

Член-корреспондент АН СССР Г. Д. АФАНАСЬЕВ, С. И. ЗЫКОВ,
Н. И. СТУПНИКОВА

О ВОЗРАСТЕ АКЦЕССОРНЫХ УРАНОСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ СЕВЕРНОГО КAVКАЗА

Установление возраста образований по ураносодержащим минералам сложного состава и генезиса, как правило, затруднено более поздним перераспределением урана и свинца. Наименьшее изменение претерпевает свинцово-свинцовое отношение. Однако для датирования по нему фанерозойских образований необходима высокая точность измерения изотопного состава свинца. Расчет возраста желательнее проводить изохронным способом по нескольким пробам. Датирование минералов сложного состава типа настурана по урано-свинцовым отношениям может привести к величинам, резко отличающимся от истинных, если не учитывать при этом значений возраста, рассчитанных по свинцово-свинцовому отношению.

Датирование изверженных горных пород Кавказа неоднократно обсуждалось на сессиях Комиссии по геохронологии, в том числе и в сводных докладах, представленных от нашего института, геологических институтов Грузии, Армении и Азербайджана. Возрастное положение варисских гранитных формаций определено многочисленными измерениями абсолютного возраста калий-аргоновым и рубидий-стронциевым методами, а также по возрастным соотношениям гранитных формаций с вмещающими породами и между собой. Особый интерес представляют результаты, полученные урано-свинцовым методом.

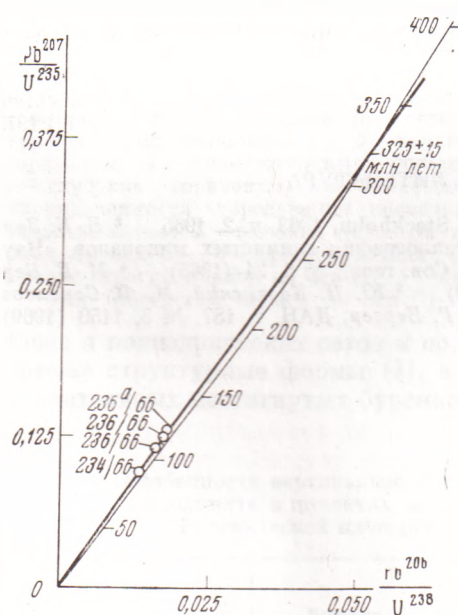


Рис. 1. Отношения $\text{Rb}^{207}/\text{U}^{235}$ и $\text{Rb}^{206}/\text{U}^{238}$ в настуранах

Варисские гранитные интрузии Кавказа проявлены в виде трех интрузивных формаций (глубинных или гипабиссальных — в зависимости от положения в той или иной структурно-формационной зоне).

В зоне Главного Кавказского хребта развиты формации порфировидных гранитов и гранодиоритов, двуслюдяных гранитов, а также аляскитовых гранитов. Каждая формация сопровождается пегматитами и аплитами.

В устойчивой зоне, к которой отнесены нижнепалеозойские образования Лабино-Малкинской, или Бечасынской, зоны, развиты интрузии гранитов анхисинхронных формаций порфировидных гранитов с меньшим проявлением остальных двух формаций — такие, например, как Даховский массив, Сахрайский и др.

В пределах зоны Передового хребта (устойчивой в верхнем палеозое) развита формация анхисинхронная, петрографически (но не фациально!)

сходная с формациями двуслюдяных гранитов и аляскитовых гранитов Главного хребта.

Результаты изотопно-химических анализов урансодержащих минералов сведены в табл. 1.

Содержание U определено химическим объемным методом, а Pb — методом изотопного разбавления. Относительное среднее квадратичное отклонение измерения содержания U и Pb составляет $\pm 0,6\%$.

