Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 3, 62—68, 1969

УДК 553.068.4

С. М. МАТЕВОСЯН, Э. М. МАДАТЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ ЗОДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ввиду того, что зона окисления сульфидных руд является особым генетическим типом золоторудных месторождений, имеющим важное промышленное значение, и переработка этих руд требует особого технологического подхода, зона окисления и вопросы вторичной зональности руд Зодского золоторудного месторождения заслуживают серьезного внимания.

Размеры и очертания окисленных руд Зодского месторождения в плане определяются контурами первичных рудных тел на данном сечении, отвечающем уровню современной эрозии. Они то суживаются до тонких полос, то опять расширяются в виде новых мощных рудных раздувов, а местами, переплетаясь или сливаясь друг с другом, образуют мощные узлы сложного очертания. Зоны эти, как наиболее слабые, послужили путями циркуляции подземных вод.

По физико-химическим условиям, вещественному составу и различной степени окисления, руды Зодского месторождения можно подразделить на три зоны:

1. Зона окисления, сложенная бурыми железняками, с реликтами сульфидных руд.

2. Зона частичного выщелачивания, представленная рудами.

3. Зона первичных или сульфидных руд, представленная кварц-карбонатной породой с сульфидной минерализацией (рис. 1).

Зона окисления Зодского месторождения не является однородной, различные ее горизонты находятся в различных стадиях развития. Так, близповерхностные горизонты, как обычно, принадлежат к более ранним стадиям развития зоны окисления. Они подвергались энергичному воздействию окисляющих и растворяющих агентов, которые вызывали здесь неизмеримо более резкие изменения, чем в глубоких горизонтах. Тем не менее, нацело окисленных руд на Зодском месторождении, даже в приповерхностной зоне, почти не встречается.

Вертикальная глубина зоны окисления (включая и зону выщелачивания), по данным пройденных выработок, составляет в среднем 120 м. По отдельным зонам, находящимся в более благоприятных условиях для просачивания метеорных вод, процессы окисления проникали в более глубокие горизонты (шт. 25, штрек 5, рассечка 2).

Нижняя граница зоны окисления выражена не четко. Она связана постепенными переходами с зоной сульфидного оруденения. Промежуточный горизонт выщелоченных руд по минералогическому составу и

по содержанию металла не выделяется. В пределах зоны окисления участки с убогими рудами также не встречаются. Не установлено также развития богатых горизонтов руд. По имеющимся четырем горизонтам, а также по восстающим выработкам, золото распределяется относительно равномерно как в окисленных, так и в сульфидных рудах. Наиболее благоприятным для образования зоны вторичного обогащения по геологическим условиям является горизонт 2366 м. Однако и здесь среднее содержание золота не превышает среднего содержания по месторождению. Поэтому наличие зоны вторичного обогащения на Зодском месторождении исключается.

При изучении вещественного состава руд зоны окисления выявлено более 48 гипергенных минералов, перечень которых приводится ниже:

Гипергенные минералы Зодского месторождения			
Часто встречающиеся		Редко встречающиеся	
Гётит	Опал	Медь	Вермикулит
Гидрогётит	Бисмутит	Аннабергит	Аттапульгит
Лимонит	Монтанит	Эритрин	Эммонсит
Пиролюзит	Смитсонит	Монтмориллонит	Церуссит
Ковеллин	Малахит	Милошит	Теллурит свинца
Халькозин	Азурит	Керолит	Сервантит
Скородит	Магнезит	Галлуазит	Хризоколла
Непуит	Золото	Валентинит	Блекент
Гарниерит	Серебро	Стибиконит	Кермезит
Каолинит	Фуксит	Бисмит	Сепиолит
Кальцит	Тенорит	Заратит	
Кварц	Псиломелан	Селормонтит	Борнит
Халцедон			

Описание минералов зоны окисления приводится по материалам Т. А. Твалчрелидзе, Н. И. Тагуновой, Ш. О. Амиряна, Зодской геологоразведочной экспедиции и др.

По составу гипергенных минералов руды зоны окисления представлены почти исключительно гидроокислами железа-гидрогётитом и гётитом, связанными взаимными переходами. Прочие гипергенные минералы занимают подчиненное положение. Среди минералов по форме легко отличаются остаточные и перенесенные лимониты. Последние отлагались из нисходящих вод по трещинам. В более глубоких гирозонтах от поверхности земли (гор. 2447, частично 2366 м) в рудных зонах в изобилии встречаются лимониты, придающие всей зоне ржаво-бурую окраску. Макроскопические и микроскопические наблюдения показывают, что в рудных зонах Центрального участка, в особенности в рудах с брекчиевидной текстурой, перенесенный лимонит почти отсутствует. Основная масса лимонита представлена остаточной разностью. Наблюдается некоторая связь процессов окисления с текстурами и структурами руд.

