

УДК 550.40; 550.41, 552.311

ПЕТРОГРАФИЯ

И. К. ДАВЛЕТОВ, Е. Е. ЩЕЛКОВ, В. В. СОЛОВЬЕВА

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА В ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОДАХ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 6 VI 1972)

Вопрос о форме нахождения золота в интрузивных породах неоднократно обсуждался в отечественной и зарубежной литературе (¹⁻⁵). Считается преимущественно, что золото не имеет кристаллохимической связи с решеткой минерала-носителя и минерала-концентратора, а находится в сорбированном виде или же может быть обособленным в различных дислокациях и дефектах решетки; наконец, некоторое его количество может быть заключено в минерале в виде субмикроскопических включений собственных минеральных видов. Вместе с тем есть мнение о наличии химической связи золота в силикатах (⁵).

Наши опыты по фазовому выщелачиванию золота были проведены с основными петрографическими типами интрузивных пород и главными пороодообразующими минералами-носителями этого элемента.

При проведении эксперимента нами предполагалось, что если золото находится в минералах и породах в виде механической примеси, то оно распределено неравномерно, располагаясь главным образом в микротрещинах пород и минералов и различных дислокациях решетки минералов, которые при дроблении пород и минералов будут преимущественно вскрываться, являясь ослабленными зонами. Обработывая такие породы или минералы, раздробленные до 200 меш царской водкой (3 ч. HCl + 1 ч. HNO₃), растворяющей золото и лишь частично минералы интрузивных пород, можно надеяться, что большая часть золота будет извлечена в раствор. Этого не произойдет, если золото находится в минералах в виде изоморфной примеси.

Эксперименты проводили по следующей методике. Раздробленные до 200 меш породы и минералы брали навесками по 10 г и после предварительного прокаливании при 600—700° (сохранность золота при таком прокаливании была достоверна) для удаления органики растворяли в 16 мл царской водки. Растворение производили при перемешивании на агрегате в течение 1 часа со слабым подогревом на песчаной бане. После добавления 150 мл дистиллированной воды осуществляли двукратное фильтрование на фильтре Шотта под вакуумом. Для лучшего извлечения золота из осадка второе фильтрование вели через осадок. Золото из раствора извлекали 1 г сорбента (карболен), засыпаемого в колбу на 20 мин. После отделения сорбента от раствора беззольный фильтр озоляли при 400° и взвешивали. Как можно видеть из табл. 1 и 2, учитывая исходный вес пробы в 10 г, обогащение проб по золоту достигает 1000 × (в предположении, что все золото находится в обогащенной пробе). Это дает нам возможность весьма чувствительно проводить анализ на золото, пользуясь спектральным окончанием. Сжигание полученного концентрата, разбавленного 1:1 бифером — носителем ZnO, производили на спектрографе ДФС-13 ± 2, дающего чувствительность анализа значительно выше, чем спектрографы со средней дисперсией. При этом для сжигания использовали постоянный ток; экспозиция была 20 сек., применяли пластинки «Спектральный тип II» чувствительностью 22 ед. ГОСТ. Определение золота вели по линии 2675. 95 Å. Полученные данные приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Изменение веса обогащенных проб породы в процессе обработки (1—6) и результаты выщелачивания из них золота

Порода	Вес пробы, г						Содержание Au, 10 ⁻⁸ %					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Диоритовый порфирит	0,0096	0,0090	0,0058	0,0090	0,0160	0,0087	16	12	8	—	7	16
Гранит-порфир	0,0114	0,0110	0,0075	0,0082	0,0092	0,0095	21	12	12	—	6	50
Граносиенит порфир	0,0124	0,0108	0,0083	0,0091	0,0090	0,0084	11	21	12	8	6	90
Гранодиорит	0,0102	0,0103	0,0083	0,0085	0,0110	0,0206	150	32	14	10	7	4
	0,0083	0,0095	0,0100	0,0090	0,0087	0,0089	11	35	6	8	35	13
Андезитовый порфирит	0,0134	0,0100	0,0070	0,0116	0,0085	0,0108	13	10	9	14	6	4
Кварцевый диорит	0,0160	0,0084	0,0113	0,0106	0,0098	0,0130	8	13	6	2	2	14
	0,0153	0,0099	0,0088	0,0083	0,0100	0,0130	16	11	14	8	2	16
Монзонит	0,0156	0,0135	0,0088	0,0043	0,0107	0,0342	12	8	6	2	6	12
Гранит биотитово-роговообманковый	0,0009	0,0088	0,0082	0,0092	0,0094	0,0217	16	25	6	5	2	6
	0,0100	0,0085	0,0084	0,0079	0,0107	0,0092	13	50	4	7	10	13
Среднее	0,0121	0,0097	0,0084	0,0087	0,0109	0,0143	27	19	9	6	5	21

Примечание. Фон от выщелачивания золота и платиновой чашки (холостая проба) составил 22·10⁻⁸ %.

