранитами связаны проявления вкраплено-прожилковой молибденовой и Au-S-кварцевой



■ – породы 1-ой фазы (габбро, монцодиориты), □ - породы 2-ой фазы (умереннощелочные граниты)

Рис. 2. Спектры распределения REE и спайдерграммы для пород Хаутаваарского массива, нормированные по C1 и PM соответственно (Sun, McDonough, 1989)

минерализации (рудопроявления Центрально-Хаутаваарское Au и Северное Хаутаваарское Mo).

Молибденовое проявление. Содержание Mo в гранитах составляет ~200-900 ppm, молибденит наблюдается макроскопически. Изменения гранитов на участке Северном Хаутаваарском (северная часть массива) проявлены в интенсивном окварцевании, в том числе жильном, и увеличении количества мусковита (грейзенизация) и приурочены к зоне рассланцевания с аз. 310° . Во внешнем ореоле в менее измененных гранитах они представлены биотит-эпидот-кварцевыми прожилками с сульфидами мощностью ~1 мм. Рудные минералы участка Северного Хаутаваарского представлены молибденитом, пиритом, реже встречаются галенит, шеелит, цумоит (BiTe), гессит (Ag₂Te). Молибденит формирует пластинчатые, часто деформированные кристаллы (до 200 мкм) и их скопления (рис. 3/1-3), обрастает пирит или образует включения в нем.

Au-S-кварцевое проявление (Центрально-Хаутаваарское) связано с

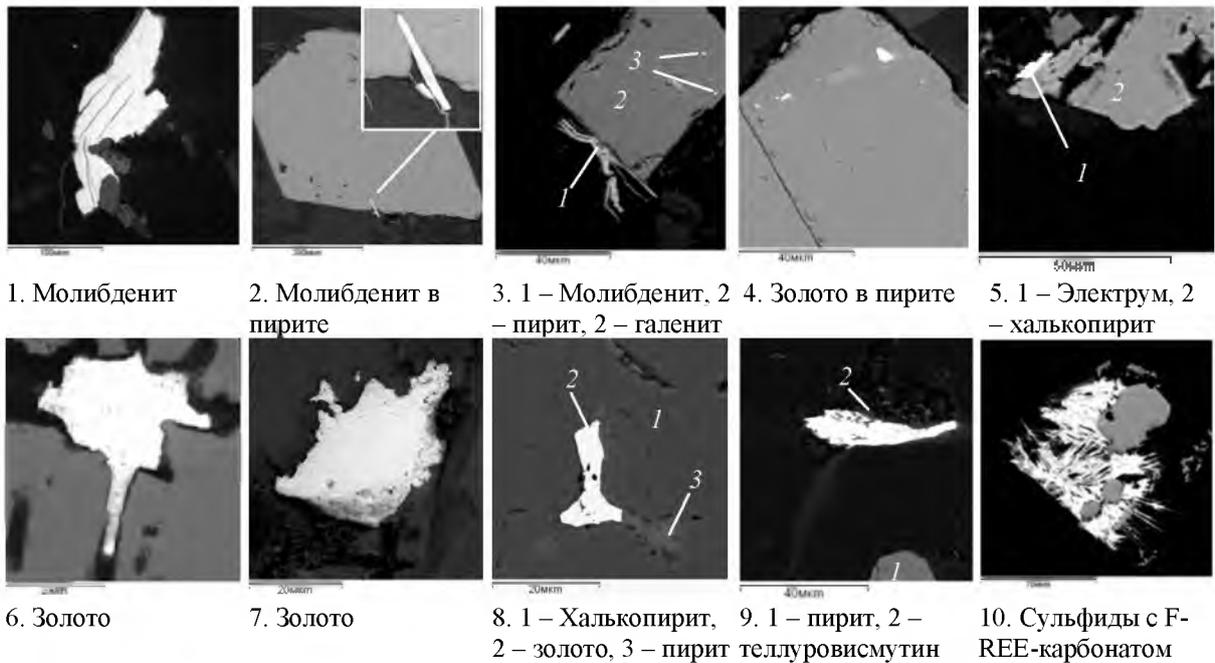


Рис. 3. Рудная минерализация Хаутаваарского массива

пирит-кварцевой жилой с аз. пр. СВ (70-65о) и крутым СЗ (85о) падением. Мощностъ основной жилы колеблется от 30 до 10 см, при длине 20 м, прожилков – первые мм. На участке также наблюдается расщепление с аз. 310о: по этому направлению происходит небольшое пликативное смещение кварцевых жил, что позволяет рассматривать формирование рудоконтролирующих деформаций (300о-310о и 65-70о) как близко-одновременное. На контактах кварцевых жил развит К-полевой шпат, биотит, мусковит, эпидот, хлорит, монацит, ксенотим, турмалин. Рудная минерализация в зальбандах жилы представлена золотом (<1 %), пиритом (10 %), молибденитом (<1 %), встречаются халькопирит, галенит, пирротин (в сумме <1 %), цумоит (BiTe), теллурувисмутин (Bi2Te3), гессит (Ag2Te) и Bi-Te-Pb сульфосоли (рис.3).

