

УДК 550.42

С. А. ПАЛАНДЖЯН, Л. В. РАЗИН

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В АЛЬПИНОТИПНЫХ МАССИВАХ УЛЬТРАОСНОВНЫХ И ОСНОВНЫХ ПОРОД СЕВАНСКОГО ХРЕБТА

Изучение геохимии альпинотипных гипербазитов и базитов, в том числе геохимии золота, представляет особый интерес в связи с проблемой металлогении верхней мантии, производными которой являются эти породы. Исследование золотоносности альпинотипных массивов Севанского хребта интересно также тем, что является первой работой такого рода для обширного альпийского геосинклиналиального пояса Евразии.

Нашими исследованиями были охвачены Шоржинский, Джил-Сатанахачский и Караиман-Зодский гипербазитовые массивы, а также Кясаманский, Джанахмедский и другие габброидные массивы Севанского хребта. Все эти массивы фиксируют единый Севанский глубинный разлом, слагающий центральную часть Амасия-Севано-Акеринского офиолитового пояса мезозойского возраста.

Гипербазитовые массивы являются наиболее ранними однофазными магматическими образованиями района. Представлены они аллохтонными телами пласто- и линзообразной формы длиной до 30 км при мощности менее 1 км. Эти тела состоят преимущественно из гарцбургитов при участии дунитов, перцолитов и пироксенитов (дунит-гарцбургитовая формация). Гипербазиты обычно интенсивно серпентинизированы. В них заключены мелкие линзовидные и шширообразные тела пистеромагматических хромитов и линейно-вытянутые зоны лиственитов. В Шоржинском и Джил-Сатанахачском массивах тела хромитов расположены в дунитах, в Караиман-Зодском массиве — в перидотитах.

Более молодые габброидные массивы многофазны. Представлены они пластообразными телами, а также дайками и другими образованиями, секущими гипербазиты. Продукты первой фазы в этих массивах образованы преимущественно из габбро; в телах второй фазы с лейкократовыми габбро и троктолитами ассоциируют дуниты, верлиты и пироксениты — производные габброидной магмы. В третью фазу сформированы габбро-диориты, диориты и плагиограниты [2].

Методика исследований

Содержание золота определялось в валовых пробах пород и в извлеченных из них мономинеральных фракциях. Пробы имели начальный вес 10—15 кг и состояли из небольших штуфов породы, отобранных с хорошо обгаженной площади размером в несколько сот квадратных метров.

Опробование осуществлялось на значительном удалении от всех известных в районе рудных тел гидротермального происхождения, чтобы избежать возможного заражения изучаемых пород золотом. Образцы проб детально изучались петрографически, включая количественно-минеральные подсчеты на интеграционном столике. Пробы дробились до—0,5 мм, затем отквартовывался дубликат весом до 1 кг для аналитических исследований валового состава породы. Из остатка выделялись мономинеральные фракции путем отмывки на концентрационном столе с последующей расситовкой на классы $\pm 0,25$, электромагнитной сепарацией как концентрата, так и промежуточного продукта и с завершающей обработкой в тяжелых жидкостях. В связи с большим выходом электромагнитной фракции для минералогического изучения из нее отквартовывалась навеска в 100 г. Окончательная перечистка до мономинеральных фракций проводилась вручную под биноклем. Валовые и мономинеральные пробы истирались до состояния пудры.

Для определения золота был использован высокочувствительный (до $n \cdot 10^{-8}$ *вес. %*) радиохимический метод со средней ошибкой воспроизводимости результатов 20—30% относительных [3]. Каждый из приводимых результатов является среднеарифметическим по двум параллельным определениям из навесок по 100 мг. Эти навески после нейтронной активации подвергались царско-водочному вскрытию и субстехиометрическому экстрагированию золота раствором трифенилгуанидиния в дихлорэтаноле. Навеска для анализа отбиралась из 10-граммовых тонкоизмельченных проб путем их сокращения методом кольца и конуса. Радиохимический анализ выполнен под руководством В. Н. Никитина в лаборатории ядерно-физических исследований Тульского отделения ЦНИГРИ.

Распределение золота в породах

При рассмотрении результатов валовых анализов (табл. 1) обнаруживается крайняя неравномерность распределения золота в альпийских массивах Севанского хребта. Колебания по всем изученным магматогенным породам превышают два порядка: от $1 \cdot 10^{-8}$ до $7,3 \cdot 10^{-6}$ *вес. %*. В исследованных породах преобладают концентрации золота менее $1 \cdot 10^{-6}$ % (фиг. 1): в каждом интрузивном комплексе (гипербазитовом, габброидном и малых интрузий) это—в основном величины $1—9 \cdot 10^{-7}$ %.

Более определенная картина вырисовывается при рассмотрении средних содержаний золота в парагенетических группах пород, выделенных геологическими наблюдениями,—в комплексах и фазах (табл. 2). Породы габброидного комплекса (исходная магма которых интродировала позже перидотитовой расплава по тому же глубинному разлому и, по-видимому, с меньших глубин) в целом оказываются значительно богаче золотом, чем породы гипербазитового комплекса. Среднее содержание золота в них ($10,7 \cdot 10^{-7}$ %) практически совпадает со средней концентрацией этого элемента в полевошпатовых разновидностях габброидного комплекса ($11 \cdot 10^{-7}$ %) и выше кларка для основных пород— $4 \cdot 10^{-7}$ %, по А. П.

