

14. Перижник Н.А., Прокин В.А., Шигарев В.Г. Сибайский рудный район //Типы рудных районов колчеданоносных провинций Ю. Урала и Э. Казахстана. - М., 1973. - С.111-115.
15. Прокин В.А., Паливода Н.К., Долматов Г.К. Баймакский рудный район //Мат-лы геол. и развед. Ю. Урала. - Уфа, 1962. - Вып. 3. - С.73-90.
16. Смолин А.П. Яшмы Урала и Алтай. - М.: Недра, 1968. - 40 с.
17. Соболев Р.Н., Фельдман В.Н. Методы петрохимических пересчетов пород и минералов.-М.: Недра, 1984. - 224 с.
18. Термо-и барометрия метаморфических пород. - М.: Наука, 1977.
19. Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Хлестов В.В. Фазы метаморфизма умеренных давлений.-М.: Недра, 1972. - 286 с.
20. Ферсман А.Е. Очерки по истории камня. - Т.2. - М.: Изд-во АН СССР, 1961.
21. Фиминих А.Ф. Последовательность формирования и некоторые вопросы генезиса цветных металлов Гайского района //Тр. ЦНИГРИ - 1967. - Вып. - 67. - С.28-43.
22. Хворова И.В. Кремнеобразование в геосинклинальных областях прошлого //Тр. ГИН. - 1968. - Вып. - 195. - С.9-136.
23. Хворова И.В. Парагенезисы кремнистых пород в герцинских геосинклиналях //Осадкообразование и вулканизм в геосинклинальных бассейнах - М.: Наука, 1979. - С.38-59.

УДК 549.75(437)

С.Г. Сустанов, А.А. Канонеров

МИНЕРАЛЫ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВОГО УТКИНСКОГО РУДНИКА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Уткинский рудник расположен на левом берегу р. Межевая Утка вблизи впадения в нее р. Топкая и в 45 км к западу от г. Н.-Тагила. Рудник открыл в 1833 г. нижне-тагильский служитель Е. Коряков [2].

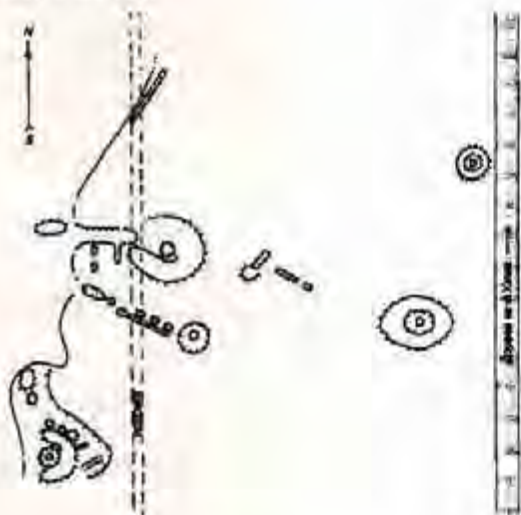


Рис. 1. Схема расположения отвалов и горных выработок на территории Уткинского рудника

Постоянных горных работ на руднике не велось. В период с 1833 по 1837 гг. была проведена разведка попутной добычей свинцово-серебряных руд. Руды плавилась на Нижне-Тагильском и Выйском заводах. В время разведки на Уткинском и Горно-Анатолевском рудниках было добыто 256 кг свинца и 3,6 кг серебра.

Оруденение на Уткинском руднике представлено сериями субширотных расположенных кварцевых залегающих в толще тальково-глинистых сланцев окварцованных известняков. Минерализация в жилах представлена вкрапленностью и гнездовыми скоплениями серебросодержащего галенита и пленками самородного серебра. Наряду с ними в жилах встречаются: самородная медь, халькопирит, борнит и медная зелень [1].

В настоящее время на месте рудника не осталось даже следов горных работ. Все разведочные выработки оплыли и заросли вековым лесом. Ревизионными работами (Высоцкий Н.К., 1905-1908 гг., [3]) рудник обнаружен не был. Положение рудника было уточнено Канонеровым А.А. в 1996 г. Ориентиром для нахождения рудника служит река Межевая Утка. У северо-западного подножия склона г. Вахроменха река делает петлю в западном направлении. На обрывистом берегу

этой петли и располагается рудник. На территории рудника установлены следы четырех и небольшой отвал, где производилось обогащение руды (рис. 1).

