Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVIII, вып. 2, 1965 г.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКОВ ЗОЛОТА В АЛДАНСКОМ РАЙОНЕ

О. В. Салье

В связи с разработкой гидрохимического метода поисков золота и других полезных ископаемых сейчас возросло внимание к изучению микрокомпонентов в подземных и поверхностных водах Алданского района *.

Общий платообразный характер рельефа Алданского района на отдельных участках нарушается наличием одиночных гольцов и гольцовых гряд, где берут начало реки района. Гидрографическая сеть принадлежит бассейну р. Алдан и ее крупным притокам — Тимптон, Якокит, Селигдар. Климат района резко континентальный с годовым количеством осадков порядка 440 *мм* и среднегодовой отрицательной температурой воздуха —6° С.

В районе широко развиты процессы карстообразования и наличия островной многолетней мерзлоты. Прерывистость зоны мерзлых пород отмечена по площади и в разрезе. Мощность мерзлой зоны изменяется в широких пределах, достигая на некоторых участках 100 *м* и более. Сезонное промерзание и оттаивание пород сопровождается морозобойными трещинами, пучением грунтов, наледями, термокарстом и солифлюкционными процессами.

В геологическом строении района, в том числе и Куранахского рудного поля, участвуют породы архея, представленные различными гнейсами и кристаллическими сланцами. Они перекрыты нижнекембрийскими карбонатными породами, расчленяемыми на пять свит (юдомскую, пестроцветную, тумулдурскую, унгелинскую, кутаргиновую) суммарной мощностью 700 *м*. В известняках и доломитах нижнего кембрия широко развита пиритизация. На размытой поверхности нижнекембрийских образований залегают нижнеюрские разнозернистые песчаники, песчано-слюдистые сланцы, гравелиты, мелкогалечные конгломераты. Эти породы в виде глыб и обломков заполняют карстовые полости в нижнекембрийских карбонатных породах. Четвертичные отложения представлены аллювием, делювием и элювием, мощность которых не превышает первого десятка метров.

Подземные воды района в соответствии с его геологическим строением, характером горных пород и наличием мерзлоты подразделяются на над-, меж- и подмерзлотные трещинные, трещинно-карстовые и поровые воды, приуроченные к архейским нижнекембрийским, юрским и четвертичным отложениям.

Полевые гидрохимические работы нами проводились на месторождениях золота куранахского типа. Ю. С. Маслов [4] считает, что формирование подобных месторождений протекало в два этапа: первый привел к образованию первичных кварцевых и кварцево-сульфидных руд, второй —

* Гидрохимическими исследованиями в Алданском районе занимались Е. А. Басков и Г. И. Климов, Г. М. Эпштейн и М. А. Всеволожская, Н. П. Чибисов, В. Л. Кожара, Л. В. Разин и И. С. Рожков, а также тематическая партия Ленинградского горного института, в составе которой работал автор настоящей статьи.

к широкому развитию процессов выветривания и карстообразования, которые обусловили возникновение новых вторичных месторождений.

Золоторудные месторождения куранахского типа локализованы в карстовых полостях, формы и размеры которых определяют структурные особенности каждого рудопроявления. В результате интенсивного химического выветривания все руды превращены в охристо-глинистые продукты. Зона окисления на Куранахских месторождениях достигает 200 *м*.

В период полевых работ отобраны пробы на общий химический анализ с определением CO_3, HCO_3, SO_4, Cl, Ca, Mg, Fe, SiO_2, pH и окисляемости, а также для получения сухих остатков и концентратов на спектральное определение микрокомпонентов. Концентраты получали методом соосаждения золота с каломелью и микроэлементов с сульфидом кадмия. *

Установлено, что минерализация поверхностных и подземных вод Куранахских месторождений не превышает 0,5 *г/л*, величина pH изменяется от слабо кислой до слабо щелочной (6,5—7,4). Таким образом, воды гидрокарбонатные кальциевые, часто смешанного катионного состава. Как следует из табл. 1, результаты исследований ВСЕГЕИ и Ленинградского горного института аналогичны. Исследованиями же Якутского филиала АН СССР присутствие ионов SO_4 и Cl не установлено. Это, по-

