

В. А. КОНОНОВА, М. М. АРАКЕЛЯНЦ, Л. Л. ШАНИН

О ВЛИЯНИИ ПРИМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ МИНЕРАЛОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА НЕФЕЛИНА

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 2 XII 1970)

Вопрос о пригодности нефелина для определения возраста щелочных комплексов калий-аргоновым методом был рассмотрен положительно в ряде работ (¹⁻³). В частности, установлена хорошая сходимость значений возраста для одновременно кристаллизующихся нефелина и слюды в ряде разновидностей щелочных пород (¹). Тем не менее, еще высказываются сомнения в возможности широкого применения нефелина в геохронологии, прежде всего в связи с тем что наблюдались случаи, когда возраст, измеренный по нефелину, оказывался древнее возраста, измеренного по сосуществующей с ним слюде из того же образца (^{1, 4, 5}). Этим расхождением дают разные объяснения. Так, для Ковдорского массива, где возраст флогопита, по определениям, оказался моложе возраста нефелина, мы считали оба значения истинными и сделали вывод о более позднем возникновении слюды. В другом случае в областях с интенсивным наложенным прогревом более низкие значения возраста слюды объяснялись (⁴) лучшей сохранностью радиогенного аргона в нефелине, чем в сингенетичных с ним слюдах, т. е. К — Ar-возраст нефелина считался близким к истинному и подвергалась сомнению истинность К — Ar-возраста слюды. В последнее время были обнаружены ощутимые количества избыточного радиогенного аргона в канкрините — одном из вторичных продуктов изменения нефелина. Это послужило основанием считать, что более древние значения возраста нефелина по сравнению с измеренными по слюдам всегда «завышены» и объясняются примесью канкринита (^{5, 6}).

Ниже мы попытаемся подробнее рассмотреть возможность искажения значений возраста нефелина в результате примеси к нефелину канкринита и других вторичных продуктов изменения нефелина (содалит, натролит, шпреуштейн, гакманит и др.). В табл. 1 приведены минеральный состав анализированных проб и результаты измерений в них содержания радиогенного аргона и калия. Для исследования использовались главным образом мономинеральные фракции. Лишь в тех случаях, когда вторичные минералы в виде мельчайших выделений пронизывают зерна нефелина, приходилось ограничиваться исследованием смесей нефелина и вторичного минерала с возможно более высоким содержанием последнего (количественно-минеральный подсчет в шлифах на интеграционном столике выполнен И. А. Гартман). Помимо данных по нефелину и вторичным минералам, приведены для ряда объектов и данные по слюдам. В большинстве случаев (анализы №№ 7 и 8; 19 и 20; 22 и 23; 28 и 32; 30 и 32) измеренный по нефелину возраст совпадает с возрастом сосуществующей слюды, что уже рассматривалось нами ранее (¹). Полученные по вторичным минералам данные позволяют сделать ряд выводов:

1. Даже большая примесь либнерита (40—60%) как в смеси с канкринитом (табл. 1, анализы №№ 1—3), так и в составе шпреуштейна (№№ 5 и 6; 7 и 9; 13 и 15) либо вообще не сказывается на возрасте

