

Б. Е. БОРУЦКИЙ, А. И. ЦЕПИН, Е. В. ВЛАСОВА

НОВЫЕ ДАННЫЕ О КАЛЬСИЛИТЕ ИЗ ХИБИНСКОГО МАССИВА

Содержание калия в нефелинах Хибинского массива по данным полных химических анализов варьирует от 4,79 до 9,09% K_2O (от 15 до 29 мол.% в расчете на кальсилитовую составляющую) и является типоморфным для различных типов слагающих его пород; наиболее высокие содержания калия установлены в нефелинах из наиболее богатых калием пойкилитовых нефелиновых сиенитов (рисчорритов и ювитов), а также массивных уртитов и апатито-нефелиновых пород (Дудкин и др., 1964). Для пойкилитового нефелина из рисчорритов г. Эвслогчорр А. В. Галаховым (1959) указывалось еще более высокое содержание кальсилитовой составляющей — до 36,79% Ks. На основе частных определений щелочей Л. В. Козыревой (Иванова и др., 1970) установлено заметное различие в составе нефелинов из ийолит-уртитов массива — между трахитоидными ийолитами I субфазы и мелкозернистыми ийолит-уртитамии II субфазы, с одной стороны, содержащими в среднем 6,0—6,5% K_2O (20,0—22,5 Ks) и массивными ийолит-уртитамии III субфазы, трахитоидными полевошпатовыми ийолитами IV субфазы и ювитами V субфазы, с другой стороны, содержащими в среднем 7,0—7,5% K_2O (24,5—25,5% Ks).

До недавнего времени считалось, что весь этот калий должен быть отнесен за счет собственного состава нефелина (твердый раствор кальсилита в нефелине). В связи с этим была разработана и широко применяется специальная методика исследования химического состава нефелина, основанная на хорошей его растворимости в слабоконцентрированных кислотах, позволяющая обходиться без предварительной отборки нефелина из породы.

В качестве самостоятельной минеральной фазы калиевый аналог нефелина — кальсилит, $KAlSiO_4$ был обнаружен в породах Хибинского массива лишь недавно (Боруцкий и др., 1973). Впервые он был установлен в ювитах апатитового месторождения Юкспор, где наблюдаются три основных типа его выделений: 1) агрегат зерен кальсилита в периферической части крупных (0,5—1,0 см) пойкилитовых идиоморфных вкрапленников обогащенного калием (K_{29-30}) нефелина в калиевом полево шпате; 2) скопления мелких изометричных зерен кальсилита размером около 100—150 мк в калиевом полево шпате (совместно с аналогичными зернами нефелина); 3) дактилоскопические (симплектитовые) сростания нефелина и кальсилита с калиевым полевым шпатом, отдельные пластинки фельдшпатоидов, в которых варьируют от 100 мкм до нескольких миллиметров. Кальсилит был диагностирован рентгеновскими (дебаеграмма, параметры элементарной ячейки) и оптическими



Рис. 1. Включение кальсилита в нефелине. Сканирование в поглощенных электронах (а) и рентгеновских лучах $K_{K\alpha}$ (б), $Na_{K\alpha}$ (в). Поле зрения 200×200 мкм