Помимо *сульфидов*, которые обнаружены в жилах Г. Колтовским и Н.К. Высоцким, авторами выделены: блеклая руда, сфалерит, пирит и широкое развитие вторичных минералов: биндгеймита, миметезита, дуфтита, церуссита, бедантита, байлдонита, малахита, азурита, гетита, гидродинкита, гемиморфита и пленок гипергенного серебра. Среди жильных минералов постоянно встречается доломит.

Блеклая руда образует крупные гнездообразные скопления размером в поперечнике до 2 см, встречаются мелкие (до 2 мм) плохо образованные кристаллики. Выделения блеклой руды не имеют следов деформации и имеют раковистый излом. Цвет темно-серый. Вокруг мелких трещин встречаются густые вишнево-красные рефлексы. Черта вишнево-красная.

Определение химического состава блеклой руды было выполнено на рентгеноспектральном аппарате Camebax SX-50, аналитик Н.Н. Кононова. В составе установлены следующие элементы, массовые доли: Cu - 36,78, Hg - 0,60, Fe - 0,33, As - 6,53, Ag - 1,68, Zn - 7,54, Bi - 0,89, Sb - 18,50, $\Sigma=99,62$. Химический анализ приводит к следующей кристаллохимической формуле: $(Cu_{9,34}, Zn_{1,86}, Fe_{0,09}, Hg_{0,05})_{2,00} (Sb_{2,45}, As_{1,41}, Bi_{0,07})_{3,93} S_{13,48}$. По данным химического анализа блеклая руда является серебросодержащим цинковым тетраэдритом.

Рентгенометрическое изучение блеклой руды показало на рентгенограмме наряду с основными отражениями цинкового тетраэдрита присутствие около сильных линий дополнительных линий, которые позволяют предполагать наличие второй блеклой руды более мышьяковистого состава. Параметр a_0 цинкового тетраэдрита составляет 10,35 Å. Рассчитанная плотность 4,81 г/см³. Серебросодержащий цинковый тетраэдрит является на месторождении широко распространенным минералом и постоянно находится в сростаниях с галенитом, реже со сфалеритом.

Сфалерит в кварц-доломитовых жилах представлен желтой безжелезистой разновидностью. Выделения его обычно не превышают в поперечнике 8 мм. Так же, как и выделения блеклой руды, его вкрапления являются монокристалльными и не несут следов последующих деформаций. В составе клейофана, образующего включения в цинковом тетраэдрите, наряду с цинком присутствует 3,49 % меди.

Пирит встречается в виде мелких (до 0,5 мм), изометричных кристалликов округлой формы. Обычно надежно устанавливаются только грани куба и октаэдра, притупляющие вершины. Обычно встречаются отдельные изолированные кристаллы, которые располагаются на периферии гнездовых скоплений сульфидов.

В зоне окисления первичные рудные минералы частично или полностью замещены вторичными гипергенными. Последние также развиваются по трещинам в кварце и доломите около первичных сульфидов. Наибольшим распространением среди вторичных минералов пользуется биндгеймит. Он образует ячеистые выделения на месте окисленных и растворенных галенита и блеклой руды. В других случаях он слагает корочки, обволакивающие стенки полостей и пустот, образующиеся после растворенных сульфидов. Нередко встречаются рыхлые скопления, заполняющие полости. В некоторых случаях корочки имеют волокнистое строение, чаще же корочки имеют раковистый излом. Толщина корочек редко достигает 1 мм. Ячеистые выделения, оставшиеся после сульфидов, имеют размеры этих сульфидов, если не претерпели дальнейшего разрушения. Биндгеймит бледно-желтый, оранжево-желтый, желтый, иногда почти белый. При изменении состава руды биндгеймит приобретает зеленую окраску различных оттенков: желтовато-зеленую, зеленовато-голубовато-зеленую. Определение биндгеймита проведено микрохимически и рентгенографически.

Миметезит по частоте встречаемости в зоне окисления не уступает биндгеймиту. Он образует скопления тонконгольчатых кристаллов, инкрустирующих стенки кварцевых пустот, или нарастает на поверхности ячеек биндгеймита. Размер отдельных кристаллов не превышает в длину 0,5 мм при толщине 0,1 мм и меньше. Кристаллы образованы гранями гексагональной призмы и пинакоида, иногда

вместо пинакоида наблюдаются грани тупой дипирамиды. Обычно кристаллы бесцветны и обладают сильным алмазным блеском. Реже встречаются светло-серые кристаллы.