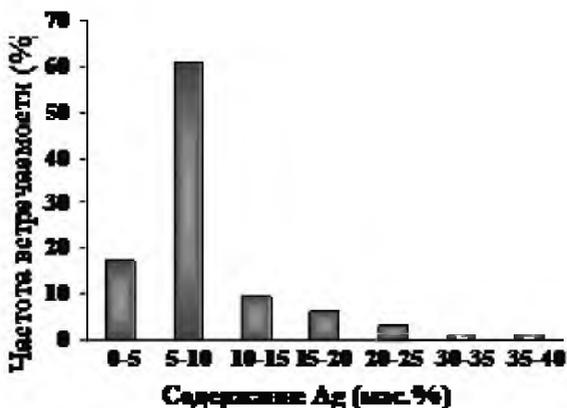


Рис. 4. Статистика содержания Ag (%) в золоте проявления Центральное на основе 64 анализов

Золото выделяется в микротрещинках- в пирите и кварце в виде мелких чешуек раз-мером 0,03-0,02 мм, иногда в сростании с галенитом и халькопиритом. Первым образовался пирит, затем молибденит, далее ассоциация халькопирит, пирротин, после галенит, золото и затем Ag-содержащие минералы. Содержание Ag в золоте составляет 2,26-20 %, реже в зальбандах жил встречается электрум (36,8 % Ag). Золото высокопробное (рис.4). Элементы-индикаторы оруденения: Pb (264-426 ppm), Cu (~355 ppm), Mo (455-948 ppm), Ag (~10 ppm), Bi (~95 ppm), Te (~21 ppm).

Th-REE-минерализация (содержание Σ REE в породе 252-273 ppm, Th 7,01-32,48 ppm) связана с поздними стадиями метасоматического преобразования пород, в том числе ксенолитов кислых вулканитов. Она представлена торитом, Th-Zr-REE-силикато-фосфатами, карбонатами бастнезит-паризитового ряда.

Список литературы

1. Bibikova E.V., Petrova A., Claesson S. The temporal evolution of the sanukitoids in the Karelian Craton, Baltic Shield: an ion microprobe U-Th-Pb isotopic study of zircons. *Lithos*. 2005. V. 79. P. 129-145.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИРОКСЕНОВ ИЗ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ГАББРОНОРИТОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА

Егорова С. В.

Институт геологии КарНЦ РАН, zumlic@mail.ru

Особенности распределения элементов-примесей в породообразующих минералах используются в качестве основы для решения многих проблем петрогенезиса как магматических, так и метаморфических пород. В ходе кристаллизации базальтовых магм пироксен является одной из основных минеральных фаз системы, а его состав зависит от условий и состава кристаллизующегося расплава (Мигдисова и др., 2004).

Фенноскандинавский щит расположен в северо-восточной части Восточно-Европейской платформы. По возрасту и особенностям формирования континентальной коры вся территория Фенноскандинавского щита подразделяется на ряд провинций. В восточной части расположены Карельская и Беломорская провинции. Карельскую провинцию по особенностям строения и эволюции принято рассматривать как неархейский кратон, а Беломорскую - как докембрийский подвижный пояс. Принципиальное отличие Беломорского подвижного пояса (БПП) состоит в том, что он представляет собой сложно и интенсивно складчатую структуру полициклического развития, породы которой неоднократно метаморфизованы в условиях высокого (кианитовый тип) давления, как в архее, так и в протерозое, в то время как завершение формирования Карельского кратона произошло около 2.6 млрд лет назад, и в постархейское время он не подвергался значительной тектоно-термальной переработке (Слабунов, 2008; Володичев, 1990; Глебовицкий и др., 1996).

Начало палеопротерозоя в восточной части Фенноскандинавского щита связано с формированием сумийской (2.4-2.5 млрд лет) крупной магматической провинции (КМП) (Шарков и др., 1997). Компоненты этой КМП в Карельском кратоне представлены вулканитами сумия, дифференцированными интрузиями и дайками габброноритов. В пределах БПП образования сумийской КМП представлены дайками и малыми интрузиями комплекса лерцолитов-габброноритов, варьирующими по составу от плагиоклазовых лерцолитов до лейкогабброноритов (Степа-