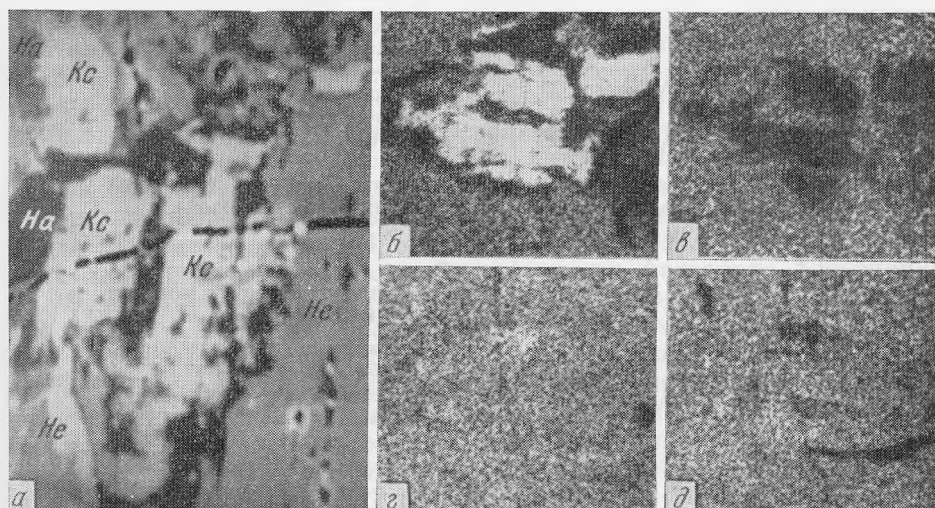


Рис. 2. Включение кальсилита в нефелине, затронутом вторичными изменениями. *He* — нефелин, *Kc* — кальсилит, *Ha* — натролит. Сканирование в поглощенных электронах (а) и рентгеновских лучах $K_{K\alpha}$ (б), $Na_{K\alpha}$ (в), $Si_{K\alpha}$ (г) и $Al_{K\alpha}$ (д). Поле зрения 200×200 мкм

методами (показатели преломления); химический состав его был количественно определен на микрозонде Камека и показал полное отсутствие в минерале примеси натрия.

Присутствие в породах массива самостоятельных выделений кальсилита заставляет настороженно относиться к химическим анализам нефелина, выполненным методом его растворения, так как вместе с нефелином будет растворяться и кальсилит. В то же время получение точных данных о составе нефелина крайне желательно, потому что их можно использовать для определения температурных условий формирования нефелин-содержащих пород. Обнаружение в породах массива кальсилита дает новые возможности, так как позволяет воспользоваться для этих целей тройной парагенетической ассоциацией: нефелин-кальсилит-щелочной полевоид шпат (Перчук, 1970). В связи с этим необходима тщательная ревизия пород — и в первую очередь тех, где отмечены обогащенные калием нефелины, — на предмет присутствия в них кальсилита.

Первые результаты такой проверки подтверждают предположение о более широком распространении кальсилита в породах Хибинского массива. Он был обнаружен в блоковой апатито-нефелиновой породе на месторождении Кукисвумчорр, в которой крупные (5—6 см) идио-



Рис. 3. ИК-спектры нефелина (He) — образец из блоковой апатитнефелиновой породы Кукисвумчорра, Хибин (материал М. Н. Соколовой) и кальсилита (Kc) — образец из Мурманского массива (материал Н. С. Самсоновой)

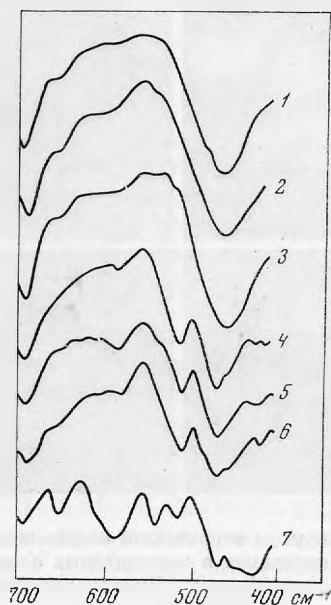


Рис. 4. Результаты диагностики фельдшпатитов методом ИК-спектроскопии

- 1—3 — кальсилит в симплектитовых образованиях;
 - 4 — нефелин в симплектитовых образованиях;
 - 5, 6 — нефелин в пойкилитовых сростаниях фельдшпатита с калиевым полевым шпатом;
 - 7 — нефелин в симплектитах, затронутый вторичными изменениями.
- Все — ювиты апатитового месторождения Юкспор

Результаты исследования минералов на микрозонде «Камека»

Минерал	K ₂ O	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Кальсилит (рис. 1)	27,53	0,04	33,69	38,67
Кальсилит (рис. 2)	27,45	—	33,85	39,00
Нефелин	7,38	16,54	32,63	43,45

В пересчете на формулы: $K_{0,93}Al_{1,05}Si_{1,02}O_4$

$K_{0,92}Al_{1,05}Si_{1,03}O_4$

$(Na_{0,78}K_{0,23})_{1,01}Al_{0,93}Si_{1,05}O_4$

Результаты даны в вес.% окислов, пересчитанных на 100%. Fe — не определялось. Образцы приготовлялись в виде полированных шлифов. В качестве эталона использовался химически проанализированный нефелин (материал В. А. Кононовой).

