

Л. Ф. БОРИСЕНКО, Е. Д. УСКОВ

**О ЗОЛОТОНОСНОСТИ УЛЬТРАБАЗИТОВ ГУСЕВОГОРСКОГО  
МАССИВА (УРАЛ)**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 21 IX 1970)

Ультраосновные породы Гусевогорского массива, одного из крупных ультрабазитовых массивов габбро-пироксенит-дунитовой формации Урала, характеризуются повышенными концентрациями золота. В среднем они содержат 0,1 г/т Au (вычислено для 203 проб), что в 20 раз больше среднего его содержания в ультрабазитах, установленного А. П. Виноградовым <sup>(1)</sup>, и в ~ 10 раз больше по сравнению с данными Ю. Г. Щербакова <sup>(2)</sup>. Исследование золотоносности главных типов ультрабазитов массива показало, что средние содержания Au в них относительно близки (табл. 1). Более высокие содержания этого элемента характерны для диаллаговых и роговообманковых пироксенитов и горнблендитов, а более низкие — для оливниновых пироксенитов и верлитов (результаты получены в пробирной лаборатории Качканарского горнообогатительного комбината).

Характерной чертой золотоносности ультрабазитов изученного массива является чрезвычайно неравномерное распределение Au во всех типах пород. Максимальные содержания Au в 330 раз превышают минимальные его содержания (для диаллагитов). Дисперсия концентраций Au для большинства исследованных ультраосновных пород значительная. Содержание Au в ультрабазитах не коррелирует с содержаниями породообразующих и рудных элементов. Эта же специфика распределения отмечена для Pt и Pd, концентрации которых не коррелируют с содержаниями Mg и элементов семейства железа <sup>(3)</sup>. Однако подобное распределение Au, т. е. в высшей степени неравномерное, не характерно для большей части других редких и малых элементов, содержащихся в ультрабазитах, в особенности для Sc, V, Ti, Cr, Mn, Co, Ni. Эти элементы в антимонит-минеральных породах, как правило, имеют довольно устойчивые содержания <sup>(4)</sup>; они же корреляционно связаны между собой, а также с Fe и Mg.

Несоответствие в распределении Au и элементов семейства железа зависит в основном от формы их нахождения в изученных породах и минералах. Если для Sc, V и других второстепенных элементов в пироксе-

Таблица 1

Содержание золота в ультрабазитах Гусевогорского массива

Порода	Число проб	Содержание Au г/т	
		пределы	среднее
Пироксениты диаллаговые и роговообманковые	131	0,004—1,3	0,14
Пироксениты оливниновые	62	0,002—0,5	0,08
Верлиты	7	0,004—0,6	0,08
Горнблендиты	3	0,020—0,3	0,12

нитах преобладает изоморфное замещение главным образом  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  в породообразующих и рудных минералах, то Au присутствует преимущественно в виде неструктурных примесей: мелких включений минералов золота и, вероятно, атомов Au, сорбированных силикатными и рудными минералами в процессе кристаллизации. Наличие включений Au в ультрабазитах Гусевогорского массива было подтверждено Е. Д. Усковым путем выделения минералов Au из искусственного тяжелого шлиха, где они накапливаются наряду с самородной Pt. Установлены самородное Au и электрум с примерным отношением в шлихе 1:1. Пробирный анализ минералов Au выполнен в институте «Уралмеханобр» (5). Присутствие примесей других минералов, которые не удалось отделить от мелких зерен Au, сказалось на сумме результатов анализа (табл. 2).

Самородное золото, характерного желтого цвета, представлено более крупными зернами (до 2 мм) неправильной формы (рис. 1). Электрум, соломенно-желтого цвета, имеет более мелкие зерна (до 0,5 мм), на которых заметны отдельные плоскости. Очень редко встречаются красновато-желтые золотишки, вероятно медистого золота. Ситовой анализ показал, что наиболее распространенная крупность зерен минералов Au соответствует +0,20 — 0,40 мм (54%):



Рис. 1. Минералы золота. а — самородное золото, б — электрум. 25X

Ситовой состав, мм	-1,25	-0,80	-0,56	-0,40	-0,28	-0,20	-0,14—0,10
Содержание классов крупности, %	+1,25+0,80	+0,56	+0,40	+0,28	+0,20	+0,14	+0,10
	16,7	7,1	0,7	9,0	18,8	35,2	3,4 8,8 0,3

Сравнение с самородной Pt, выделенной из тех же проб, позволило установить, что в среднем включения минералов Au мельче, чем зерна Pt (рис. 2).

