

Член-корреспондент АН СССР Г. Д. АФАНАСЬЕВ,
С. В. КОНДАКОВА, С. Г. ЦЕНТЛИН

РАДИОАКТИВНОСТЬ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД РАЗНОТИПНЫХ ФОРМАЦИЙ КАВКАЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА И ГЕОСТРУКТУРНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

В работе ⁽¹⁾ авторы привели предварительные данные о содержаниях и распространении радиоактивных элементов в горных породах Северного Кавказа. Методика определения U и Th изложена в ⁽¹⁾. На основе продолженной работы была опубликована ⁽²⁾ карта конкретных магматических формаций Северного Кавказа и уточнено их возрастное положение. В статье ⁽³⁾ в табл. 1 и 3 показано современное уточненное расчленение магматизма Северного Кавказа на разновозрастные формации изверженных горных пород и размещение их в структурно-формационных зонах.

Длительная и сложная история геологического развития Кавказской подвижной области привела к многообразию геоструктурных условий формирования разнотипных по составу формаций изверженных пород.

Ряд гранитоидов тектонически, петрографически и по специфике акцессорных минералов и элементов приближается к так называемым интрузиям центрального типа, представляя собой случаи активизации магматизма в жестких структурах, достаточно консолидированных ко времени проявления в них гранитного магматизма соответствующего возраста.

Для таких гранитов характерно формирование в устойчивых областях (платформенноидных), специфика петрохимии и акцессорных минералов и элементов. Граниты часто относятся к щелочным и содержат такие темноцветные, как рибекит, арфведсонит и др. Подобные интрузии представляют особый интерес в металлогеническом отношении и всегда являются более перспективными, чем интрузии собственно батолитового типа или плагогранитные складчатые комплексы.

Для различных этапов развития магматизма кавказской области уже сейчас достаточно отчетливо намечается становление интрузивов центрального типа различного возраста и образующих различные ассоциации пород. В качестве примера могут быть названы: Аманкольская формация габбро-сиенитов — гранитов нижнего палеозоя и верхнепалеозойская формация гранитоидов бассейна р. Индыш и, видимо, р. Малки, т. е. большая часть так называемых красных гранитов. По-видимому, интереснейшее проявление интрузий центрального типа — комплекс щелочных габброидов и щелочных гранитов Западного Кавказа — верховья рек Мзымты и Пшиш. Примером интрузивного магматизма центрального типа отчетливо служат проявления кайнозойского магматизма поперечного Ставропольско-Эльбрусского поднятия.

В настоящей работе (табл. 1) приводится значительно больше данных, чем в ⁽¹⁾, по радиоактивности пород различных формаций и разного геоструктурного положения. Но их количество все же недостаточно для обоснованного применения вариационной статистики.

Гранитоидные интрузивные формации. Совершенно отчетливо граниты и гранодиориты, внедрившиеся по разломам в тектонически устойчивых зонах и кристаллизовавшиеся в относительно спокойных условиях, заметно обогащены U и Th. Так, ордовикские и верхнепалеозойские гранитоиды устойчивых областей — гранодиориты, граниты заметно обогащены этими элементами по сравнению с плагигранитами де-

Таблица 1

Содержание U и Th ($10^{-4}\%$) в изверженных горных породах разновозрастных и разнотипных формаций Северного Кавказа