Таблица 1

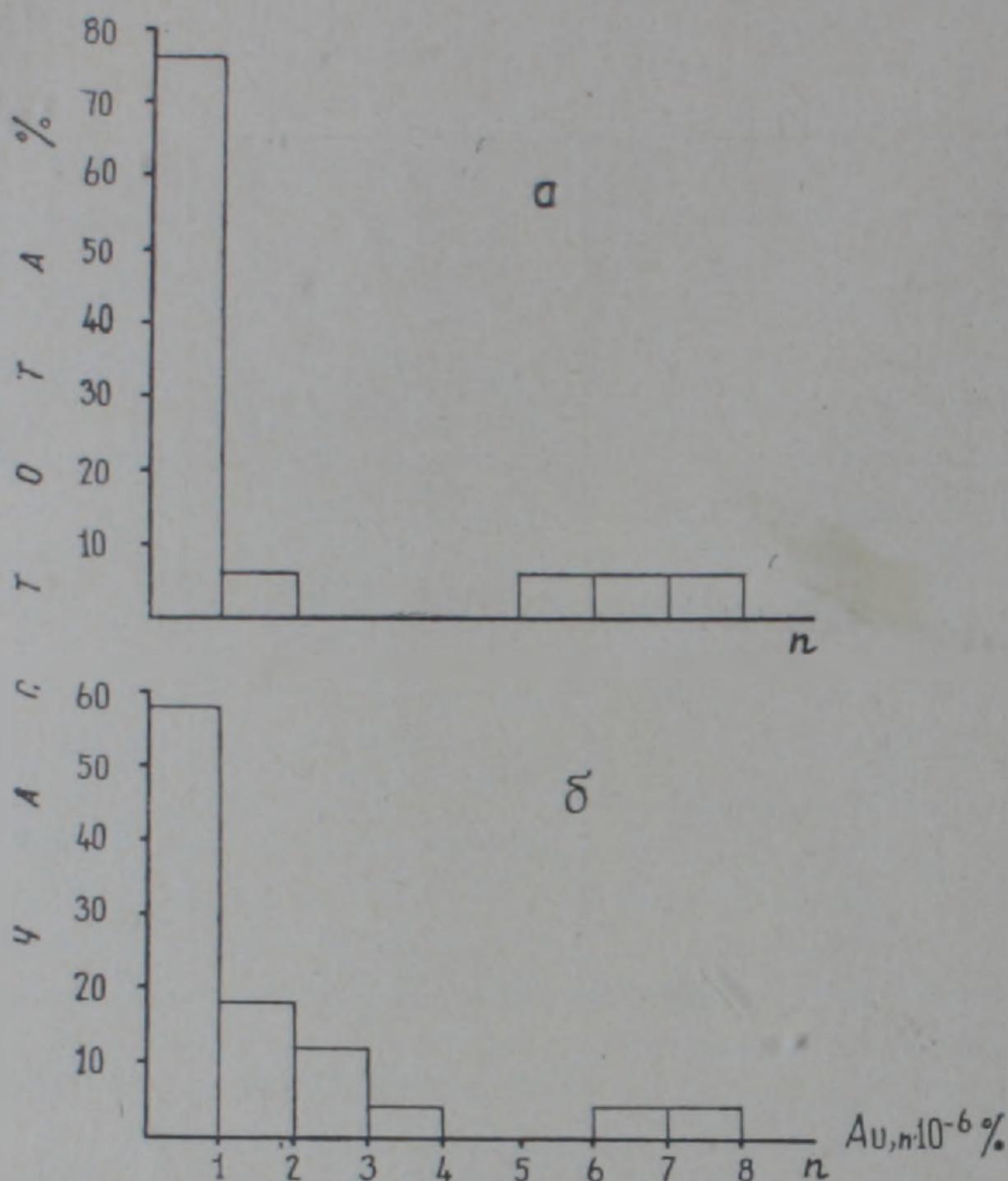
Содержание золота в породах Севанского хребта

Комплекс, интрузивная фаза	Порода	Массив	Золото $\mu \cdot 10^{-7} \%$	
Гипербазитовый	Дунит	Шоржинский	2,4; 11,0*	
	Дунит	Джил-Сатанахачский	0,75; 2,1	
	Гарцбургит	Джил-Сатанахачский	2,1	
	Гарцбургит	Караиман-Зодский	1,4; 1,6; 4,3; 55,0*	
	Гарцбургит	Севернее с. Зод	0,21	
	Лерцолит	Караиман-Зодский	73,0*	
	Серпентинит	Шоржинский	64,0*	
	Серпентинит	Караиман-Зодский	0,43; 1,1; 3,6	
	Пироксенит	Караиман-Зодский	10,0	
	Габброидный	Первая фаза	Габбро	Джанахмедский
Габбро			СВ с. Кясаман	13,0
Габбро уралитизированное			Джанахмедский	1,2; 3,6; 9,3; 39,0
Микрогаббро			Джанахмедский	4,3; 26,0
Оливиновое габбро (дайка)			Джанахмедский	61,0*
Габбро-пегматит		Джанахмедский	30,0	
Вторая фаза		Дунит серпентинизированный	Джил-Сатанахачский	8,0; 78,0*
		Дунит серпентинизированный	Шоржинский	17,0
		Верлит	Кясаманский	3,9; 16,0
		Пироксенит	Кясаманский	2,5
		Пироксенит	Джанахмедский	2,6; 19,0*
		Пироксенит	Шоржинский	1,3
	Лейкократовое габбро	Кясаманский	2,4; 5,7	
Анортозит	Джанахмедский	1,5		
Третья фаза	Плагногранит	с. Караиман	23,0*	
	Габбро-диорит	с. Караиман	3,7	
	Диорит	Джил-Сатанахачский	3,4	
Малых интрузий	Диорит-порфирит	Джанахмедский	1,2; 3,0	
	Кварц-диорит-порфирит	Инакдаг	0,1	
	Керсантит	Севернее с. Караиман	0,9	
	Мончикит	Восточнее с. Джанахмед	5,1	
Постмагматический	Лиственит	У с. Караиман	0,1	
	Лиственит	У с. Джанахмед	0,21	
	Лиственит	Джанахмедский перевал	2,7	

