

**СУРЬМА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ
НЕКОТОРЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЯНЬ-ШАНЯ
(Кураминский и Алайский хребты)**

Н. М. ШВАРЦЕВА, Д. ЛЯН

(Представлена профессором П. А. Удодовым)

До настоящего времени в литературных источниках имеются лишь отдельные факты, свидетельствующие о присутствии сурьмы в подземных водах золоторудных, сурьмяных, полиметаллических и др. месторождений (Шварцева, 1971). Этот элемент входит в группу элементов-гидролизаторов, т. е. уже при рН меньше 3 идет гидролиз с образованием гидроокиси. В то же время наши исследования показали, что сурьма обладает достаточно хорошей миграционной способностью в подземных водах. При этом она обнаруживает явную тенденцию к увеличению миграционной способности в наиболее щелочных и сероводородных водах.

С целью выяснения общих закономерностей поведения сурьмы в подземных водах рудных месторождений нами были проведены гидрогеохимические исследования на северном склоне Кураминского хребта в районе золоторудных месторождений Кочбулак, Актурпак, медно-молибденового — Кальмакыр и полиметаллического — Кургашикан. Параллельно с этими исследованиями специально были изучены рудничные воды сурьмяного Кадамджайского месторождения (северные отроги Алайского хребта). Всего было проанализировано 215 проб воды только на сурьму, не считая других определений. Анализы были выполнены в Центральной лаборатории Министерства геологии Узбекской ССР и в проблемной геологической лаборатории Томского политехнического института.

Исследованные месторождения расположены в пределах раскрытых водонапорных систем Кураминского и Алайского хребтов и характеризуются наличием общих черт формирования химического состава подземных вод. Так, сильно расчлененный рельеф способствует проникновению агрессивных инфильтрационных вод на значительную глубину и хорошей промываемости горных пород в области питания, что способствует формированию фоновых гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией 0,1—0,4 г/л. Инфильтрационные воды, богатые кислородом и углекислотой, обладают большой растворяющей способностью, что благоприятствует процессам выщелачивания горных пород и выносу химических элементов за пределы профиля выветривания. Вместе с тем сухой аридный климат, относительно небольшое количество атмосферных осадков, почти полное их отсутствие в течение долгого летнего периода в предгорной части, где расположены описываемые месторождения, приводит к формированию сульфатных натриевых вод с минерализацией до 11,2 г/л. Повышение концентрации

в водах сульфат-иона часто связаны с процессами континентального засоления.

В геологическом строении района принимает участие сложный и разновозрастный комплекс осадочных, эффузивных и интрузивных пород. Подробное описание геологического строения района можно найти в работах С. Т. Бадалова (1965), Р. А. Мусина (1970), Е. З. Мещанинова (1969), Н. А. Никифорова (1969) и др., поэтому на этом вопросе мы не останавливаемся.

В результате исследований было установлено, что сурьма пользуется повсеместным распространением в подземных водах данного района. Преобладающие ее содержания определены в пределах 0,01—2 мкг/л, что соответствует фоновому содержанию. Повышенные значения сурьмы в количествах 5 мкг/л, чаще — 10—20 мкг/л, иногда от 42 до 5000 мкг/л отмечаются только в подземных водах месторождений.

В районе месторождений были изучены воды всех саев, источников и воды всех штолен. Некоторые результаты этих исследований приведены в таблице, из которой видно, что сурьма присутствует в подземных водах золоторудных месторождений в значительных количествах (от 1,3 до 73 мкг/л). В отдельных точках опробования высокому содержанию сурьмы соответствуют максимальные содержания золота. Однако в абсолютном отношении содержания сурьмы в 5—50, иногда в 100 раз превосходят содержания последнего.

В пределах всех месторождений распространены нейтральные и слабощелочные воды, тем не менее концентрация сурьмы в них везде высока, особенно в случае, когда вскрываются зоны неокисленных руд, воды которых обогащаются сурьмой при интенсивном окислении рудных минералов, вскрытых, например, в карьере месторождения Кургащинкан (точки 1161—1164). Устанавливается также зависимость содержания сурьмы от характера питания подземных вод. Так, в южной части месторождения Актурпак наблюдается подпитывание трещинных вод и вод зон тектонических нарушений водами аллювиальных отложений. В результате этого здесь формируются смешанные гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатно-гидрокарбонатные воды с минерализацией до 1,0 г/л и содержанием сурьмы всего лишь 2,2—3,8 мкг/л. Далее по направлению прунтового потока гидрокарбонатно-сульфатные воды сменяются сульфатными с общей минерализацией до 2 г/л. Содержание сурьмы при этом увеличивается до 20 мкг/л.

Результаты проведенных нами исследований показывают, что сурьма в подземных водах образует потоки рассеяния значительных размеров. Так, например, на золоторудном месторождении Кочбулак ее потоки рассеяния прослеживаются на расстоянии до 500 м.