Текстуры руд Зодского месторождения широко представлены брек-

чиевидными разностями. Относительно меньше встречаются равномерно вкрапленная, ленточная и пятнистая текстуры. Упомянутые текстуры руд (за исключением широко развитых брекчиевидных) являются благоприятными для переотложения золота. Цементом для брекчиевидных текстур служит более поздняя генерация кварца, что значительно затрудняло процесс вторичного обогащения. В ленточных текстурах сплошность минералов способствовала быстрому и полному окислению. В этом отношении можно было ожидать вторичное обогащение по рудным телам или участкам рудных тел с ленточной текстурой и со сплошными рудами, которые на месторождении имеют ограниченное развитие.

Минералогический и химический состав руд в известной степени должен влиять на интенсивность миграции золота, с этой точки зрения жильный кварц практически является инертным минералом. Большое развитие его в рудных жилах Зодского месторождения является отрицательным показателем.

Нередко в составе рудных жил участвуют, в значительных количествах, карбонаты железа и кальция. Содержание карбонатов очень высоко также во вмещающих породах. Известно, что большое количество карбонатов в составе жил или боковых вмещающих пород приводит к утрате кислотного характера рудничных вод, что не содействует миграции золота (М. Н. Альбов, 1960).

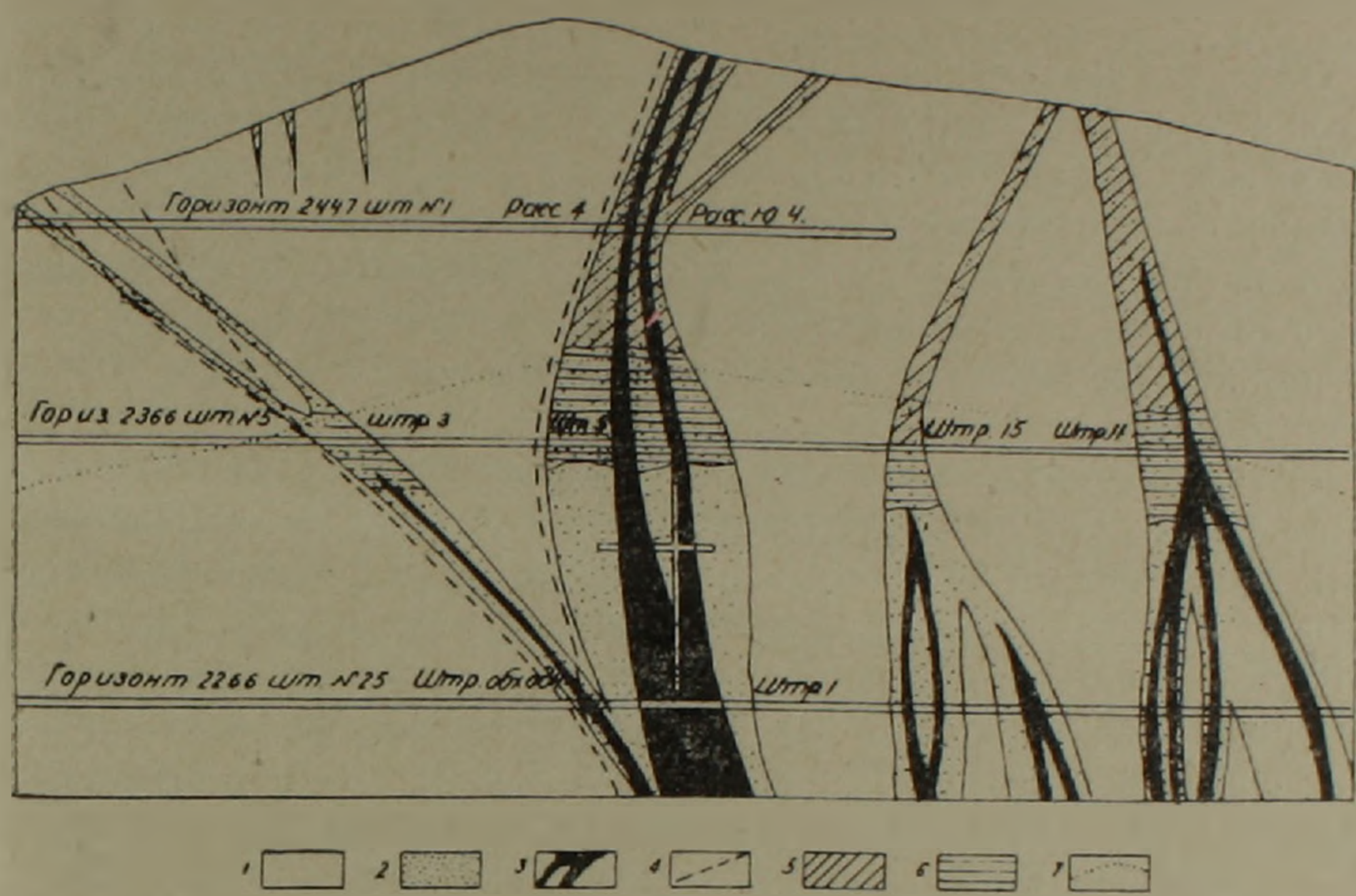
В местах, где в рудах имелись сульфиды—носители первичного тонкодисперсного золота, в частности пирит, при окислении золото могло освобождаться и переноситься в глубину. Однако этот процесс также не мог протекать особенно интенсивно, так как в виду ограниченного разнообразия сульфидов возникновение электрохимических явлений не могло иметь место в достаточной мере. В естественных выходах и вблизи дневной поверхности широко развито выщелачивание пирита, с образованием в кварце пустот. В связи с выщелачиванием пирита и высвобождением связанного с ним тонкодисперсного золота имеет место некоторое понижение золотоносности руд у поверхности. Существенное указание на характер выщелачивания дает содержание теллура. В бурых железняках содержание теллура в среднем достигает 46 г/т, а в сульфидных рудах—74 г/т.