Дуфтит является третьим по распространенности из гипергенных минералов. Встречается в виде нежно-зеленых клиновидных кристалликов, достигающих в поперечнике до 0,1 мм. Обычно образует щетки мелких кристалликов, нарастающих на стенки ячеек биндгеймита. В ячейках выделениях биндгеймита дуфтит встречается не по всему объему, а в отдельных изолированных ячейках, реже отмечается нарастание его на кристаллы миметезита или тонкие пленки байлдонита. Определен рентгенометрически. Результаты расчета дебаеграммы приведены в табл. 1.

Все остальные вторичные минералы встречаются спорадически, хотя в некоторых случаях могут образовывать довольно крупные выделения.

Несмотря на то, что рудник обрабатывался на свинец, *церуссит* встречается в окисленных рудах крайне редко. Он отмечается лишь в тех случаях, когда галенит частично окислен и сохраняется в виде реликтов в центральных частях. В этом случае церуссит слагает светло-серые, местами темные серые корки и псевдоморфозы по галениту. Иногда он образует тонкие (0,1 мм) пленки серовато-коричневого цвета с восковидным блеском по трещинам в кварце. Отсутствие крупных скоплений церуссита связано, по-видимому, с тем, что при полном окислении выделений галенита он преобразуется в биндгеймит.

Байлдонит установлен в виде тонких пленок голубовато-зеленого цвета, участков покрывающих стенки ячейчатых выделений биндгеймита. Иногда он встречается в виде изолированных рыхлых скоплений голубовато-зеленоватой окраски. Размер таких скоплений составляет до 4 мм в поперечнике. Последние представляют псевдоморфозу по какому-то рудному минералу. Изучение химического состава байлдонита было проведено на рентгеноспектральном микроанализаторе Camebax SX-50, аналитик Кононкова Н.Н. В составе байлдонита установлены следующие элементы, мас. %: CuO 29,43, 30,51; PbO 33,98, 33,63; As₂O₅ 30,97, 31,00; P₂O₅ 0,01. В сравнении с теоретическим составом, наблюдается незначительное уменьшение As₂O₅ чуть более и CuO от 2,5 до 3,5 % и обогащение PbO до 1,5 %. Рентгенограмма байлдонита приведена в табл. 2, соответствует эталонной.

Бедантит был встречен в единичных образцах с большим обилием биндгеймита, дуфтитом, миметезита и байлдонита. Образует оливково-зеленые ноздреватые агрегаты в псевдоморфозах по рудному минералу. Псевдоморфозы с бедантитом находятся в полостях, покрытых тонкой корочкой биндгеймита. Размер выделений не превышает 1,5 мм. Диагностирован рентгенографически. Основные линии на рентгенограмме: 6,03(6) - 3,71(8) - 3,12(10) - 1,999(9) - 1,846(10) - 1,355(8).

Малахит обнаружен в образцах, содержащих выделения блеклой руды. Особенно его много на участках, где в жилах присутствует доломит. Встречается в виде тонких корочек, сетчатых ноздреватых выделений, мелких радиально-лучистых сферолитов и пятнистых агрегатов, плоских обособлений с радиально-волоконистым строением. Нередко образует тонкозернистые смеси с биндгеймитом, в которых последний преобладает, а малахит лишь придает окраску. Цвет голубовато-зеленый, местами бледно-зеленый, насыщенно зеленый до темно-зеленого, на отдельных участках почти черный. Толщина корочек и стенок в сетчатых выделениях порядка 0,1 мм и меньше, в плоских выделениях достигает до 5 мм в поперечнике. В ассоциации с малахитом постоянно встречается азурит, нередко розазит и биндгеймит.

Азурит наблюдается в виде тонких пленок по трещинам в кварце или натечных корочках обрастающих малахит. Монокристалльные выделения встречаются в интерстициях в доломите. В открытых полостях образует щетки мельчайших чуть искрящихся кристалликов. Иногда отмечаются мелкие плоские сферолиты. Толщина пленок менее 0,1 мм, монокристалльные выделения достигают до 1 мм в поперечнике. Цвет, в зависимости от толщины, варьирует от бледно-синего до ярко-синего.

