

А. И. КАРАПЕТЯН, С. А. ПАЛАНДЖЯН

ГЕРМАНИЙ В ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ
 ЧАСТИ СЕВАНСКОГО ХРЕБТА

Распределение германия в ультраосновных и основных породах в настоящее время изучено недостаточно. Опубликованные немногочисленные работы по геохимии германия в магматическом этапе минерализации посвящены, главным образом, распределению германия в гранитоидах [1, 3, 4, 6]. Существующие представления о германиеносности ультраосновных и основных пород основаны на работах зарубежных исследователей [8, 9], согласно которым (табл. 1) средние содержания германия в различных типах изверженных пород колеблются в пределах 1,0—1,5 γ/г.

Таблица 1
 Средние содержания германия в изверженных горных породах (в γ/г)

Автор	Ультра-основные	Основные	Средние	Кислые
Ониши (1956)	1,0	1,2—1,3	1,5	1,3
Эль Вардани (1959)		1,1	1,3	1,1
Туремян, Ведеполь (1961)	1,5	1,3	1,3	1,3
Виноградов (1962)	1,0	1,5	1,5	1,4

По данным Ониши ультраосновные породы являются наиболее бедными германием (0,00010%) среди всех типов изверженных пород.

Туремян и Ведеполь, обобщая результаты исследований последних лет, пришли к заключению о более высоком содержании германия (0,00015%) в ультраосновных породах по сравнению с другими типами пород.

Нельзя считать окончательно решенным и вопрос геохимической связи германия с кремнием, поскольку в настоящее время имеется большой фактический материал из генетически связанных серий пород как гранитной, так и базальтовой магмы, свидетельствующий об отсутствии какой-либо корреляционной зависимости между германием и кремнием. На примере генетически связанных пород Анкаванской гранитоидной интрузии одним из авторов [3] было показано отсутствие у германия тенденции накапливаться в более поздних кислых дифференциатах.

В настоящей работе приводятся результаты определений германия в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта, характеризующейся широким развитием ультраосновных и основных пород до-сенонского возраста.

Наиболее древними среди всех интрузивных пород района являются широко распространенные ультрабазиты. Состав их однообразен — это гарцбургиты, несколько обедненные ромбическим пироксеном (15—40%). Незначительное развитие имеют дуниты, лерцолиты и верлиты, связанные постепенными переходами с гарцбургитами. В целом ультрабазиты сильно серпентинизированы. Характеризуются они высокой магнезиальностью (отношение магния к сумме железа в среднем равно 9) и незначительным содержанием Са, Al, Ti. Геолого-петрохимические особенности позволяют рассматривать эту группу ультраосновных пород как самостоятельный гипербазитовый интрузивный комплекс—продукт внедрения почти недифференцированной гарцбургитовой магмы.

Гипербазиты прорываются породами габброндного комплекса, внедрение которых произошло в три последовательные фазы:

а) габбро, роговообманковые габбро; жильная серия представлена габбро-порфиритами, оливниновыми и роговообманковыми габбро, беербахитами, габбро-пегматитами. Автометасоматические процессы выражены интенсивной уралитизацией и пренитизацией.

б) Лейкократовые габбро, содержащие небольшое количество пироксена (15—20%), с постепенными переходами в анортозиты. Они прорваны небольшими дайкообразными телами пироксенитов и верлитов, петрохимические особенности которых (пониженная магнезиальность, высокое содержание кальция и алюминия) позволяет рассматривать их как дифференциаты габбровой магмы.

в) Плагнограниты, постепенно сменяющиеся от центральных частей массивов к эндоконтактам кварцевыми диоритами, диоритами и габбро-диоритами. Немногочисленные жильные породы этой фазы представлены плагногранит-порфирами, микроплагногранитами и плагноаплитами. Все они характеризуются отсутствием калиевого полевого шпата.

В целом в ходе дифференциации исходной габбровой магмы наблюдается два направления изменения химизма. В ряду верлит-пироксенит-габбро-лейкократовое габбро-анортозит существенного изменения содержания SiO_2 не наблюдается. Здесь происходит уменьшение количества цветных минералов и увеличение содержания Са и Al. В ряду габбро-кварцевый диорит (диорит, габбро-диорит)—плагногранит содержание SiO_2 увеличивается от 40—50% до 77%.