* Аномальные содержания для данной породы.

Примечание: каждая из приводимых величин характеризует самостоятельную пробу.

Виноградову [1]. Выше кларка также среднее содержание золота и в ультраосновных породах этого комплекса: $9,9 \cdot 10^{-7}$ против $5 \cdot 10^{-7} \%$ [1]. В породах гипербазитового комплекса оно более низкое— $2,9 \cdot 10^{-7} \%$.



Фиг. 1. Распределение золота в породах гипербазитового (а) и габброидного (б) комплексов.

Таблица 2

Уровни концентрации золота в интрузивных породах Севанского хребта

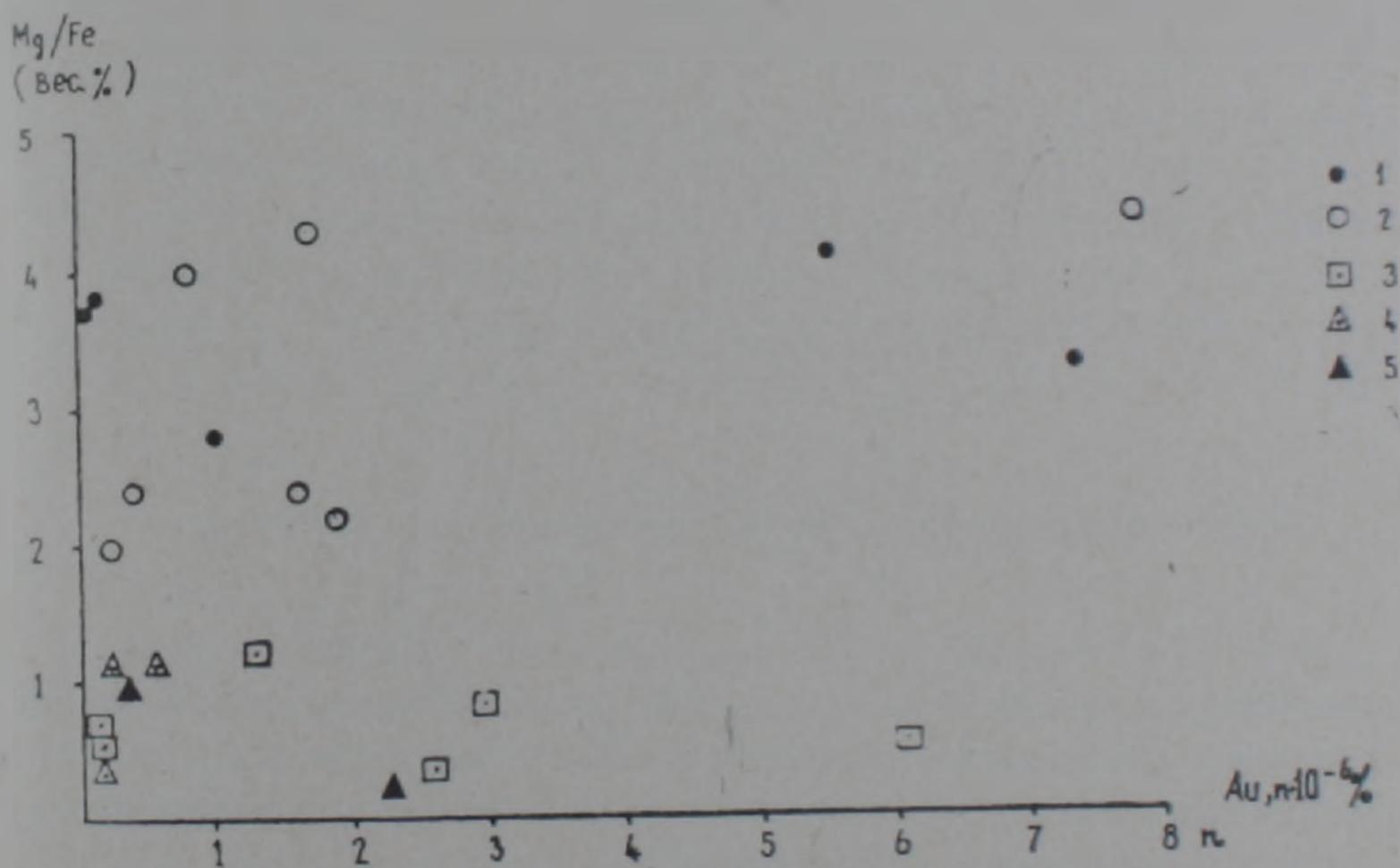
Породы	Количество анализов	Золото, $n \cdot 10^{-7} \%$	
		Колебания	Средне-арифметическое
Гипербазитовый комплекс			
Перидотиты, дунит, пироксенит, серпентинит	12	0,21—10,0	2,9
Габброидный комплекс			
Все породы	24	1,0—39,0	10,7
Ультрабазиты (дунит, перидотит, пироксенит)	7	1,3—19,0	9,9
Все полевошпатовые породы	17	1,0—39,0	11,0
Габброиды I фазы	10	1,0—39,0	14,6
Габброиды II фазы	4	1,5—5,7	2,7
Малые интрузии			
Диорит-порфиры, лампрофиры	5	0,1—3,0	2,1