Гетит образует тонкие красновато-коричневые пленки по трещинам в кварце. Помимо этого он встречается в виде коричневых тонкоячейчатых образований в псевдоморфозах по пириту, а также в виде плотных темно-коричневых обособлений.

Гидроцинкит встречается лишь на тех участках кварцевых жил, где окислению подвергся *цинкит*. Образует редкие щеточки тонкопластинчатых кристалликов белого или нежно-телесного цвета. Размер отдельных индивидов менее 0,01 мм. Иногда наблюдаются более крупные, до 0,3 мм в длину и 0,05 мм в толщину, бесцветные прозрачные кристаллы. Одиночные кристаллы и щетки гидроцинкита нарастают на ячеистый биндгеймит. В некоторых случаях щупчатый агрегат гидроцинкита полностью заполняет ячейку.

Рентгенограмма гидроцинкита (табл.3) соответствует эталонной.

Гемиморфит установлен в единичных образцах. Субпараллельные сростки пластинчатых кристаллов гемиморфита заполняют изолированные пустоты в жильном кварце и обнаруживаются на некотором удалении от основной массы вторичных минералов. Размер выделений достигает 0,2 мм. Длина кристаллов до 0,05 мм при толщине порядка 0,01 мм.

Рентгенограмма гемиморфита соответствует эталонной (табл.4). Параметры элементарной ячейки: $a_0 = 10,754$, $b_0 = 5,129$. Рассчитанная плотность $3,52 \text{ г/см}^3$.

Инфракрасный спектр гемиморфита снят на спектрометре Specord 75 IR (аналитик Н.В. Савин) и приведен на рис.2.

Розазит образует тонкие, менее 0.1 мм, пленки на выделениях цинкового тетраэдрита или в непосредственной близости на кварце. Пленки имеют нежно-голубой цвет различной интенсивности в зависимости от толщины.

Таблица 1

Рентгенограмма дуфита

Уткинский рудник		Тоумб, ASTM 14-169			Уткинский рудник		Тоумб, ASTM 14-169		
l	$d\alpha/n_A$	d, Å	I/I_1	hkl	l	$d\alpha/n_A$	d, Å	I/I_1	hkl
2	5.01	5.03	40	011	2	1.940	1.93	10	
2	4.60	4.60	30	020	1	1.926	-	-	
4	4.19	4.21	50	111	1	1.894	-	-	
2	3.96	3/95	30	120	7	1.881	1.87	50	
1	3.88	-	-	-	1	1.851	1.85	10	
5	(3.57)	3.56	30	210	2	(1.830)	1.82	10	
1	(3.29)	-	-	-	1	1.813	1.81	10	
10	3.24	3.26	100	201	2	(1.791)	1.78	10	
3	(3.13)	-	-	-	2	1.778	1.77	10	
6	3.00*	2.99	40	220	-	-	1.75	5	
2	(2.93)	-	-	-	2	1.718	1.71	30	
10	2.85*	2.85	80	130,1 02	1	1.699	-	-	
9	2.66*	2.65	80	221	10	1.653	1.64	50	
1	2.61	-	-	-	8	1.630	1.62	50	
10	2.57*	2.57	80	131,0 22	3	1.578	1.58	30	
2	(2.51)	-	-	-	8	1.538	1.53	40	
2	2.49*	2.48	10	310	6	1.499	1.49	30	
1	2.41	2.38	10	301,2 02	1	1.485	-	-	
6	2.30	2.28	50	212?	3	1.458	1.45	30	
2	2.25	2.23	10	231	4	1.408	-	-	
3	2.20	2.19	10		6	1.391	1.38	30	
4	2.11	2.09	30		$a_0=7.79$ $b_0=9.22$ $c_0=5.91$		$a_0=7.81$ $b_0=9.19$ $c_0=6.08$		
7	2.05	2.05	40						
1	1.982	1.96	10						

Примечание. Камера РКД-57,3 мм, $\text{FeK}\alpha$ -излучение. Аналитик С.Г. Сустров. В скобках помечены β -отражения, звездочкой - отражения, по которым рассчитаны параметры элементарной ячейки.

Рентгенометрическое излучение показало, что рентгенограмма (табл.5) в общих чертах соответствует розазиту, но имеет заметные отклонения как по значениям отдельных дифракционных линий, так и по их количеству. Последнее может быть обусловлено незначительной примесью азурита.