Формация, петрографический тип пород	Возраст, млн лет	U	Th	Число опр. U и Th	SiO ₂ , %	K ₂ O, %	Na ₂ O, %
1. Серпентиниты	>450	0,15	Не мер.	2	38,5	0,04	0,09
2. а. Гранито-гнейсы нижнего палеозоя Бечасынской зоны (Бескес, Мочевая, Аликоновка — устойчивая обл.)	500	4,0	16,6	9	69,0	2,3	4,7
Биотит из них		4,2	7,0	2	—	—	—
Полевой шпат из них		0,88	5,0	1	—	—	—
б. Аплиты, пегматиты	16,00	37,0	37,0	3	67,0	2,8	6,6
3. Габбро-сиенит-гранитовая (устойчивый блок)							
а. Габбро-амфиболитовая, частично-сиенитизированная	450	2,0	3,6	5	44,0	0,2	0,4
б-Габбро-сиениты, сиениты		4,7	15,0	6	53,5	1,5	4,1
в. Аплиты		8,0	42,1	7	71,0	0,9	6,8
4. Порфириды диабаз-кератофировой формации (складчатая зона). Нижний палеозой	>360	0,45	1,6	2	49,0	0,2	1,4
5. Габбро-диорит, плагиогранитовая формация (геосинклинальная)							
а. Габбро-амфиболиты	380	0,6	1,0	2	43,4	0,2	0,4
б. Плагиограниты	370—360	2,6	9,0	3	66,0	1,5	4,8
в. Плагиаляскиты		5,0	16,0	4	70,1	0,8	4,6
6. Трахиандезит-базальтовая формация (постскладчатая) Передового хребта	340—350						
а. Андезит-базальты		0,4	2,0	5	49,0	0,3	1,4
б. Плагиогранитные дайки		0,7	4,9	2	69,0	0,7	4,3
в. Субщелочные габброиды		8,8	17,0	3	48,7	3,2	4,0
г. Ортоклазовые порфиры, фельзиты		4,1	11,4	4	78,0	2,02	3,8
7. Комплекс верхнепалеозойских гранитов батолитового типа							
а. Формация гранитов Главного хребта							
а ₁ . Порфировидные	315	5,2	13,5	6	68,0	2,9	3,4
Биотит из них		3,3	43,0	1			
а ₂ . Двуслюдяные граниты	290	3,5	12,7	3	72,9	5,3	3,1
а ₃ . Граниты лейкократовые и аляскитовые	260	8,0	12,7	7	75,4	4,6	3,8
б. Формации верхнепалеозойских малых гранитных интрузий устойчивых областей							
б ₁ . Гранодиориты	320	4,5	17,5	2	61,2	4,2	2,8
б ₂ . Граниты	290	55,0	115,0	2	75,0	5,4	2,8
б ₃ . Аляскиты	260	40,0	20,0	2	77,4	3,6	3,6
Биотит из гранитов группы (б)		17,0	45,0	1			
в. Гранитные интрузии верхнего палеозоя Бечасынской зоны (активизированы из верхнего палеозоя)							
в ₁ . Граниты, гранодиориты	320	6,1	9,0	2	68,6	2,9	4,2
в ₂ . Аляскиты	260	44,0	18,8	3	74,0	4,7	2,2
8. Средне-верхнекарбоновая экструзивно-эффузивная липарит-дацитовая формация зоны Передового хребта (в карбоне устойчивая область!)							
а ₁ . Эффузивы: липариты и их туфы	300	53,0	18,0	5	68,9	4,6	3,1

(см. продолжение)

(продолжение)

Формация, петрографический тип пород	Возраст, млн. лет	U	Th	Число опр.	SiO ₂ , %	K ₂ O, %	Na ₂ O, %
а ₂ . Экструзии: гранит-порфиры, фельзиты	300	16,0	13,4	10	72,0	4,1	3,5
9. Пермская гранитоидная экструживно-эффузивная формация							
а. Плагиигранит-порфиры	250	2,2	9,9	8	68,0	1,4	6,0
б. Гранит-порфиры, граносиенит-порфиты	250	6,1	14,0	7	70,0	3,6	2,8
10. Юрский магматизм							
а. Долеритовая формация	180	0,9	6,0	2	52,9	1,7	3,5
б. Андезито-трахитовая формация							
б ₁ . Трахиандезиты	155	0,9	5,5	2	60,0	1,6	5,4
б ₂ . Трахиты	160	2,5	13,1	3	66,0	4,2	7,4
в. Гранодиорит-гранитовая формация							
в ₁ . Диориты	150	5,0	0,8	2	63,3	1,62	3,5
в ₂ . Гранодиориты, граниты	145	5,4	9,0	5	68,6	1,9	3,3
11. Кайнозойский магматизм поперечного воздымания Центрального Кавказа (центральный тип)							
а. Щелочные граниты малых интрузий (гипабиссальные)	10	21,6	38,0	4	70,5	5,1	5,0
б. Липариты, игнимбриты	4	14,7	46,0	3	73,0	3,8	3,9
в. Граниты эльджутинского типа (включая дайки порфиров)	2	15,0	23,0	6	71,6	4,4	3,3

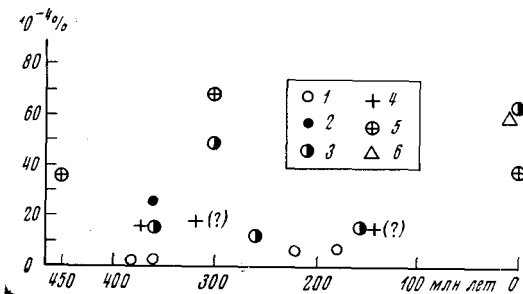
вонского возраста геосинклинального типа. Верхнепалеозойские интрузии центрального типа обогащены U и Th по сравнению с одновозрастными гранитоидами «батолитового» типа Главного хребта. Промежуточные содержания U $5,4 \cdot 10^{-4}$ и Th $9,0 \cdot 10^{-4}$ % характерны для глубинной фации верхнеюрских гранитов в зоне Главного хребта. Такие отличия коррелируются с колебаниями в составе этих гранитоидов кремнезема и щелочей. Отчетливая тенденция накопления U и Th заметна в ходе развития гранитного процесса от гранодиоритов к аляскитам и пегматитам.