Примечание: аномальные содержания в расчет не включались.

Золотоносность габброидной магмы может быть оценена по породам первой интрузивной фазы, слагающим более 80% выходов габброидов. Из такой оценки следует, что эта магма была почти в 5 раз богаче золотом, чем перидотитовая. Повышенная золотоносность первой прослеживается и при сопоставлении ультраосновных пород габброидной и гарцбургитовой серий в целом (табл. 2), и по их номенклатурным аналогам (табл. 1). Так, среднее содержание Au в дунитах гипербазитового комплекса $1,75 \cdot 10^{-7}$ % (по 3 пробам— $(0,74—2,4) \cdot 10^{-7}$, исключая аномальные значения), а для их аналогов габброидного комплекса— $12,5 \cdot 10^{-7}$ % ($8—17 \cdot 10^{-7}$ %—по двум определениям).

Сравнительный анализ количественно-минерального состава пород альпинотипных массивов и содержания в них золота показывает, что в пределах отдельных магматических комплексов распределение золота в одних и тех же породах не зависит от количественных соотношений их породообразующих минералов.

Исследование возможной взаимосвязи между содержанием золота в изученных гипербазитах и габброидах и уровнем их магнезиальности (отношение Mg/Fe), являющимся одним из показателей дифференциации, выявляет лишь тенденцию некоторой зависимости между ними (фиг. 2).



Фиг. 2. Зависимость между содержанием золота и магнезиальностью пород: гипербазитового (1) и габброидного (2—5) комплексов, 2—ультраосновные породы, 3—габброиды I фазы, 4—лейкогаббро и анортозиты II фазы, 5—плагнограниты и габбро-диориты III фазы.

Нагляднее эта прямая зависимость прослеживается для производных второй фазы габброидного комплекса. Если не принимать во внимание аномальные содержания золота, то можно построить следующий ряд

убывающей концентрации золота ($n \cdot 10^{-7} \%$): дунит $\frac{12,5 (2)^*}{8-17} \rightarrow$ вер-

лит $\frac{10 (2)}{3,9-16} \rightarrow$ пироксенит $\frac{2,1 (3)}{1,3-2,6} \approx$ лейкогаббро $\frac{4 (2)}{2,4-5,7}$. Та же за-

висимость выявляется при сравнении средних содержаний золота в ультраосновных и основных породах второй фазы в целом (табл. 2), а также при сравнении уровней концентраций этого элемента в более богатых золотом и магнием мезо- и меланократовых фациях габброидного комплекса с относительно обедненными ими лейкократовыми фациями—лейкогаббро и троктолитами. Очевидно, что эта прямая зависимость обусловлена фракционированием золота в пределах дифференциации габброидной магмы, хотя это фракционирование и было не очень контрастным.

В результате метаморфизма изученных пород (серпентинизации гарцбургитов и уралитизации габбро первой фазы) происходит вынос золота (табл. 1).

В качестве показателя фона была изучена золотоносность верхнеэоцен-олигоценовых послескладчатых малых интрузий, не связанных с формированием офиолитов. Оказалось, что породы этих интрузий в целом обеднены золотом (табл. 1). Отсутствие у них геохимической специализации по золоту примечательно в связи с возрастной близостью данных пород и золотого оруденения Зодского месторождения.

Несмотря на небольшое количество анализов лиственитов, отчетливо видна их обедненность золотом по сравнению с материнскими породами—серпентинитами и перидотитами гипербазитового комплекса. Это свидетельствует о том, что в процессе региональной постскладчатой кайнозойской лиственитизации гипербазитов золото не привносилось.

Золото в минералах и рудах гипербазитов и габброидов

Для выяснения особенностей распределения золота в минеральных составляющих альпинотипных гипербазитов и габброидов, были проанализированы монофракции порообразующих минералов (табл. 3), а также наиболее распространенных и типоморфных их акцессориев—хромшпинелидов и магнетита (табл. 4, 5).

Содержание золота в изученных монофракциях колеблется в тех же пределах, что и в исследованных породах. Обращает на себя внимание тот факт, что в лейкократовых порообразующих минералах (плагноклазах, гроссуляре) содержание золота имеет тот же порядок, что и в меланократовых (оливинах, пироксенах, амфиболах; табл. 3). Для оливи-

$\frac{12,5 (2)}{8-17}$ в числителе среднее арифметическое, а в скобках—число учтенных анализов, в знаменателе—предельные содержания; аномальные содержания отброшены.