Таблица 1

Химический состав вод Куранахского рудного поля

Яфан, 1963	ВСЕГЕИ, 1961	ЛГИ, 1963
	Ручьи местной гидросети	
$M\ 0{,}36\ \frac{HCO_3100}{Ca57\ Mg31\ Na12}$	$M\ 0{,}24\ \frac{HCO_396\ Cl3\ SO_41}{Ca72\ Mg24\ Na2}$	$M\ 0{,}20\ \frac{HCO_397\ Cl2\ SO_41}{Ca58\ Mg31\ Na11}$
Грунтовые воды (источники)	**Реки и ручьи, дренирующие воды четвертичных отложений**	
Надмерзлотные (делювий известняков)		
$M\ 0{,}41\ \frac{HCO_3100}{Ca55\ Mg33\ Na11}$	$M\ 0{,}24\ \frac{HCO_396\ Cl3\ SO_41}{Ca67\ Mg24\ Na5}$	$M\ 0{,}27\ \frac{HCO_396\ Cl3\ SO_41}{Ca60\ Mg39\ Na1}$
	Реки и ручьи, дренирующие воды нижнекембрийских отложений	
Межмерзлотные (золотоносные карстовые полости)		
$M\ 0{,}27\ \frac{HCO_3100}{Ca73\ Mg15\ Na12}$	$M\ 0{,}30\ \frac{HCO_3100}{Ca61\ Mg39\ Na4}$	$M\ 0{,}30\ \frac{HCO_394\ Cl_4\ SO_41}{Ca67\ Mg28\ Na5}$
Подмерзлотные (закарстованных известняков)		
$M\ 0{,}27\ \frac{HCO_3100}{Mg88\ Ca12\ Na0{,}4}$		
	Рудничные воды	
$M\ 0{,}09\ \frac{HCO_3100}{Na54\ Ca28\ Mg19}$		
$M\ 0{,}10\ \frac{HCO_3100}{Na48\ Mg33}$	—	$M\ 0{,}05\ \frac{HCO_382\ Cl15\ SO_45}{Ca51\ Na29\ Mg20}$**
$M\ 0{,}12\ \frac{HCO_3100}{Mg46\ Ca42\ Na13}$		

* 1962 г.

** Химические анализы выполнены В. Н. Шемякиным, спектральные — лабораторией Горного института.

видимому, объясняется разновременностью отбора проб. Какой-либо определенной зависимости содержания золота в водах от состава макрокомпонентов не наблюдается, что соответствует выводам Л. В. Разина [5].

Золото обнаруживается в рудничных водах (до 1 *мкг/л*) и улавливается в поверхностных водотоках вблизи месторождений. Отмечена некоторая взаимосвязь содержания золота, мышьяка, сурьмы и таллия: из 180 проб золото обнаружено в 36 пробах (22%), таллий в 30 (18%), мышьяк в 29 (15%) и сурьма в 85 (50%). В 36 пробах, содержащих золото, в двух пробах оно сопровождалось только мышьяком, в семи — только сурьмой, в семи — таллием и мышьяком, в двух — таллием и сурьмой, в остальных пробах золоту сопутствуют мышьяк, сурьма и таллий.

Содержание золота изменяется от следов до 1 *мкг/л*, таллия — до 1%, мышьяка — до 0,2%, сурьмы — до 0,05%. Таллий и мышьяк образуют ореолы вблизи золоторудных участков, а сурьма имеет более широкий ореол рассеяния (см. рисунок).

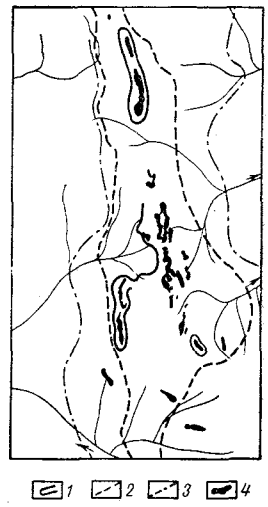


Схема гидрохимических ореолов.

1 — по золоту, таллию; *2* — по мышьяку; *3* — по сурьме; *4* — рудное тело

Результаты спектрального анализа сухих остатков проб воды, отобранных в различные годы, совпадают по целому ряду элементов (табл. 2).

Сравнение средних содержаний некоторых элементов с вычисленными региональными кларками гидросферы для данного района показывает несколько отличные результаты (табл. 3).