Определение германия в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта производилось* колориметрическим методом с фенил-флуороном; германий от вмещающих компонентов отделялся путем экстракции. Оптическая плотность раствора измерялась на фотоколориметре ФЭК-М. Навеска 2 г, относительная ошибка до $\pm 25\%$.

Содержание германия в изученных образцах интрузивных пород (табл. 2) колеблется в небольших пределах, не превышая 2,1 $\gamma/\text{г}$. В ультраосновных породах содержание германия несколько занижено относительно кларка. Так, в породах гипербазитового комплекса установле-

* Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН АН Армянской ССР, аналитик С. А. Дехтрикян.

Таблица 2

Содержание германия и кремния в интрузивных породах юго-восточной части
Севанского хребта

№ обр.	Название	Местонахождение	Содерж. Ge, γ/г	Содерж. SiO ₂ , %	Ge, ·10 ⁶ /Si, г
1	2	3	4	5	6
Гипербазитовый комплекс					
1476	Гарцбургит серпентинизирован.	Верховья р. Джанахмед	1,70		
339а	"	В 3 км СВ от с. Зод.	не обн.		
7а	Серпентинит	Восточная окраина с. Караиман	0,55		
91	"	Джанахмедский перевал	0,70		
936	"	"	не обн.		
1596	"	В 1 км к западу от с. Джанахмед	1,05		
412	"	В 1 км к востоку от с. Инакдаг	0,58		
	"	Среднее	0,68	38,15	1,52
Габброидный комплекс					
Первая интрузивная фаза					
326	Габбро	В 4 км к северу от с. Караиман	0,90		
32в	"	"	0,90		
43	"	В 5 км к северу от с. Караиман	0,70		
54	"	В 5 км к СВ от с. Караиман	0,80		
93а	"	Джанахмедский перевал	1,30		
111	"	В 2 км к северу от с. Джанахмед	0,90		
23	Роговообманковое габбро	Р-н среднего течения р. Гедаквали	1,50		
169	Роговообманковое габбро	Р-н с. Шишкая	2,05		
223	"	Р-н с. Кясаман	не обн.		
9в	Уралитизированное габбро	В 1 км к востоку от с. Караиман	1,30		
13в	"	"	1,25		
19в	"	"	1,50		
20	"	Левый приток р. Гедаквали	1,25		
73	"	"	2,00		
77а	"	В 3 км к северу от с. Караиман	1,05		
147а	"	"	0,80		
603а	"	Верховья р. Джанахмед	1,80		
	"	В 4 км к СВ от с. Джанахмед	1,18	49,11	2,00
	"	Среднее			
Жильные породы					
15	Роговообманковое габбро	В 2 км к востоку от с. Караиман	0,60		
35	Габбро-порфирит	В 3 км к востоку от с. Караиман	1,00		
163а	"	В 1 км к западу от с. Джанахмед	1,05		
125	Оливиновое габбро	В 2 км к СВ от Джанахмед	1,80		
123а	Габбро-пегматит	Восточная окраина с. Джанахмед	0,90		
1236	"	"	2,10		
	Среднее	Среднее	1,25	45,66	2,26
Вторая интрузивная фаза					
206	Лейкокраговое габбро	В 2 км к СВ от с. Кясаман	не обн.		
212	"	В 3 км к северу от с. Кясаман	0,50		
125а	Анортозит	В 2 км к СВ от с. Джанахмед	не обн.		
	"	Среднее	0,23	45,51	0,42

Продолж. табл. 2

1	2	3	4	5	6
Жильные породы					
208б	Верлит	В 3 км к северу от с. Кясаман	0,60		
226в			не обн.		
136	Пироксенит	В 2 км к востоку от с. Караиман	1,00		
		Среднее	0,57	42,60	1,10
Третья интрузивная фаза					
30	Плагногранит	В 2 км к северу от с. Караиман	1,20		
574		Бассейн верхнего течения р. Конгур	не обн.		
247а	Кварц. диорит	Р-н с. Гейсу	1,50		
30а	Габбро-диорит	В 2 км к северу от с. Караиман	1,05		
574		Бассейн верхнего течения р. Конгур	1,05		
		Среднее	0,98	61,02	1,34
Жильные породы					
21	Микроплагногранит	Среднее течение р. Гедаквали	0,90		
242	Плагноаплит	В 2 км к северу от с. Кясаман	1,25		
		Среднее	1,07	66,24	1,34

но в среднем 0,7 $\gamma/\text{г}$ германия (в двух из семи проанализированных проб содержания оказались ниже чувствительности метода).