Таблица 3

Содержание золота в породообразующих минералах гипербазитов и габброидов

Состав проанализированной монофракции (содержание ее в породе, % об.)	Золота в монофракции $n \cdot 10^{-7} \%$	Порода, из которой извлечена монофракция	Золота в породе $n \cdot 10^{-7} \%$	Массив
Оливины				
Форстерит, Fa_6 (9%)	4,7	Верлит	3,9	Кясаманский
Форстерит Fa_9 (28%)	3,5	Дунит (гипербазитовый комплекс)	2,4	Шоржинский
Хризолит Fa_{12} (27%)	12,0	Лерцолит	73,0	Караиман-Зодский
Хризолит Fa_{13} (28%)	14,0	Гарцбургит	55,0	
Пироксены				
Энстатит Fs_{10} (10%)	8,8	Лерцолит	73,0	
Диопсид $Wo_{47}En_{51}Fs_2$ (70%)	22,0	Пироксенит (гипербазитовый комплекс)	10,0	
Диопсид $Wo_{45}En_{53}Fs_2$ (37%)	8,5	Верлит	16,0	Кясаманский
Диопсид $Wo_{48}En_{45}Fs_7$ (86%)	2,7	Пироксенит (габброидный комплекс)	2,5	
Авгит $Wo_{40}En_{49}Fs_{11}$ (29%)	4,6	Габбро	13,0	с. Караиман
Авгит $Wo_{47}En_{39}Fs_{14}$ (12%)	2,8	Лейкократовое габбро	5,6	Кясаманский
Амфиболы				
Роговая обманка зеленая $m' = 55^*$ (4%)	0,8	Габбро-диорит	3,7	с. Караиман
Роговая обманка зеленая $m' = 62$ (16%)	9,6	Габбро-пегматит	30,0	Джанахмедский
Плагиоклазы				
Лабрадор An_{64} (69%)	3,4	Габбро	13,0	с. Караиман
Лабрадор An_{70} (78%)	4,8	Лейкократовое габбро	5,7	Кясаманский
Гранаты				
Гроссуляр $Gr_{95,5}Alm_{1,1}$ <i>Рурз.4</i>	4,3	Перидотит (габброидный комплекс)	3,9	

* $m' = 100 Mg: (Mg + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn)$.

нов, авгита, роговой обманки габброидов, аксессуарных хромшпинелидов и магнетитов отмечается прямая зависимость между содержанием в них золота и уровнем его концентрации в породах, из которых извлечены эти минералы (табл. 3—5). То-есть степень накопления золота в этих минералах находится в прямой зависимости от степени обогащенности данным элементом материнского силикатного расплава. Для диопсида и лабрадора подобной зависимости не наблюдается. На основании имеющихся данных (табл. 3) можно предварительно заключить, что для ультраосновных пород содержание золота в оливинах выше, чем в пироксенах, а для габбро—выше в пироксенах, чем в плагиоклазах.

Своеобразные особенности распределения золота выявились при изучении золотоносности хромшпинелидов и хромитовых руд, столь типоморфных для пород дунит-гарцбургитовой формации (табл. 4). Макси-

Таблица 4

Содержание золота в хромшпинелидах и хромитовых рудах альпинотипных гипербазитов (дунит-гарцбургитовая формация)

Характеристика пробы (содержание хромшпинелидов в породе и руде, % объема)	Золота в пробе, $n \cdot 10^{-7} \%$	Хромитоносная руда	Золота в породе, $n \cdot 10^{-7} \%$	Массив, рудное тело
Раннемагматические минералы				
Акцессорный хромшпинелид (6,7%)	6,7	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 3
Акцессорный хромшпинелид (6,2%)	5,5	.	2,4	Шоржинский
Акцессорный хромшпинелид (3,5%)	5,6	Серпентинит	1,1	Караиман-Зодский
Акцессорный хромшпинелид (1,9%)	18,0	Гарцбургит	55,0	Караиман-Зодский
Позднемагматические минералы				
Сегрегационный хромшпинелид (жильной сплошной руды)				
а) густовкрапленая руда	1,2	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 3
шлировая (40%)	1,4	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 5
жильная (35%)	1,0	Дунит	2,1	Джилская группа, м-ние "Главная жила"
б) гнездово-вкрапленная руда (25%)				
	34,0	Перидотит	43,2	Караиман-Зодский Инагдагское проявление
	18,0	Перидотит	19,0	Джанахмедский перевал, проявление Перевальное

мальные количества золота установлены в гнездово-вкрапленной руде ($34 \cdot 10^{-7} \%$) и в акцессорном хромшпинелиде перидотитов ($18 \cdot 10^{-7} \%$). В аналогичных рудах и минералах дунитов содержание золота много ниже, что, по-видимому, связано с общей, несколько повышенной, золотосодержащей хромитсодержащих перидотитов, кристаллизовавшихся позже фациально связанных с ними дунитов. Примечательно, что в акцессорных хромшпинелидах алогарцбургитовых серпентинитов содержание золота ниже, чем в тех же минералах гарцбургитов. Это свидетельствует о выносе золота при метаморфизме материнской породы. Среди хромшпинелидов дунитов раннемагматические акцессории содержат золота меньше, чем позднемагматические сегрегационные минералы (табл. 4). Это отражает регрессивный характер накопления золота в остаточной рудной фракции ультраосновной магмы, исходной для дунитов. В хромшпинелидах перидотитовой группы пород подобного явления не обнаружено.