Расчет содержания Pb в пробах выполнен двумя способами — по изотопным отношениям и по изотопно (¹). Изотопный анализ Pb выполнен на масс-спектрометре МИ-1309 с использованием трехленточного источника ионов. Pb, выделенный из образца, в форме нитрата нанесли на вольфрамовый ионизатор источника вместе с циркониево-силикатным эмиттором.

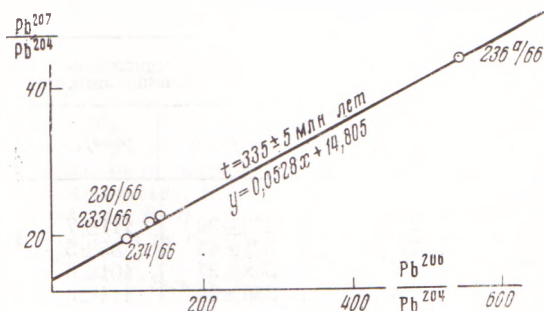


Рис. 2. Свинцово-свинцовая изохрона для 4 натуральных

Регистрацию изотопного состава Pb проводили путем многократной непрерывной записи масс-спектра в диапазоне масс 204—208. Относительное среднее квадратичное отклонение измерения концентрации изотопов не превышало $\pm 0,3\%$.

До определения содержания Pb в пробах методом изотопного разбавления его концентрация была оценена атомно-абсорбционным методом на японском спектрофотометре Хитачи-207 Н. Ф. Пчелинцевой (кафедра геохимии Московского университета). По данным масс-спектрометрического и спектрометрического анализов представилась возможность вычислить ошибку измерения Pb атомно-абсорбционным методом, которая оказалась равной $\pm 5\%$ при анализе образцов сложного химического состава без предварительного выделения Pb.

Таблица 1

№ пробы	Содержание, %		Изотопный состав свинца, ат. %			
	U	Pb	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁷	Pb ²⁰⁸
233/66	25,19	0,6437	0,521	67,691	11,209	20,579
234/66	18,17	0,4231	0,651	60,775	12,712	25,862
236/66	29,47	0,6587	0,491	69,220	10,854	19,435
236 ^a /66	19,40	0,3519	0,159	86,605	6,947	6,289
ж-132/14	1,47	0,1156	0,848	50,447	15,070	33,635
178/58	2,62	0,1511	0,460	70,970	10,392	18,178
88/66	4,27	1,259	1,259	28,882	20,092	49,767
235/66	0,853	4,299	1,324	25,550	20,827	52,299

Результаты анализов U и Pb, представленные в табл. 1, показывают, что наиболее благоприятные соотношения их с точки зрения возможности вычисления возраста имеют первые четыре пробы. Отношение Pb/U в них колеблется от 0,018 до 0,026. В пробе № 88/66 это отношение на порядок больше, а в пробе № 235/66 — на два порядка. Это отразилось на изотопном составе Pb проб. Действительно, в двух последних пробах практически весь Pb является нерадиогенным, что затрудняет проведение расчета возраста.

Значения возраста, вычисленные по данным изотопно-химических анализов, приведены в табл. 2.

Во всех пробах содержится примесь обыкновенного Pb, которая существенно влияет на точность вычисления возраста, особенно по свинцово-свинцовому отношению (см. табл. 2). Полученные значения возраста для каждой пробы указывают на то, что анализируемые настураны являлись открытой системой для U и Pb. Изотопное отношение Pb^{208}/Pb^{204} во всех

Таблица 2

№ пробы	Возраст, вычисленный по изотопным отношениям, млн лет			Наиболее вероятное значение возраста, млн лет
	Pb^{207}/Pb^{203}	Pb^{208}/U^{238}	Pb^{207}/U^{235}	
233/66	346 ± 39	111 ± 7	120 ± 15	343 ± 30
234/66	321 ± 45	85 ± 5	92 ± 14	
236/66	348 ± 37	101 ± 6	107 ± 12	
236 ^a /66	356 ± 24	114 ± 6	124 ± 10	
ж-132/14	250 ± 67	200 ± 12	200 ± 45	260 ± 30
178/58	250 ± 30	265 ± 15	265 ± 32	
88/66	—	101 ± 16	—	—
235/66	—	(288 ± 150)	—	—