Породы первой интрузивной фазы габброидного комплекса содержат кларковые количества германия (около 1,2 $\gamma/\text{г}$). Резко пониженные содержания (0,23 $\gamma/\text{г}$) элемента установлены в лейкократовых габбро и анортозитах второй интрузивной фазы. В целом среди всех изученных пород района сравнительно повышенные содержания германия связаны с первой интрузивной фазой габброидного комплекса ($\text{Ge}_{\text{ср.}} = 1,22 \gamma/\text{г}$), затем идут породы третьей интрузивной фазы ($\text{Ge}_{\text{ср.}} = 1 \gamma/\text{г}$) и наконец, второй интрузивной фазы габброидного комплекса ($\text{Ge}_{\text{ср.}} = 0,4 \gamma/\text{г}$). В этом ряду изменение среднего содержания SiO_2 (44,37% — 63,60% —



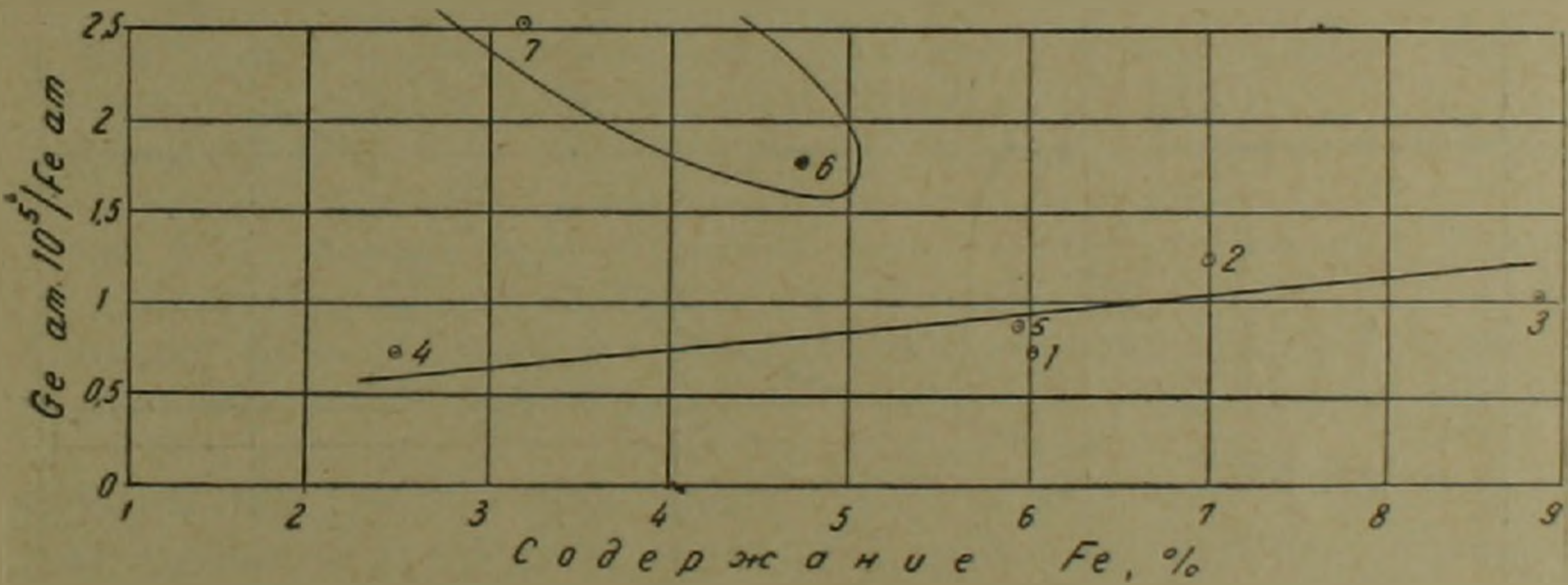
Фиг. 1. Отношения атомных количеств германия и кремния в интрузивных породах юго-восточной части Сёванского хребта. 1 — Породы гипербазитового комплекса; 2 — породы первой интрузивной фазы габброидного комплекса; 3 — жильные породы первой интрузивной фазы; 4 — породы второй интрузивной фазы; 5 — жильные породы второй интрузивной фазы; 6 — породы третьей интрузивной фазы; 7 — жильные породы третьей интрузивной фазы.