Таблица 1

Провинция	Массив	Порода	№ анализ	Минерал	K, %	Ar ⁴⁰ рад, нг/г	Возраст, млн лет
Кузнецкий Алатау	Кия-Шалтырский	Ургит	1	Нефелин 95%, канкринит + либнерит 5%	3,43±0,04	111±2	426±12
			2	Нефелин 60%, канкринит + либнерит 40%	3,78±0,04	108±2	382±12
			3	Нефелин 30%, канкринит + либнерит + гидроокислы железа 70%	3,65±0,04	99,6±2	366±14
Урал	Андрюшкина речка	Берешит	4	Натролит 100%	~0,05	0,0	—
			5	Нефелин 95%, шпреуштейн 5%	2,45±0,03	83,4±1,7	444±20
			6	Шпреуштейн 100%	4,01±0,04	123±2	406±14
			7	Нефелин 100%	4,54±0,04	84,6±1,7	256±10
			8	Биотит 100%	7,01±0,06	128±2	252±10
Урал	Вишневогорский	Пегматит нефелиновых сиенитов	9	Нефелин 40%, шпреуштейн 60%	4,55±0,04	89,0±1,8	270±12
			10	Вишневит 90%, нефелин + микроклин-пертит + альбит 10%	0,62±0,02	15,4±0,5	340±30
			11	Канкринит 100%	0,19±0,02	7,0; 7,9; 10,0	500±650
			12	Натролит 100%	~0,03	0,0	—
			13	Нефелин 90%, шпреуштейн 10%	4,63±0,04	140±2	402±12
Тува	Дахунурский	Пегматит ургитов	14	Биотит 100%	7,31±0,06	182±3	334±10
			15	Шпреуштейн 50%, натролит 50%	2,89±0,03	52,0±1,0	250±10
			16	Канкринит 100%	0,25±0,02	30,0	1300
Кольский полуостров	Хибинский	Апатит-нефелиновая Рисчоррит	17	Нефелин 100%	5,89±0,05	183±3	410±12
			18	Натролит 100%	0,54±0,02	—	—
			19	Нефелин ~100	10,07±0,08	304±5	400±12
			20	Лепидомелан 40%, лампрофиллит 60%	3,11±0,03	91,8±1,8	392±16
			21	Гакманит 100%	0,25±0,02	2,0	—
			22	Нефелин 100%	4,34±0,04	137±2	418±12
			23	Биотит 100%	6,92±0,06	213±3	406±12
			24	Содалит 100%	0,40±0,02	292±5	3600±70
			25	Гакманит 100%	0,12±0,02	1,0	—
			26	Уссингит 100%	0,21±0,02	0,0	—
Горноозерский на Турьем Мысу	Ловозерский	Пойкилитовые нефелиновые сиениты и их пегматиты	27	Натролит 100%	~0,02	0,0	—
			28	Нефелин 100%	4,52±0,04	139±2	408±12
			29	Натролит + содалит ~100%	0,75±0,02	46,1±1,0	740±40
			30	Нефелин 50%, кальцит 40%, канкринит 10%	2,15±0,03	64,6±1,4	392±16
			31	Канкринит 30% + натролит 10% + нефелин 60%	2,30±0,03	160,5±2,5	820±20
			32	Флогопит 100%	6,56±0,05	197,3	396±12
			33	Нефелин 90%, канкринит 10%	—	900	—
			34	Нефелин 10%, канкринит 90%	—	2400	—
			35	Нефелин 96,2%, канкринит 3,8%	4,19±0,04	230±4	670±20
			36	Нефелин 40%, канкринит 60%	1,05±0,02	476±8	2860±50
Сахаринковский	Ковдорский	Ийолит. Скв. № 399, гл. 242 м	37	Пироксен	~0,07	10,3	~1400
			38	Нефелин 94,7%, канкринит 5,3%	4,20±0,04	255±4	735±20
			39	Пироксен	~0,08	9,5	~1300
			40	Нефелин 99%, канкринит 1%	4,14±0,04	256±4	745±20
			41	Нефелин 55,6%, канкринит 44,4%	1,90±0,02	285±5	1460±50
			42	Нефелин 100%	5,20±0,05	198±3	490±15
			43	Нефелин 90%, канкринит 10%	4,30±0,04	176±3	525±15

нефелина, содержащего эти примеси, либо приводит к некоторому его омоложению.

2. В большом числе случаев (анализы №№ 4; 10—12; 16; 18; 21; 25—27; 29) содержание радиогенного аргона во вторичных минералах — канкрините, натролите, гакманите, уссингите — было весьма незначительным, хотя иногда и более высоким, чем это отвечает содержанию калия (следует учесть, что единичные зерна нефелина в анализированных пробах все же могли остаться). Однако максимальное содержание радиогенного аргона (натролит Турьего мыса, анализ № 29) составляло лишь 46 нг/г. Даже если примесь такого натролита в пробе палеозойского

Таблица 2

№ пробы	K, %	CO ₂ , %	Содерж. канкринита, %			Ar ⁴⁰ рад, нг/г		K, % (пересч. на 100% фр.)	Возраст нефелина, млн лет	
			число зерен	по K	по CO ₂ *	измер.	пересч. на 100% фр.		измер.	пересч. на 100% фр.
35	4,19	0,15	3,8	—	2,8; 2,3	230	214	4,36	670	610
36	1,05	3,98	60,0	75,0	—	476	650			
40	4,14	0,11	1,0	—	1,6; 1,9	256	255	4,18	745	735
41	1,90	3,06	44,4	54,0	—	285	321			
42	5,20	0,20	0	—	0,8; 1,4	198	198	5,20	490	490
43	4,30	2,37	10,0	17,0	—	176				

* Две величины отвечают двум значениям содержания канкринита в исследуемой фракции.

нефелина и достигала бы 10% (что возможно только при очень небрежной очистке), то и тогда это привело бы к завышению содержания радиогенного аргона в нефелине всего лишь на ~ 5 нг/г, т. е. к ошибке в возрасте не более 3—5%.