Примечание. I. Поправку на примесь обыкновенного Pb в пробах №№ ж-132/14 и 178/58 вводили по изотопным отношениям $Pb^{208}/Pb^{204} = 19,298$ и $Pb^{207}/Pb^{204} = 15,730$ (проба № 235/66), а в остальных пробах 18,70 и 15,60 соответственно. II. В расчетах использованы следующие константы: $\lambda_{235} = 0,9722 \cdot 10^{-9}$ лет⁻¹; $\lambda_{238} = 0,1541 \cdot 10^{-9}$ лет⁻¹ и $U^{238}/U^{235} = 137,7 \pm 0,5$.

восьми пробах колеблется от 39,499 до 39,727 и соответствует настоящему времени. Это позволяет допустить, что перераспределение U и Pb произошло в последний период существования настуранов.

По дискордантным значениям возраста первых четырех проб (см. табл. 2) была найдена верхняя точка пересечения прямой с конкордией (рис. 1) и по измеренным изотопным отношениям этих же проб (см. табл. 1) построена свинцово-свинцовая изохрона в координатах Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{208}/Pb^{204} (рис. 2). Математическая обработка этих проб дала следующие средние значения возраста (млн лет):

Вычислено по ср. отнош. Pb^{207}/Pb^{208}	Вычислено по дискордантным значениям	Вычислено по Pb/Pb -изохроне
343 ± 30	325 ± 15	335 ± 5

Углеродистые образования, представленные двумя пробами (№№ ж-132/14 и 178/58), вероятнее всего, имеют возраст 260 ± 30 млн лет. Полученные величины указывают на разное время образования этих двух групп минералов, что отвечает различной геологической обстановке их формирования.

Две последние пробы (№№ 88/66 и 235/66), одна из баритовой, а другая из анкеритовой жилы, показали явно аномальные значения возраста, что связано со сложными изменениями первичного их состава, обусловленными особенностями геологического положения.

Таким образом, расчет первичных экспериментальных данных 4 проб настурана тремя способами позволяет полагать, что действительный возраст образований лежит в пределах от 343 ± 30 до 325 ± 15 млн лет и, вероятнее всего, имеет значение 335 ± 10 млн лет, что соответствует нижнему карбону и не противоречит их геологическому положению. Слюды порфировидных гранодиоритов гранитов дают K/Ar-возраст от 310 до 325 млн лет, а Rb/Sr-возраст 315 млн лет.

Углеродистые образования охарактеризованы радиологически только 2 пробами. Результаты анализа указывают на более позднее время их формирования (по всей вероятности, нижняя пермь). Аргоновый их возраст колеблется в пределах 280—260 млн лет.

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

Поступило
19 X 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Д. Афанасьев, ДАН, т. 51, № 5 (1946). ² Г. Д. Афанасьев, ДАН, т. 62, № 5 (1948). ³ Г. Д. Афанасьев, Тр. Инст. геол. наук АН СССР, в. 69, сер. петрогр. (№ 38) (1950). ⁴ Г. Д. Афанасьев, Тр. Инст. геол. рудн. месторожд., петрогр., минерал. и геохим. АН СССР, в. 20 (1958). ⁵ Г. Д. Афанасьев, М. М. Рубинштейн, Д. М. Шенгелиа, т. 189, № 2 (1969). ⁶ Г. Д. Афанасьев, Р. Н. Абдулаев и др., Материалы к геохронологии Кавказа. Тр. XV сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций, «Наука», 1969. ⁷ Г. Д. Афанасьев, С. В. Кондакова, С. Г. Цейтлин, ДАН, т. 205, № 4 (1972). ⁸ С. И. Зыков, Н. И. Ступникова и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 4 (1974).