Весьма примечательно выявление положительной связи между содержаниями золота в акцессорных магнетитах полевошлатовых пород габброидного комплекса и титанистостью этих минералов (табл. 5, фиг.

Таблица 5

Содержание золота и окиси титана в акцессорных магнетитах ультраосновных пород Севанского хребта

Номер пробы магнетита	Порода, из которой извлечена монофракция магнетита	Золота, $\mu \cdot 10^{-7}$ вес. %		TiO ₂ , вес. %
		в породе	в монофракции	
7а	Серпентинит (гипербазитовый комплекс, Караиман-Зодский массив)	1,1	8,3	0,33
96	Пироксенит (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	2,6	4,6	0,13
23	Габбро (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	19,0	7,0	6,10
123	Габбро-пегматит (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	30,0	7,7	6,85
206а	Лейкократовое габбро (Кясаманский массив)	5,7	1,3	3,40
574а	Габбро-диорит (эндоконтактовая фация тела плагиогранита восточнее с. Джанахмед)	Не опр.	1,9	8,25
574	Плагиогранит (эндоконтактовая фация тела плагиогранита восточнее с. Джанахмед)	Не опр.	6,1	5,28
30	Плагиогранит (из выхода у с. Караиман)	23,0	4,1	4,11
21	Микроплагиогранит (р. Гетак)	Не опр.	3,5	3,92

Примечание: золото определялось радиохимическим методом (в ЦНИГРИ), окись титана — химическим методом (в ИГН АН АрмССР).

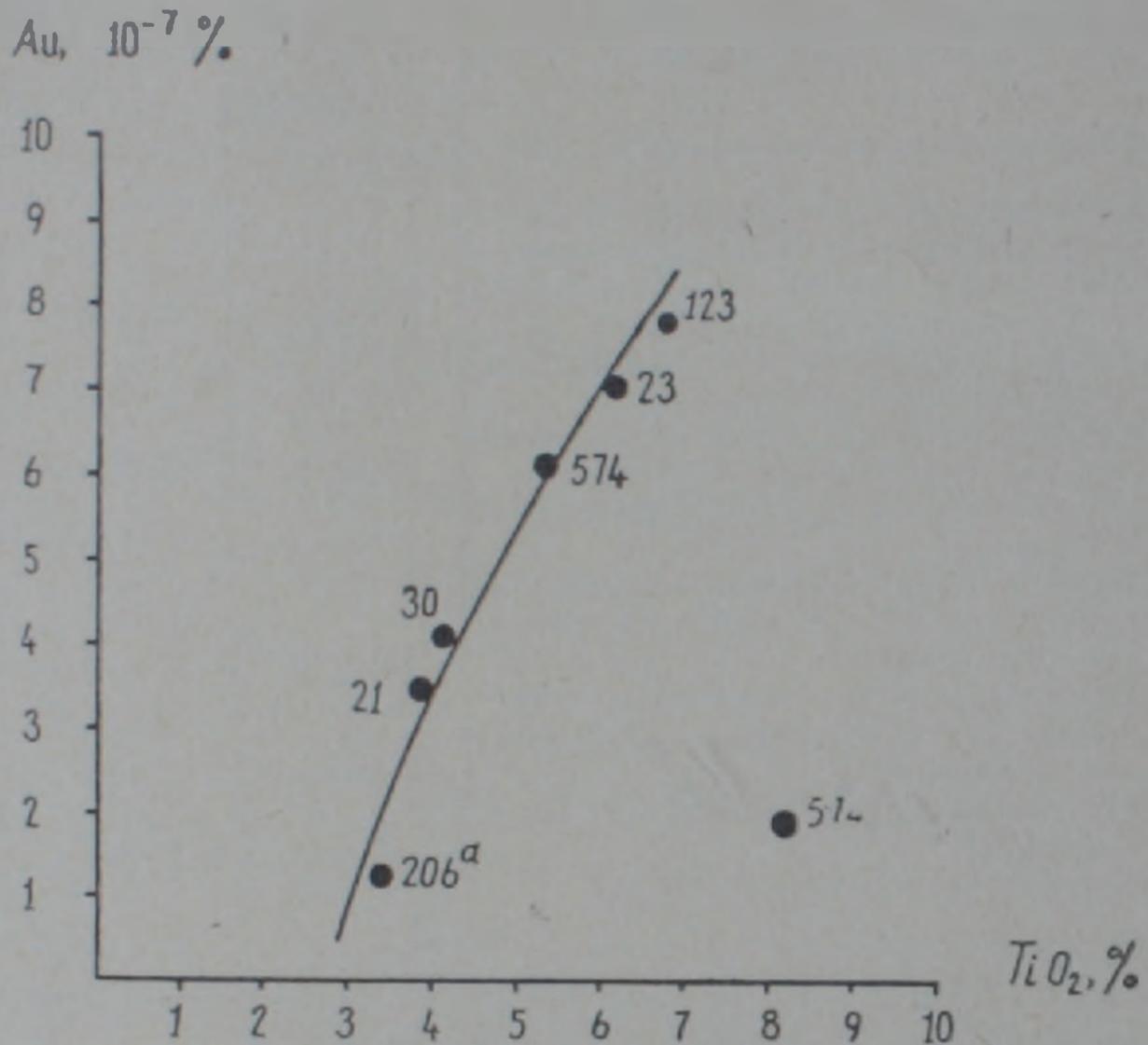
3). Такая зависимость может отражать сидерофильный характер золота и его участие в химической эволюции габброидной магмы в процессе ее дифференциации. Для акцессорных магнетитов ультраосновных пород подобная зависимость не выявилась.