44,05%) и отношения германия к кремнию (2,13—1,34—0,76) не выражают тенденции германия накапливаться в наиболее поздних кислых дифференциатах (фиг. 1), как это получено другими исследователями [4, 6] на примере изучения генетически связанных серий гранитоидных интрузий.

В интрузивных породах изученного нами района более отчетливо выражена корреляционная связь германия с железом. Для всех разновидностей ультраосновных и основных пород наблюдается увеличение содержания германия с увеличением в них количества железа (табл. 3, фиг. 2—4). Эта закономерность нарушается при переходе от второй интрузивной фазы к кислым породам и связанным с ним жильным образованиям.

Таблица 3
Средние содержания германия и железа в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта

№ п.п.	Породы	Ge, γ/г	Fe ₂ O ₃ , %	FeO, %	Fe, %	Ge _{ат.} · 10 ⁵ / Fe _{ат.}
1	Гипербазиты	0,68	5,17	3,01	5,96	0,88
2	Габбро	1,18	3,08	6,27	7,05	1,29
3	Жильные породы основного состава	1,25	2,29	9,34	8,87	1,08
4	Лейкократовые габбро	0,23	0,86	2,44	2,50	0,71
5	Габброидные ультраосновные породы	0,57	4,30	3,93	6,08	0,73
6	Плагииграниты, кварцевые диориты, габбро-диориты	0,98	2,04	4,30	4,78	1,57
7	Жильные породы кислого состава	1,07	2,45	1,90	3,20	2,58