Наиболее высокие концентрации сурьмы, достигающие 5000 мкг/л, обнаружены нами в пределах Кадамджайского сурьмяного месторождения, воды которого характеризуются реакцией рН 7,0—8,4, повышенной минерализацией до 11,2 г/л и присутствием сероводорода (таблица). Тот факт, что в этих водах присутствуют высокие концентрации сурьмы, говорит о существовании воднорастворимых комплексных соединений, препятствующих ее гидролизу. Наиболее вероятно, что в таких условиях происходит образование комплексного иона SbS_3^{3-} , который, по данным В. В. Щербина (1962), способствует миграции сурьмы в слабощелочной и восстановительной среде. Высокие содержания сурьмы, обнаруженные нами в нейтральных и слабощелочных водах Кадамджайского месторождения, свидетельствуют об интенсивной растворимости в определенных условиях антимонита, возможно под влиянием автотрофных организмов недавно обнаруженных в пределах этого месторождения Н. Н. Ляликовой (1967), что способствует значительному выносу сурьмы за пределы месторождения с образованием

Таблица

Содержание сурьмы и золота в подземных водах некоторых месторождений Тянь-Шаня

Название месторождения	№ проб.	Характер водоупункта	Химический состав вод	Общая минерализация, г/л	pH	Сурьма, мкг/л	Золото, мкг/л
1	2	3	4	5	6	7	8
Золоторудные месторождения							
Кочбулак	4	штольня	сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	1,0	6,9	21	не опр.
	13	штольня	сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	1,2	7,0	5,7	0,78
	28	штольня	не определено	не опр.	не опр.	42	не опр.
	29	штольня	сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	0,8	7,1	15	2,66
	33	штольня	сульфатный кальциевый	1,6	7,4	21	1,06
	1005	штольня	сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциево-магниевый	0,6	7,2	59	не опр.
	1016	штольня	сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриево-магниевый	2,8	7,4	73	не опр.
	22	сай	сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	1,4	7,4	3,9	0,49
	37	сай	сульфатный натриевый	1,9	7,0	10,0	0,24
локальный фон						2,6	0,1
Актурпак	1201	штольня, капез	гидрокарбонатно-сульфатный натриевый	0,4	7,4	3,8	0,32
	1202	штольня, источник	сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	0,77	7,2	2,2	0,09
	1204	штольня, смешанное	сульфатный, кальциевый	0,95	7,5	1,3	0,24
	1205	штольня, зона нарушения	сульфатный, кальциевый	1,64	7,2	20,0	1,17
	1207	штольня, разлом Северный	сульфатный, кальциевый	1,76	7,0	не обн.	не обн.
	1208	штольня, смешанное	сульфатный, натриевый	1,15	8,2	2,2	0,60
	1210	штольня, разлом Лимонитовый	сульфатный кальциевый	0,80	7,5	не обн.	не обн.
	локальный фон						2,0
Полиметаллическое месторождение							
Кургашикан	1144	карьер, зона окисления	сульфатно-гидрокарбонатный натриевый	1,45	7,7	3,4	0,02
	1158	карьер, зона окисления, Центральный разлом	»	1,59	7,8	6,0	0,08
	1160	карьер	сульфатно-хлоридный натриевый	1,63	7,9	18,0	0,096
	1161	карьер, воды зоны неокисл. руд	сульфатно-хлоридный магниевый	2,01	7,0	21,0	0,04
	1162	»	сульфатный, натриев.	1,43	7,2	19,0	0,12
	1163	»	»	1,73	7,2	10,0	0,24
	1164	»	сульфатный, магниев.	2,06	7,1	25,0	0,28
Медно-молибденовое месторождение							
Кальмакыр	1147	карьер	не определялся	не опр.	не опр.	9,0	0,32
	1148	»	сульфатный, магниевый	2,61	7,5	6,8	не опр.
	1149	»	сульфатный, натриевый	не опр.	не опр.	3,7	не обн.
	1150	»	не определялся	1,91	7,1	0,5	не обн.
	локальный фон						2,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Сурьмяное месторождение							
Кадамджай	Горизонт 960						
	3	шахта, источник	сульфатный, натриевый	1,9	6,8	3400*	
	5	шахта, ист. из рудонос. брекчии	»	2,0	7,5	3200	
	6	шахта, источник	»	2,0	6,8	1530	
	9	шахта, скв. 29	сульфатный, магниевый	1,6	7,0	3150*	
	10	шахта, источник Горький	»	11,2	7,8	5750*	
	11	шахта, ручейки на стене	»	2,0	8,0	4500*	
	8	Горизонт 990 шахта, зона окисления		»	2,0	7,5	5750
региональный фон					менее 2 мкг/л		

* — присутствует сероводород.

водных потоков рассеяния до 1,5 км. Аномальные содержания сурьмы (более 1000 мкг/л) отмечаются только в подземных водах рабочих штреков и хорошо развитой зоной окисления Кадамджайского месторождения. В водах золоторудных месторождений подобные процессы, возможно, тоже имеют место, но в меньших масштабах и присутствие сурьмы в их водах также говорит о ее миграции в виде комплексных соединений.

Из всего этого следует, что сурьма хорошо мигрирует в подземных водах как сурьмяных, так и золоторудных месторождений. Она способна образовывать четкие водные потоки рассеяния с протяженностью 500 и более метров. Все это позволяет рекомендовать сурьму в качестве поискового критерия на указанные типы месторождений при поисках глубоко залегающих рудных тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Т. Бадалов. Полезные ископаемые Алмалыкского рудного района. УзССР, «Наука», 1965.
2. Н. И. Ляликова. Окисление антимонита новой культурой тионовых бактерий. ДАН, т. 176, № 6, 1967.
3. Е. З. Мещанинов. Геология Алмалыкского рудного поля. В кн.: «Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана». УзССР, Изд-во ФАН, 1969.
4. М. А. Никифоров. Ртутно-сурьмяное месторождение Южного Тянь-Шаня. Фрунзе, «Илим», 1969.
5. Н. М. Шварцева. Распространение сурьмы в подземных водах. Изв. ТПИ, т. 217, Томск, 1971.