3. В четырех случаях канкринит и содалит характеризовались исключительно высоким содержанием радиогенного аргона, заметно превышающим таковое в исходном нефелине. Так, из образца канкринитизированного нефелина Сахариокского массива, любезно переданного нам К. К. Жировым, были выделены две фракции: нефелин со сравнительно малой примесью (10%) канкринита (анализ № 33) и фракция, обогащенная канкринитом (90% канкринита, № 34). Исходя из этих данных, можно рассчитать содержание радиогенного аргона в чистом канкрините (2600 нг/г) и в чистом нефелине (710 нг/г). В содалите с примесью натролита из пойкилитового нефелинового сиенита Ловозерского массива (анализ № 24) содержание Ar⁴⁰ рад составляло 292 нг/г, или почти вдвое больше, чем в нефелине (№ 22). Примерно такое же соотношение содержаний Ar⁴⁰ рад в канкрините и нефелине наблюдалось на Ковдорском массиве в одной из проб (№№ 35; 36). Наконец, в смеси канкринита и натролита с нефелином из Турьего мыса (№ 31) содержание радиогенного аргона также превышало содержание его в нефелине, хотя и в значительно меньшей степени, чем в первых трех случаях.

Как видно из полученных результатов, в отдельных случаях примесь канкринита может привести к завышению значений возраста. Это побудило нас вернуться к нефелинам Ковдорского массива, для которых в более ранней работе (³) были получены значения возраста гораздо большие, чем для флогопитов того же массива. С целью проверки возможного влияния на приведенные результаты вторичных минералов были повторно взяты четыре образца ийолита из тех же скважин, при этом три из них — с тех интервалов скв. № 399, где они секут оливиниты ядра массива (возраст нефелина, по прежним определениям, равен 830 млн лет). Один образец был взят из скв. № 428, расположенной в юго-восточной части периферического щелочного кольца (возраст нефелина соответственно был равен 530 млн лет). Из каждого образца для измерений были выделены 2—3 фракции: 1) чистый нефелин (примесь канкринита составляла максимум 5%, табл. 1, анализы №№ 35; 38; 40; 42); 2) фракция, обогащенная канкринитом; 3) широксен. Возраст, измеренный по нефелину, оказался более древним, чем ранее измеренный возраст флогопитов (³). В двух фракциях, обогащенных канкринитом (анализы №№ 36; 41), были обнаружены значительно большие содержания радиогенного аргона, чем в нефелинах. Интересно было оценить, может ли небольшая примесь такого канкринита быть причиной древних значений возраста нефелина. Для этого был изучен минеральный состав каждой

из выделенных фракций (табл. 2). Содержание нефелина и канкринита в каждой из них определялось путем прямого подсчета числа зерен минералов на интеграционном столике и оценивалось по содержанию К и CO_2 (содержание К в канкрините и CO_2 в нефелине принималось равным нулю). Измерив количество радиогенного аргона в данных фракциях и зная содержание нефелина и канкринита в них, можно рассчитать количества радиогенного аргона для 100-процентных фракций обоих минералов. Такие расчеты позволяют вносить поправку на аргон, связанный с примесью канкринита в нефелиновой фракции, и исправлять возраст нефелина. Во всех рассмотренных случаях эта поправка незначительна, и связанная с этим погрешность определения возраста нефелина не превышает 10%. Таким образом, повышенное содержание радиогенного аргона в образцах нефелина Ковдорского массива не может быть объяснено примесью канкринита.

Следовало проверить, не связаны ли высокие значения возраста нефелина с захватом им радиогенного аргона. Для оценки возможности такого захвата было измерено содержание радиогенного аргона в пироксене из тех же проб (табл. 1, анализы №№ 37; 39). По абсолютной величине оно оказалось весьма мало: избыток радиогенного аргона в пироксене (против рассчитанного по возрасту и содержанию калия) составлял лишь несколько нанограммов.

Вопрос о том, отражает ли расхождение значений К — Ar-возраста нефелинов и флогопитов Ковдора истинное различие во времени их образования и аномально большую продолжительность щелочного магматизма, или же оно является результатом захвата радиогенного аргона, требует специального изучения.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
23 XI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. Л. Шанин, В. А. Кононова, И. Б. Иванов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1967). ² R. M. Macintyre, D. York, T. Gittins, Nature, **209**, № 5024 (1966). ³ В. А. Кононова, Е. В. Свешникова, И. В. Борисевич, В кн. Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения, «Наука», 1966. ⁴ R. M. Macintyre, D. York, T. Gittins, Earth and Planetary, Science Letters, **7**, № 2 (1969). ⁵ Э. К. Герлинг, И. М. Морозова и др., Геохимия, № 12 (1969). ⁶ К. К. Жиров, М. П. Кравченко, А. Г. Платоненков, Геохимия, № 3 (1968).