морфные вкрапленники нефелина окружены мелкозернистой массой апатита (материал М. Н. Соколовой). Нефелин этих образований обычно содержит повышенное количество калия. Состав исследованного образца: Na₂O — 16,00, K₂O — 7,58, Al₂O₃ — 32,38, Fe₂O₃ — 2,09, SiO₂ — 41,84%, кальций отсутствует, сумма 100,47% (анализ выполнен Е. И. Ломейко из отобранного материала методом сплавления). В рас-

чете на формулу это соответствует: $(\text{Na}_{0,76}\text{K}_{0,24})_{1,00}(\text{Al}_{0,94}\text{Fe}_{0,04})_{0,98}\text{Si}_{1,03}\text{O}_4$, т. е. соотношение калия и натрия близко к устойчивому стехиометрическому их соотношению, равному 1 : 3. Кальсилит наблюдается в виде мелких включений неправильной формы, обособленных в отдельных участках «блокового» нефелина (рис. 1), иногда в участках, наиболее затронутых процессами вторичного изменения, совместно с натролитом или содалитом (рис. 2). Состав кальсилита, определенный на микрозонде «Камека» (табл. 1), характеризуется практически полным отсутствием натрия. Одновременно на микрозонде был определен и состав нефелина, вмещающего кальсилит; он оказался очень близким к приведенным выше цифрам химического анализа, то есть небольшая примесь кальсилита в данном случае недостаточна для того, чтобы заметно исказить данные о составе нефелина, полученные при валовом его анализе.

По оптическим свойствам кальсилит довольно близок к нефелину, и различить их в шлифах трудно. В качестве диагностического испытания нами применялось ранее окрашивание образцов кобальтинитритом натрия (реакция на калий), но из-за трудности подбора условий оно не всегда дает хорошие результаты. В качестве надежного экспресс-метода диагностики кальсилита можно использовать метод ИК-спектроскопии. Кальсилит имеет более простой ИК-спектр поглощения, отличающийся от ИК-спектра нефелина отсутствием двух характерных полос поглощения — слабой полосы около 580 см^{-1} и более интенсивной полосы около 510 см^{-1} (рис. 3). Преимуществом этого метода является быстрота и использование небольшого количества материала для анализа.

Метод ИК-спектроскопии был опробирован на серии образцов из ювитов апатитового месторождения Юкспор (материал Ж. М. Кузнецова), в которых кальсилит был обнаружен впервые в Хибинах. Морфология исследованных пойкилитовых сростаний калиевого полевого шпата с нефелином, среди которых присутствуют своеобразные лучистые формы полевого шпата, подробно описаны в работе Ж. М. Кузнецова (1972). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ювитах Юкспора кальсилит не является редкостью. Он обнаружен в ряде симплектитовых образований с тонкопластинчатыми, тонкотаблитчатыми, иногда клиновидными лучистыми включениями фельдшпатоида в полевым шпате. В таких образованиях присутствует либо только один кальсилит, либо и кальсилит, и нефелин, либо один нефелин. В более грубозернистых пойкилитовых сростаниях фельдшпатоида с полевым шпатом, с более изометричными его выделениями присутствует только нефелин (рис. 4). В ряде случаев нефелин и кальсилит в симплектитовых образованиях оказываются замещенными натролитом и другими вторичными минералами.

ЛИТЕРАТУРА

- Боруцкий Б. Е., Цепин А. И., Кузнецов Ж. М. Кальсилит из Хибинского массива нефелиновых сиенитов.—Изв. АН СССР, 1973, серия геол., № 5.
- Галахов А. В. Рнсчорриты Хибинского щелочного массива. Изд-во АН СССР, 1959.
- Дудкин О. Б., Козырева Л. В., Померанцева Н. Г. Минералогия апатитовых месторождений Хибинских тундр. М.—Л., «Наука», 1964.
- Иванова Т. Н., Дудкин О. Б., Козырева Л. В., Поляков К. И. Ийолит-уртиты Хибинского массива. Л., «Наука», 1970.
- Кузнецов Ж. М. К морфологии пойкилитических калиевых полевых шпатов горы Юкспор Хибинского массива.—Зап. Всес. минер. общ-ва, ч. 101, вып. 5, 1972.
- Перчук Л. Л. Равновесия пороодообразующих минералов. «Наука», 1970.