Исследование монофракций показало, что все проанализированные минералы являются носителями золота. Основные носители—главные магматические породообразующие минералы: в дунитах—оливины, в габбро-плагиоклазы. Если в первых, по нашим данным, сосредоточивается до 40% золота породы, то во вторых его накапливается еще больше—до 66%.

Содержание золота в породообразующих силикатах и акцессорных рудных минералах в большинстве случаев ниже, чем в породе, из которой они извлечены (табл. 3—5). Это доказывает, что в породах имеются носители золота, находящегося в состоянии высокой концентрации. Таковыми носителями являются, очевидно, собственные минералы золота.

В нескольких пробах породообразующих силикатов и акцессорных шпинелей коэффициент накопления золота (K_{Au}), определяемый величиной отношения содержания золота в монофракции (C_m) к содержанию его в исходной породе (C_n), больше единицы: $K_{Au} = \frac{C_m}{C_n} > 1$. Все монофракции с $K_{Au} > 1$ получены из ультраосновных пород. Коэффициент на-

копления для породообразующих силикатов равен 1,1—2,2, в том числе у двух проб фэрстерита $K_{Au} = 1,2$ и 1,5, у двух диопсида—1,1 и 2,2 и у одной гроссуляра—1,1. Более значителен диапазон этого коэффициента для монофракций акцессорных шпинелей: $K_{Au} = 1,8—7,5$, включая две



Фиг. 3. Распределение золота в магнетитах полевошпатовых пород габброидного комплекса в зависимости от содержания TiO_2 в этих минералах (номера проб те же, что и в табл. 5).

пробы хромшпинелидов с $K_{Au} = 2,3$ и 5 и две пробы магнетита с $K_{Au} = 1,8$ и 7,5. Максимальными коэффициентами накопления золота $K_{Au} = 5$ и 7,5 характеризуются монофракции акцессорных хромшпинелидов и магнетита из апогарцбургитового серпентинита. Относительное накопление золота в этих рудных минералах происходит на фоне выноса его из магматических силикатов при их автометаморфизме.

Монофракции, полученные из пород гипербазитового комплекса, имеют большие коэффициенты накопления золота по сравнению с их аналогами из ультраосновных пород габброидного комплекса. Например, у диопсида из пироксенита гипербазитового комплекса $K_{Au} = 2,2$, а у диопсида из пироксенита габброидного комплекса $K_{Au} = 1,1$. Среди силикатов и шпинелей пород дунит-гарцбургитового комплекса установлены минералы с максимальным содержанием золота: диопсид с $22 \cdot 10^{-7} \%$ Au, акцессорные хромшпинелиды с $18 \cdot 10^{-7} \%$ Au и хризолит с 12 и $14 \cdot 10^{-7} \%$ Au (табл. 3—5).

Наличие относительно повышенных содержаний золота в породообразующих и акцессорных минералах пород гипербазитового комплекса, по-видимому, свидетельствует о том, что в ходе кристаллизации перidotитовой магмы золото преимущественно накапливалось в ранних

фемических минералах. При застывании габброидной магмы золото, очевидно, в основном концентрировалось в сульфидном рудном остатке. Проведенные исследования монофракций не позволили нам выделить минералы-концентраторы, которые накапливали бы золото намного интенсивнее, чем породы, в состав которых они входят. Лишь сопоставление результатов минералогического анализа шлихов протоочных проб с содержанием в них золота позволило сделать заключение, что относительно повышенные количества золота отмечаются в пробах с халькопиритом. Прямой связи между содержанием в породе золота и пиррита не обнаружено (табл. 6). Акцессорный пирротин, очевидно, в немалой степени концентрирует золото: в одной из его проб установлено максималь-

Таблица 6

Зависимость между содержанием золота и акцессорных сульфидов в изученных породах

Порода	Содержание в породе			
	Золото, $n \cdot 10^{-7} \%$	Акцессорные сульфиды, г/т		
		Пирит	Халькопирит	Прочие минералы
Гарибургит (Караиман-Зодского массива)	1,4	Единичн. знаки	Не обн.	Не обн.
Серпентинит (оттуда же)	3,6	111,0	.	.
	1,1	Не обн.	.	.
Габбро-уралитизированное (Джанахмедского массива)	9,3	.	Един. знаки	Самородн. медь— един. знаки
Габбро (оттуда же)	1,0	1,0	Не обн.	Не обн.
Микрогаббро (оттуда же)	4,3	4,5	Един. зн.	.
Оливниновое габбро из дайки (оттуда же)	61,0	17,5	4,0	Пирротин—94,0
Анортозит (оттуда же)	1,5	0,6	Не обн.	Не обн.
Плагиогранит (у с. Караиман)	23,0	40,0	2,0	.
Габбро-норит (оттуда же)	3,7	342,0	Не обн.	.