Радиоактивность гранитных пород (по валу) обусловлена главным образом наличием акцессорных минералов. Поэтому, видимо, биотит и полевые шпаты гранито-гнейсовой формации обеднены U и Th по сравнению с валовым составом породы. Электромагнитные фракции с уд. в. $>2,8$ во всех случаях обогащены ими.

В породах гранитных формаций содержание U более высокое в повышенокалиевых и более кислых типах гранитов. Плагииграниты геосинклинальных формаций, обычно существенно натровые, обогащены Th. Особенно это заметно на породах пегматитового этапа становления плагиигранитовых интрузий, где отношение Th/U достигает 5. В то же время для верхнепалеозойских KNa-пород (часто существенно калиевых) это отношение не превышает 2, а часто бывает меньше 1.

Эффузивно-экструзивные формации базитового, трахитоидного и кислого состава. Порфириты до среднедевонского возраста, входящие в состав геосинклинальных образований Передового хребта, участвовавших в складчатости, дают минимальные содержания U и Th, с заметным преобладанием последнего (Th/U = 3,5), что коррелируется с содержанием SiO₂ (49%), K₂O (0,2%) и Na₂O (1,4%). Последовавшие в пределах той же структурно-формационной зоны Передового хребта (в ее северной подзоне), в условиях сравнительной стабилизированности зоны, извержения трахиандезит-базальтовой серии лав и их

Рис. 1. Усредненные содержания U + Th в горных породах разновозрастных комплексов Северного Кавказа. 1 — эффузивы базальтового состава — складчатые, 2 — эффузивы базитового состава устойчивых блоков, 3 — эффузивы кислого состава устойчивых областей, 4 — гранитоиды складчатые, 5 — гранитоиды устойчивых блоков, 6 — щелочные граниты Ставропольско-Эльбрусского поднятия



экструзий отличаются повышенным содержанием U, Th и щелочей. Малые интрузии верхнего девона субщелочных габброидов при малом содержании SiO_2 (49,0%), но при высоком K_2O (3,2%) и Na_2O (4,0%) значительно обогащены U и Th.

Средне-верхнекарбонные и пермские эффузивно-экструзивные проявления кислой магмы показывают значительно повышенные кларки U и Th для производных нормальной гранитной магмы ($\text{SiO}_2 \geq 70\%$, K_2O 4,5 и Na_2O 3,5).

Юрские эффузивно-экструзивные проявления основного, трахиандезитового и кислого магматизма показывают пониженные кларковые содержания U и Th, что отвечает пониженному же содержанию SiO_2 и щелочей. Но в собственно трахитовых субинтрузивных телах заметна тенденция к повышению содержания радиоактивных элементов.

Третичный магматизм Северного Кавказа, структурно связанный с поперечным Ставропольско-Эльбрусским поднятием, характеризуется повышенной радиоактивностью гипабиссальных интрузивов центрального типа, что соответствует повышенным содержаниям в них SiO_2 и щелочей.

На диаграмме (рис. 1) графически показаны средние содержания суммы U и Th в породах главных петрографических типов, относящихся к различным эпохам эволюции магматизма северокавказской складчатой области, с учетом различий геоструктурной обстановки их формирования. Из этой диаграммы видно, что особо повышенным содержанием радиоактивных элементов обладают ассоциации гранитных пород тектонически устойчивых областей, активизированных, однако, в последующем. В противоположность этому складчатые существенно натриевые граниты и глубинные гранитоиды батолитового типа, поднятые в виде кристаллических ядер, содержат радиоактивные элементы в кларковых количествах, причем натриевые граниты являются существенно ториевыми.

Положение точек для эффузивов и малых интрузий щелочных гранитов и субщелочных габброидов, а также эффузивов кислой магмы показывает большую обогащенность радиоактивными элементами, что может быть также сопоставлено с обстановкой их формирования в относительно спокойных устойчивых блоках структурно развивающейся горной области.

Авторы выражают глубокую благодарность В. В. Викторову за частичное проведенные им измерения радиоактивных элементов.

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

Поступило
7 II 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Д. Афанасьев, С. Г. Цейтлин, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1958).
- ² Г. Д. Афанасьев, Тр. Инст. геол. рудн. месторожд., петрогр., минерал. и геохим., в. 20 (1958).
- ³ Г. Д. Афанасьев, Г. А. Абдуллаев и др., Закономерности развития складчатых областей, «Наука», 1968.
- ⁴ Г. Д. Афанасьев, А. М. Борсук и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 7 (1971).
- ⁵ А. П. Виноградов, Геохимия, № 1 (1956).
- ⁶ А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962).
- ⁷ Ю. А. Кузнецов, Формации магматических горных пород, 1964.