Таблица 2

Изменение веса обогащенных проб минералов в процессе обработки (1—6) и результаты выщелачивания из них золота

Порода	Минерал	Вес обогащенной пробы, г						Содержание Au, 10 ⁻⁸ %							
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	Фон	
Гранит	Кварц	0,0100	0,0070	0,0070	0,0070	0,0080	0,0090	36	31	43	34	24	—	22	
	Биотит	0,0200	0,01500	0,0090	0,0070	0,0070	0,0180	37	47	19	9	3	—	17	
	Полевой шпат	0,0150	0,0100	0,0080	0,0050	0,0060	0,0110	24	25	36	14	10	—	33	
Гранодиорит	Кварц	0,0101	0,0070	0,0070	0,0070	0,0080	0,0060	50	—	36	15	10	—	12	
	Биотит	0,0300	0,0200	0,0110	0,0080	0,0090	0,0300	16	12	12	24	14	—	12	
	Полевой шпат	0,0150	0,0100	0,0070	0,0050	0,0070	0,0140	34	16	56	36	16	—	16	
Кварцевый диорит	Магнетит	0,0250	0,0150	0,0100	0,0060	0,0070	0,0640	50	10	33	8	3	—	5	
	Кварц	0,0100	0,0070	0,0070	0,0080	0,0050	0,0070	100	78	50	30	10	—	68	
	Биотит	0,0200	0,0150	0,0070	0,0120	0,0090	0,0200	37	30	31	22	12	—	16	
	Полевой шпат	0,0150	0,0100	0,0070	0,0060	0,0050	0,0090	250	31	25	13	22	—	42	
Среднее	Магнетит *	0,00200	0,0180	0,0090	0,0070	0,0080	0,0510	50	23	30	10	5	—	8	
		0,0161	0,0112	0,0077	0,0070	0,0071	0,0140	62	30	33	21	11	—	22	

* Исключен при подсчете среднего.

Для выяснения динамики извлечения золота из минералов и пород применяли шестикратную (1—6 в табл. 1 и 2) последовательность их обработки и получение обогащенных золотом проб по указанной методике. При этом циклу 6 предшествовали обработка осадка цикла 5 плавиковой кислотой и удаление фторида кремния.

Из табл. 1 и 2 и рис. 1, где представлено изменение средних содержания золота по мере последовательной обработки проб, видно, что содержание золота в осадках резко падает (особенно у пород), в то время как вес обогащенных проб приблизительно постоянен, кроме 1, полученного при обработке свежего материала, и последнего (6) — после обработки плавиковой кислотой. В этих случаях веса обогащенных проб больше, так как кроме золота в них присутствует большее количество посторонних элементов, выносимых непосредственно после механической обработки или

после обработки плавиковой кислотой. Сопоставление потерь веса исходных навесок (10 г) после обработки 5, которые для пород равны в среднем 2,2 г, а для минералов 3 г, исключая магнетит с содержанием золота в осадке 5, показывает, что в то время как потеря в весе исходной навески после обработки 5 составляет 22% для пород и 30% для минералов, содержание золота уменьшается приблизительно в шесть раз по сравнению с содержанием после обогащения 1. Содержание золота после обработки

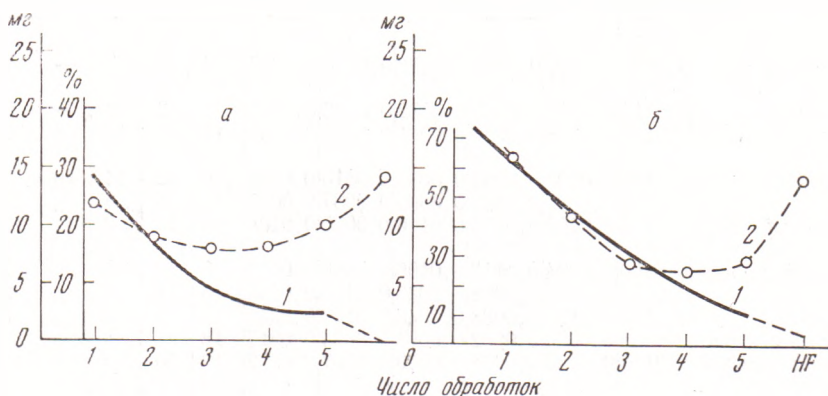


Рис. 1. Изменение содержания золота (1) и веса обогащенных проб (2) при многократном выщелачивании породы (а) и минералов (б). Средние значения

плавиковой кислотой, когда была переведена в раствор вся навеска, близко к фоновому содержанию, определяемому присутствием золота в платиновой чашке, в которой происходило растворение осадка 5.

Полученные данные показывают, что золото не распределено равномерно в кристаллической решетке, как это должно быть в случае его изоморфного в нее вхождения, а находится в микротрещинах и дислокациях решетки, из которых сравнительно легко извлекается при дроблении и обработке царской водкой, особенно в случае пород, где золото находится, кроме того, между кристаллами (это отражается на кривой извлечения золота из пород резким падением содержания после обработки 1).

Таким образом, проведенный эксперимент позволяет сделать вывод о неизоморфном вхождении золота в решетки порообразующих минералов.

Институт геологии
Академии наук КиргССР
Фрунзе

Поступило
5 V 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ О. Е. Звягинцев, Геохимия золота, Изд. АН СССР, 1941. ² В. И. Вернадский, Избр. соч., 4, Изд. АН СССР, 1959. ³ А. Е. Ферсман, Избр. тр., 2, 3, Изд. АН СССР, 1959. ⁴ E. A. Vincent, J. H. Crochet, Geochim. et cosmochim. acta, 18, 1/2 (1960). ⁵ Ю. Г. Щербаков, Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях, «Наука», 1967.