Таблица 2

Микрокомпоненты в водах Куранахского рудного поля

Элемент	Дренирующих четвертичные отложения, по данным, вес. %						Дренирующих нижнекембрийские отложения по данным, вес. %					
	ВСЕГЕИ, 1961 г.			ЛГИ, 1963 г.			ВСЕГЕИ, 1961 г.			ЛГИ, 1963 г.		
	Число проб	Минимальное	Максимальное	Число проб	Минимальное	Максимальное	Число проб	Минимальное	Максимальное	Число проб	Минимальное	Максимальное
Si	13	0,3	3	15	Основа		4	0,3	1	7	Основа	
Al	13	0,03	3	15	0,01	0,1	4	0,003	0,3	7	0,1	3
Fe	13	0,1	1	15	0,001	0,01	4	0,1	0,3	7	0,03	0,3
Mn	13	0,003	3	15	0,001	0,01	4	0,003	0,1	7	0,003	0,05
Ni	7	0,001	0,3	—	—	—	2	0,001	—	1	0,001	—
Co	3	0,001	—	—	—	—	—	—	—	1	0,001	—
Ti	12	0,001	0,03	14	0,001	0,01	4	0,001	0,03	7	0,003	0,03
V	2	0 001	—	11	0,001	—	—	—	—	7	0,002	0,02
Cr	1	0,01	—	—	—	—	—	—	—	1	0,003	—
Mo	—	—	—	10	0,001	—	—	—	—	5	0,001	—
Zr	1	0,001	—	—	—	—	—	—	—	3	0,003	0,03
Be	6	0,001	—	—	—	—	—	—	—	1	0,0002	—
Cu	13	0,001	0,01	15	0,001	0,003	4	0,003	0,01	7	0,001	—
Pb	9	0,001	0,003	—	—	—	2	0,0003	0,003	1	0,01	—
Ag	12	0,0003	—	12	0,001	—	4	0,0003	—	3	0,001	—
Zn	11	0,003	1	—	—	—	4	0,03	0,3	—	—	—
Sn	1	0,001	—	—	—	—	1	0,001	0,01	—	—	—
Y	1	0,003	0,01	—	—	—	—	—	—	1	0,01	—
Sr	13	0,01	0,1	12	0,01	—	4	0,01	0,1	4	0,01	0,1
Ba	12	0,003	0,03	1	0,03	—	3	0,01	0,03	2	0,03	—

Таблица 3

Сравнение микрокомпонентов Куранахского рудного поля с региональными кларками

Элемент	Кларк гидросферы		Среднее содержание микрокомпонентов в реках и ручьях, дренирующих отложения			
			четвертичные		нижнекембрийские	
	по Виноградову [3]	по району, ВСЕГЕИ	ВСЕГЕИ, 1961 г., 13 проб	ЛГИ, 1963 г., 15 проб	ВСЕГЕИ, 1961 г., 4 пробы	ЛГИ, 1963 г., 7 проб
Si	$5 \cdot 10^{-5}$	1,01	1,33	Основа	0,65	Основа
Al	$1 \cdot 10^{-6}$	0,207	0,358	0,047	0,812	0,582
Fe	$5 \cdot 10^{-6}$	0,266	0,256	0,016	0 02	0,182
Mn	$5 \cdot 10^{-7}$	0,0155	0,217	0,005	0,023	0,247
Ti	$1 \cdot 10^{-7}$	$3{,}2 \cdot 10^{-3}$	$3{,}4 \cdot 10^{-3}$	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$8{,}5 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$
Cu	$2 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$2{,}7 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^{-3}$
Pb	$5 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-4}$	—	—	$7 \cdot 10^{-4}$	$10 \cdot 10^{-4}$
Ag	$1 \cdot 10^{-9}$	$4 \cdot 10^{-4}$	—	—	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Sr	$1 \cdot 10^{-3}$	$5{,}3 \cdot 10^{-3}$	$2{,}6 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
Ba	$5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$

Значительные отклонения отдельных элементов наряду с рядом других факторов (методикой отбора проб, анализом в различных условиях и т. п.) обусловлены разновременностью отбора проб по годам, хотя отбор проб в том и другом случаях производился в один сезон (июль, август).

Итак, в куранахском типе месторождений мышьяк, сурьма и таллий могут служить поисковыми признаками на золото. Определенный поисковый интерес на золото представляют также Mn, Fe, Ag, SiO_2.

Однако необходимы стационарные наблюдения за режимом химического состава вод для установления характера изменения концентраций отдельных макро- и микроэлементов во времени с учетом промерзания и оттаивания горных пород.

Экспериментально-лабораторное определение золота должно быть продолжено более чувствительным методом, чем существующие. Кроме того, гидрохимические исследования необходимы на других золоторудных месторождениях района.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский А. А. Гидрохимический метод поисков рудных месторождений. Госгеолтехиздат, 1957.
2. Белякова Е. Е. Гидрохимический метод поисков рудных месторождений в аридных и полуаридных областях. Госгеолтехиздат, 1962.
3. Виноградов А. П. Распределение химических элементов в земной коре. «Геохимия», № 1, 1956.
4. Маслов Ю. С. Основные особенности образования некоторых типов золоторудных месторождений. «Разведка и охрана недр», № 11, 1959.
5. Разин Л. В., и Рожков И. С. Геохимия золота в коре выветривания и биосфере провинции многолетней мерзлоты на Алданском щите. Тр. ЯФАН, сер. геол., вып. XVI, 1963.
6. Удодов П. А., Онуфриенок И. П., Парилов Ю. С. Опыт гидрохимических исследований в Сибири. Изд-во «Высшая школа», 1962.