Таблица 2

Результаты химического анализа минералов золота Гусевогорского массива (вес. %)

Минерал	u	Ag	Pt	(Ir, Rh, Ru)	Fe	Cu	Zn	Ni	Сумма
Самородное золото	82,23	2,94	0,02	1,50	0,24	0,09	0,03	0,01	87,06
	94,46	3,38	0,02	1,72	0,28	0,10	0,03	0,01	100
Электрум	77,81	17,63	Сл.	0,24	0,67	0,06	0,07	0,02	96,50
	80,66	18,24	»	0,25	0,70	0,06	0,07	0,02	100

Исследованные ультрабазиты Гусевогорского массива часто содержат значительное количество роговой обманки и серу ( $\geq 0,0n\%$ ). В пробах, из которых были выделены наиболее крупные включения минералов Au, отмечалось повышенное количество сульфидов и Pt (<sup>6</sup>). Например, в

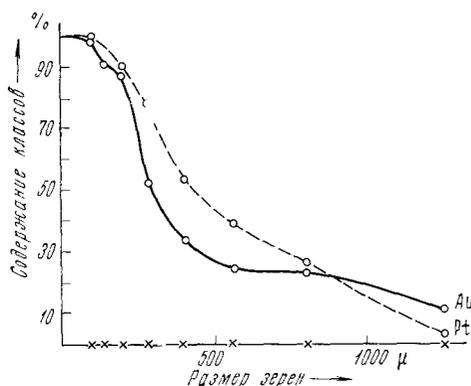


Рис. 2. Характеристика крупности шлихов Au и Pt

горнблендитах количество халькопирита и борнита, по нашим подсчетам, иногда достигает 5,2%, а пирита 5,4%. Предполагается, что на первых этапах кристаллизации Pt могла быть в виде металлов и в виде сульфидов (<sup>7</sup>). При остывании стабильность сульфидов падала и выделялась самородная Pt. Аналогичная схема возможна для образования минералов Au, которые обычно ассоциируют в ультраосновных породах с платиноидами и сульфидами.

Таким образом, чрезвычайно неравномерный характер распределения Au в ультрабазитах Гусевогорского массива, отсутствие корреляционной связи с породообразующими рудными и большинством редких и малых элементов, наличие мелких включений самородного Au и электрума указывают на то, что основная масса золота в ультрабазитах не может находиться в виде изоморфной примеси. Изоморфному вхождению  $Au^+$  в главные минералы, у которых преобладает ионная связь, препятствует его высокая электроотрицательность, равная 2,3. При такой электроотрицательности для Au благоприятны минералы, у которых преимущественное значение имеют ковалентные связи. В первую очередь ими могут быть халькогениды.

В заключение отметим, что общий более высокий уровень концентраций Au в исследованных ультрабазитах Гусевогорского массива по сравнению со средним содержанием золота в ультраосновных породах позволяет говорить о возможности выявления повышенной золотоносности и на других ультрабазитовых массивах габбро-пироксенит-дунитовой, гипербазитовой и, возможно, других магматических формаций. Аналогичное заключение сделано для ультраосновных массивов Урала в отношении Pt (<sup>8</sup>). Наиболее высокие концентрации Au можно ожидать в ультрабазитах, обогащенных сульфидами и характеризующихся повышенным содержанием роговой обманки, концентрация Au в которой достигает 1 г/т.

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов  
Москва

Поступило  
13 IX 1970

Качканарский горно-обогатительный комбинат

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962). <sup>2</sup> Ю. Г. Щербakov, Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях, «Наука», 1967. <sup>3</sup> О. Е. Юшко-Захарова, В. В. Иванов и др., Геохимия, минералогия и методы определения элементов группы платины, 1970. <sup>4</sup> Л. Ф. Борисенко, Е. Д. Усков, Н. С. Лучин, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1 (1969). <sup>5</sup> В. Г. Фоминых, Е. Д. Усков, Ю. А. Волченко, Изв. Томск. политехн. института, 239, 1970. <sup>6</sup> Л. Ф. Борисенко, Редкие и малые элементы в гипербазитах Урала, «Наука», 1966. <sup>7</sup> B. Sagma, B. Sen, A. Chowdhury, Econ. Geol., 61, № 3 (1966). <sup>8</sup> В. Г. Фоминых, В. П. Хвостова, ДАН, 191, № 2 (1970).