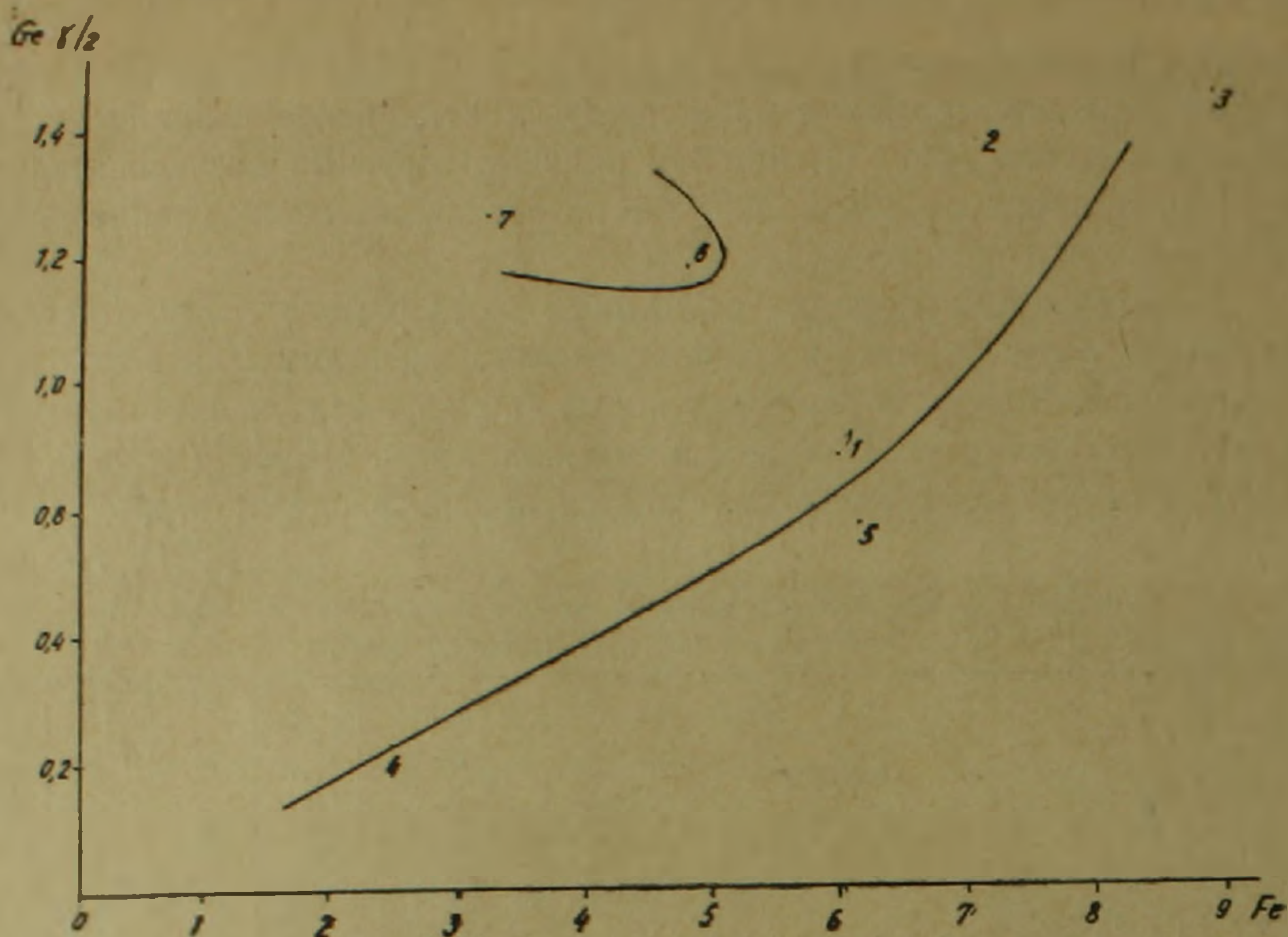


Фиг. 2. Отношения атомных количеств германия и железа в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта. Цифровые обозначения те же, что и на фиг. 1.

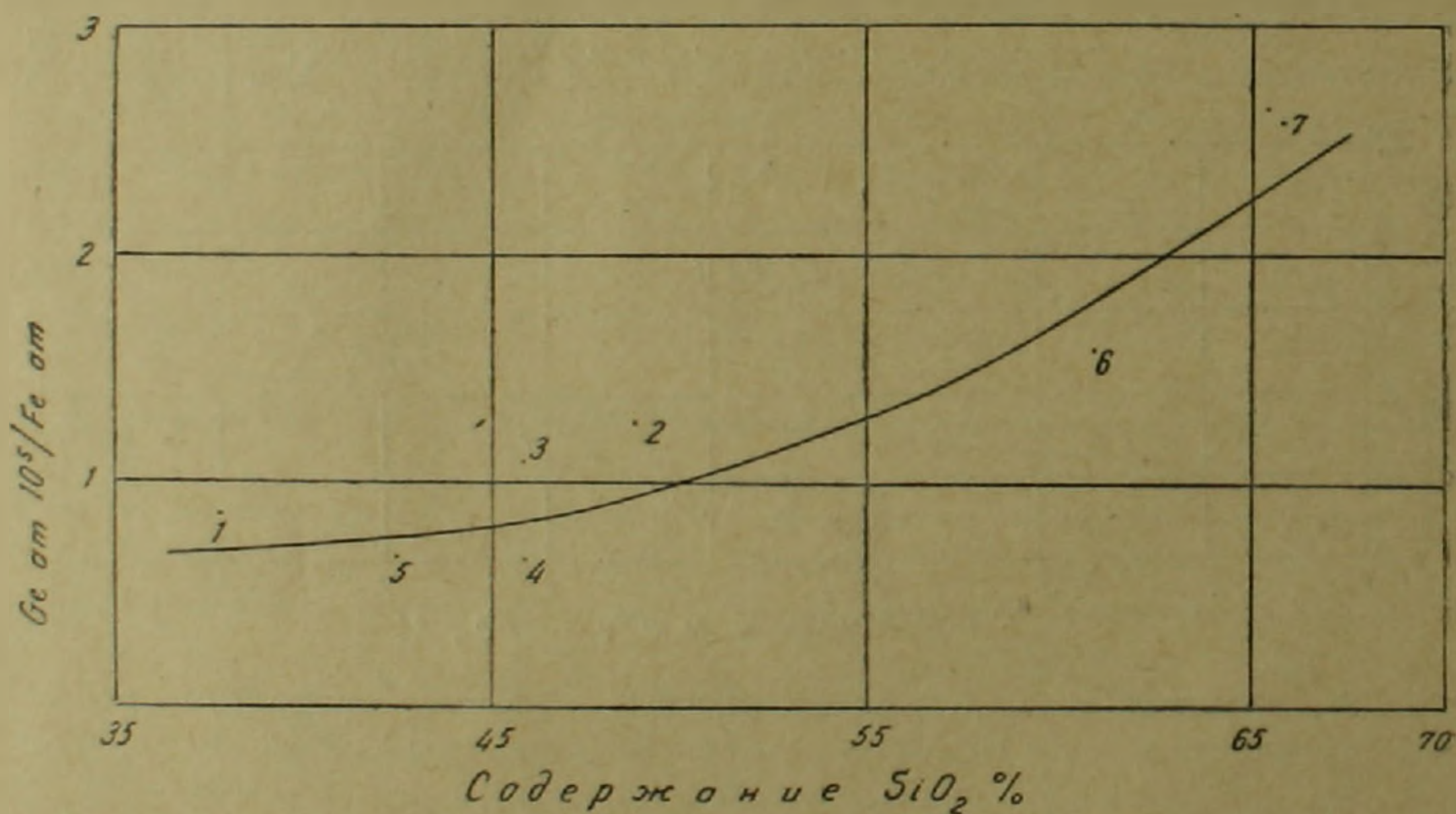
зивной фазы к кислым породам и связанным с ним жильным образованиям.