Морфология зон и изменение мощности по падению могут сильно влиять на интенсивность окисления и миграцию элементов (М. Н. Альбов, 1960). Рудные тела Зодского месторождения обладают значительной мощностью, и их мощность с глубиной увеличивается.

Все рудоносные зоны Зодского месторождения, за исключением четвертой, имеют крутое падение (75—90°). Послерудные смещения жил на месторождении имеют ограниченное распространение.

Суммируя все сказанное, нельзя не признать, что условия для значительного перемещения золота на Зодском месторождении в общем не очень благоприятны. Совокупность условий не благоприятствует значительной миграции золота, поэтому и зона обогащения отсутствует. Составленный по содержанию металла разрез по первой рудной зоне

(фиг. 2) и разрез вкрест простирания рудных тел (фиг. 1) показывают, что распределение золота в окисленных и сульфидных рудах подчиняется одним и тем же закономерностям. Во всех случаях рудные тела являются едиными, поэтому не приходится говорить о какой-либо существенной миграции золота.



Фиг. 1. Схематический разрез зоны окисления Зодского месторождения. 1. Боковые породы. 2. Зоны гидротермально измененных пород. 3. Промышленные рудные тела. 4. Тектонические нарушения. 5. Зона окисления. 6. Зона выщелачивания. 7. Уровень грунтовых вод.

Фиг. 2. Распределение золота в плоскости первого рудного тела в условных единицах

Если принять во внимание высказывание академика С. С. Смирнова (1951), что длительной переработкой поверхностными водами одна и таже порция золота может неоднократно переходить в раствор, испытывая каждый раз пусть ничтожное, но преобладающее вниз направление, то некоторое обеднение поверхности и обогащение на глубине не исключается. И действительно, естественные выходы окисленных руд Зодского месторождения большей частью имеют низкое содержание золота и серебра. Среднее содержание золота по поверхности в ряде случаев вдвое меньше среднего по месторождению, поэтому отрицательные результаты анализов на поверхности не могут служить основанием для оценки золотоносности их глубинных частей. Это доказано для Центрального участка и имеет очень важное значение для дальнейшего ис-

следования Западного и Восточного флангов месторождения, где имеющиеся окисленные зоны требуют изучения на глубине.

В процессе окисления руд Зодского месторождения происходило изменение их химического состава, наиболее важным являлось окисление сульфидных минералов, которые являются основными носителями золота.

О степени разложения сульфидов можно судить по количеству свободной и связанной серы. Для окисленных руд процент связанной сульфидной серы составляет от 3,5 до 12,4% от общего количества серы, тогда как для сульфидных руд свободная сера составляет либо ничтожные доли, либо совершенно отсутствует. Для окисленных руд отмечены случаи низкого содержания свободной серы в отношении общей, что объясняется либо механическим переносом, либо переносом в растворенном состоянии.