Примечание: содержание акцессорных сульфидов оценивалось приближенно-количественным методом при минералогическом анализе серых шлихов протоочных проб.

ное для изученных минералов содержание этого элемента— $34 \cdot 10^{-7} \%$. Сделанные выводы подтверждаются и при сопоставлении минераграфических данных и анализов на золото. В шлифах пород, обладающих повышенным содержанием золота, обычно видны мелкие редкие выделения халькопирита и пирротина, спорадично рассеянные в массе породообразующих минералов. Золото находится в сульфидах меди и железа, вероятно, в виде катиона, изоморфного с медью, а также в атомарном состоянии. Тесная ассоциация золота с сульфидами свидетельствует о халькофильности золота в остаточных рудных расплавах базальтоидной (габброидной) магмы.

Вычисление доли золота, сконцентрированного в породообразую-

щих и рудных минералах, по отношению к общему содержанию его в породе показывает, что в этих минералах сосредоточивается от 10 до 75—80% золота породы. Остальное (от 20 до 90%), очевидно, приходится на собственно минеральную форму нахождения этого элемента.

Выводы

Проведенные исследования выявили связь золотоносности изученных ультраосновных и основных пород с глубинной магмой. Повышенное содержание золота в габброидах, очевидно, обусловлено локальными особенностями распределения этого элемента в очаговых зонах формирования габбровой магмы.

Золото участвует как в глубинной (мантийной), так и во внутрикамерной дифференциации перидотитовой и габброидной магм альпийно-типных интрузий. Наиболее активно золото мигрирует при фракционной кристаллизации габброидной магмы. В ходе глубинной дифференциации последней золото концентрируется в магматическом расплаве первой (главной) интрузивной фазы—мезо- и меланократовых габбро. В продуктах последующих фаз содержание золота заметно снижается.

Относительная концентрация золота в силикатных фракциях габброидной магмы, сравнительно обогащенных магнием (судя по породам первой и второй интрузивных фаз), и резкое накопление его в сульфидах, выкристаллизовавшихся из рудного остатка той же магмы (в пирротине и халькопирите), позволяют говорить о сидерофильности золота в силикатных расплавах и халькофильности его в сульфидных остатках.

Метаморфические преобразования глубинных пород офиолитовой ассоциации (серпентинизация и региональная лиственитизация гипербазитов, уралитизация габбро) сопровождаются выносом золота.

Распределение золота в изученных альпийно-типных массивах характеризуется крайней неравномерностью как в пределах одного массива, так и внутри каждой разновидности пород. Подобное распределение, вероятно, отражает наличие золота в гипербазитах и габброидах в концентрированном состоянии, прежде всего, в виде субмикровыделений собственных минералов и в связанном состоянии в сульфидах железа и меди.

Все изученные минералы альпийно-типных гипербазитов и габброидов (оливины, пироксены, амфиболы, плагиоклазы, гранаты, хромшпинелиды, магнетит, пирротин и, очевидно, халькопирит) являются носителями золота. Главные среди них—оливины дунитов и плагиоклазы габбро. Минералы-концентраторы золота среди породообразующих и рудных минералов исследованных пород не установлены.

Ереванский политехнический институт,
Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт цветных
и благородных металлов (ЦНИГРИ),
Москва

Поступила 24.IX.1973.

Ս. Ա. ՓԱԼԱՆՋՅԱՆ, Լ. Վ. ՌԱԶՐԻՆ

ՈՍԿՈՒ ՏՆՂԱՐԱՇԵՈՒՄԸ ՍԵՎԱՆԻ ԼԵՌՆԱՇՂԹԱՅԻ ՈՒԼՏՐԱՀԻՄՔԱՅԻՆ
Ե ԷԻՄՔԱՅԻՆ ԱՊԱՐԵՆՐԻ ԱԼՊԻՆՈՏԻՊ ՄԱՍՍԻՎՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է ոսկու գեոքիմիան տարբեր կազմության ապարներում, նրանց ապար կազմող և ակցեսոր միներալներում, ինչպես նաև երրորդական հասակի փոքր ինտրուզիվներում և լիտվենիտներում: Անալիզները կատարված են բարձր զգայունությամբ (մինչև $10^{-6}\%$) ունեցող ռադիոքիմիական մեթոդով:

Հայտնաբերված է ապարների ոսկերբություն կապը խորքային մագմաների հետ, ընդ որում հիմքային մագման 3—4 անգամ ավելի հարուստ է ոսկով, քան ուլտրահիմքայինը: Ոսկու չափազանց անհամասեռ տեղաբաշխումը ապարներում, նրա խալկոֆիլ բնույթը և բացասական բալանսը ապարներում (ուսումնասիրված միներալների համար ստացված տվյալներով) թույլ են տալիս ենթադրելու ոսկու սեփական միներալների առկայության հնարավորությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виноградов А. П. Среднее содержание отдельных химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962.
2. Паланджян С. А. Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
3. Раковский Э. Е., Пережогин Г. А., Серебряный Б. Л. Радиоактивационное определение золота в горных породах. Сб. «Инструментальные методы анализа благородных металлов», ЦНИИ-информации МЦМ СССР, М., 1967.