Изложенные данные позволяют сделать следующие выводы:

- 1. Породы первой интрузивной фазы габброидного комплекса (габбро и жильные породы основного состава), слагающие 85% всей площади дифференциатов габбровой магмы, содержат германия почти в два раза больше, чем породы гипербазитового комплекса, что свидетельствует в пользу обедненности германием гипербазитовой магмы.
- 2. В процессе дифференциации основной магмы не отмечается на-



Фиг. 3. Изменение содержания германия в зависимости от железа в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта. Цифровые обозначения те же, что и на фиг. 1.



Фиг. 4. Изменение отношения атомных количеств германия и железа в зависимости от изменения содержания кремния в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта. Цифровые обозначения те же, что и на фиг. 1.

копления германия в наиболее поздних кислых дифференциатах. Устанавливается геохимическая связь между железом и германием, обусловленная концентрацией германия в цветных породообразующих минералах и акцессорных магнетитах.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 22.VI, 1965.

Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ս. Ա. ՓԱՂԱՆՋՅԱՆ

ԳԵՐՄԱՆԻՈՒՄԸ ՍԵՎԱՆԻ ԼԵՌՆԱՇՂԹԱՅԻ ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ՄԱՍԻ
ԻՆՏՐՈՒԶԻՎ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Սևանի լեռնաշղթայի հարավ-արևելյան մասի ինտրուզիվ ապարներում գերմանիումի բաշխման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունը հողվածի հեղինակներին հանգեցրել են հետևյալին:

1. Գաբրոային կոմպլեքսի առաջին ֆազի ապարները, որոնք կազմում են նույնանման մագմայի բոլոր դիֆերենցիատների ավելի քան 85%, պարունակում են երկու անգամ ավելի դերմանիում, քան հիպերբազիտային կոմպլեքսի ուտրահիմքային ապարները, որը վկայում է հիպերբազիտային մագմայում գերմանիումի ցածր պարունակության մասին:

2. Հիմքային մագմայի դիֆերենցիացիայի պրոցեսում ավելի ուշ թթու դիֆերենցիատներում գերմանիումի կուտակում չի նկատվում: Դիտվում է գեոքիմիական կապ երկաթի և գերմանիումի միջև, որը պայմանավորված է ապար կազմող գունավոր միներալներում և ուղեկից մագնետիտում գերմանիումի կուտակմամբ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бурксер Е. С., Мицкевич Б. Ф., Лабезник К. И. Германий в гранитоидах Украинского кристаллического щита. Геохимия, № 6, 1961.
2. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962:
3. Կարապետյան Ա. Ի. К геохимии германия в гранитоидах Анкаванского интрузивного массива. Изв. АН Армянской ССР, сер. геол., № 3, 1963.
4. Лин Н. Г., Морозов Л. Н., Знаменская А. С. Германий в гранитоидах Восточного Саяна. Геохимия, № 12, 1962.
5. Փալանդյան Ս. Ա. К геологии ультраосновных и основных интрузивных пород северо-восточного побережья оз. Севан. Изв. АН Армянской ССР, (Науки о Земле), № 1, 1965.
6. Таусон Л. В. Геохимия редких элементов в гранитоидах. Изд. АН СССР, М., 1961.
7. El Wardani S. A. On the geochemistry of germanium. Geochim. et cosmochim. acta, 1957, 13, № 1.
8. Onishi H. Notes on geochemistry of germanium. Bull. Chem. Soc. Japan, 29, № 6, 1956.
9. Turekian K. K., Wedepohl K. H. Distribution of the elements in some major units of Earth's crust. Bull. Geol. Soc. America, 1961, 22, № 2.