Другим более надежным показателем окисленных руд является, как известно, соотношение окисного железа к общему железу. В окисленных рудах процент окисного железа доходит до 74 и более процентов от общего железа. Нижнюю границу можно принять в 35%, учитывая и выщелоченные руды. Содержание общего мышьяка и мышьяка в окисной форме также может дать определенное представление об интенсивности процессов окисления. По анализу двух проб мышьяк в окисной форме составляет 88% от общего количества мышьяка. О других гипергенных изменениях свидетельствует увеличение SiO_2 от 35% в сульфидных рудах до 65—70% в окисленных рудах.

Ниже приводится часть анализов только по тем элементам, которые могут быть использованы при определении степени окисления*.

Компоненты	Результаты анализов окисленных руд				Результаты анализов сульфидных руд		
	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO_2	69,76	57,2	58,5	51,92	53,71	30,24	34,45
S общ.	0,17	0,62	0,87	2,51	1,65	5,98	3,7
S сульфид.	0,02	0,02	0,13	0,14	0,09	0,03	3,11
Fe общ.	6,2	7,72	5,19	9,6	8,3	9,48	6,33
Fe окис.	—	—	10,54	6,5	6,0	1,10	2,20
As общ.	0,43	0,43	—	0,49	0,71	4,00	0,26
As окис.	0,33	0,38	—	—	—	—	—
V	0,003	0,0028	0,0044	0,0028	0,0076	0,0076	0,0060

Учитывая тот факт, что значительная часть золота связана с сульфидами, учет разложения сульфидов, в особенности пирита, имеет особо важное значение при изучении зоны окисления.

При разложении сульфидов золото освобождалось, что приводило к образованию определенного количества, так называемого «ржавого» золота, т. е. золота, покрытого пленкой, образовавшейся из продуктов

* Анализы выполнены в институтах Северо-Кавказского ГИИ, ЦНИГРИ, НИГМИ, ИГН АН Армянской ССР и др.

разложения данного сульфида. Наличие «ржавого» золота установлено рациональными анализами технологических и других проб. При этом в сульфидных рудах количество «ржавого» золота составляет от 2,4 до 4,3% от общего его количества, а в окисленных рудах оно составляет от 5,76 до 16,7%.

Для определения границы зоны окисления произведены специальные исследования путем анализа проб на предмет определения содержания окисного и общего железа в рудах по восстанию первой рудной зоны из горизонта 2266 м к горизонту 2366 м.

Таким образом было установлено, что граница зоны окисления проходит по горизонту 2366 м, где одновременно встречаются окисленные и сульфидные руды.

Выводы

1. Вертикальная глубина зоны окисления, по данным пройденных выработок, составляет в среднем 150 м.

2. Зона вторичного обогащения на Зодском месторождении не установлена (по пройденным четырем разведочным горизонтам наблюдается относительно равномерное распределение металла по вертикали. горизонт каких-либо богатых руд в смешанных или сульфидных рудах не устанавливается). Установлено только незначительное перемещение золота по вертикали в приповерхностных частях месторождения.

3. Заниженные результаты анализов на золото по пробам, взятым с поверхности, не могут служить основанием для практической оценки золотоносности без изучения глубоких горизонтов, что имеет решающее значение в оценке флангов месторождения.

4. В поверхностных, окисленных частях в минералогическом составе руд, кроме типичных минералов зоны окисления, нередко встречаются также первичные сульфидные минералы, что говорит о том, что чистых окисленных руд на Зодском месторождении нет. Руды Зодского месторождения в промышленном отношении делятся на смешанные и сульфидные.

5. Параметрами, позволяющими выделять смешанные и сульфидные руды, могут служить продукты окисления: сера, железо и др., однако в виду их изменчивости и миграции они не могут быть безошибочно применены при промышленных испытаниях. Единственным способом нужно считать определение количества «ржавого» золота путем рационального анализа.

Производственный геологический трест

Поступила 1.III.1969.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Альбов М. Н.** Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. Госгеолтехиздат, 1960
2. **Крейтер В. М., Аристов В. В., Волынский И. С., Крестовников А. Н., Кувпчинский В. В.** Поведение золота в зоне окисления золотосульфидных месторождений Госгеолтехиздат, 1958.
3. **Смирнов С. С.** Зона окисления сульфидных месторождений. Изд. АН СССР, 1951.