Таблица 2
Рентгенограмма байдошита

Уткинский рудник		Тсумб, ASTM 26-1410			Уткинский рудник		Тсумб, ASTM 26-1410		
l	d α /n, A	d, A	I/I ₁	hkl	l	d α /n, A	d, A	I/I ₁	hkl
-	-	5.043	7	011	-	-	2.417	7	122
3	4.90	4.965 4.873	35 18	111 002	3	2.30	2.304	25	404
1	4.57	4.607	40	202	7	2.25	2.260	55	222
4	4.51	4.516	65	111	2	2.18	2.179	13	313,611
-	-	4.352	7	211	1	2.11	2.114	7	204
1	(3.55)	-	-	-	-	-	1.994	1	502,522
1	(3.45)	3.383	20	400	-	-	1.958	1	611,413
8	3.22	3.231	70	402	-	-	1.922	5	131
10	3.14	3.148	100	311	-	-	1.919	9	215,224
-	-	3.018	1	411	3	1.900	1.903 1.899	9 20	115 711,315
3	3.00	2.946	40	020	-	-	1.892	9	131
10	2.92	2.932	80	113	2	1.871	1.879	14	213,024
-	-	2.881	1	120	-	-	1.861	9	602
4	2.72	2.723	60	313	1	1.845	1.852	1	015
3	2.70	2.702	50	220	4	1.816	1.816	25	713,622
5	2.65	2.658	55	113	1	1.792	1.791	5	620
-	-	2.641	10	411	4	1.761	1.759	30	513,404
6	2.54	2.542	45	511	3	1.736	1.737	20	331
-	-	2.528	9	204	3	1.720	1.718	25	224
-	-	2.552	10	022	4	1.696	1.699 1.691	9 20	133 800,206
8	2.47	2.483 2.476	50 25	222 402	a ₀ =14.090 b ₀ =5.879 c ₀ =10.155 β=105°00		a ₀ =14.083 b ₀ =5.893 c ₀ =10.152 β= 106°06		
2	2.43	2.438	30	004					

Исследование химического состава было проведено на микроанализаторе Camebax SX-5000 аналитик И.А. Брызгалов. По данным анализа, в минерале присутствуют только медь и цинк. Катионный состав розазита по результатам двух измерений, в мас. %: CuO 56,0, 56,7; ZnO 10,4, 10,6. Более низкие значения суммы относительно теоретической связаны с низким качеством поверхности тонких пленок. Устойчивое соотношение между Cu и Zn показывает, что мы имеем дело с низкоцинкистым розазитом.

Более ранними исследованиями розазита (Костов и др., 1964) показано, что колебания содержания цинка и меди в розазите вызывают вариации значений межплоскостных расстояний и интенсивностей.

В зоне окисления первичные сульфиды доломит-кварцевых жил претерпевают разрушение элементов, входящие в их состав, при этом переходят в раствор, окисляются, частично мигрируют, вновь выпадают из растворов в виде кислородных соединений, преимущественно солей кислородных кислот.

Рентгенограмма гидроцинкита

Уткинский рудник		Гудспрингс, Невада, ASTM 19-1458			Уткинский рудник		Гудспрингс, Невада, ASTM 19-1458		
l	dα/n _A	d, Å	I/I ₁	hkl	l	dα/n _A	d, Å	I/I ₁	hkl
4	(7.52)	-	-	-	-	-	2.253	5	600
10	6.89	6.77	100	200	3	2.16*	2.213	10	402
-	-	5.71	5	110	-	-	2.177	5	511
1	5.31	5.37	10	001	-	-	2.086	5	312
2	4.70	-	-	-	1	2.03	2.064	10	421
3	(4.08)	3.99	20	111	-	-	2.041	5	022
-	-	3.81	5	111	-	-	2.006	5	601
8	3.73	3.66	40	310	-	-	1.944	5	131
1	3.42	3.37	5	400	2	1.967	1.915	30	222,5 12
2	3.30	-	-	-	2	1.937	1.902	30	330
5	3.21	3.14	50	311,0 20	1	1.841	1.842	10	710
2	3.13	-	-	-	1	1.818	1.814	10	-
3	3.02	3.00	10	401	2	1.800	1.774	20	-
6	2.90	2.92	20	311	-	-	1.745	5	-
2	2.85	2.85	30	220	2	1.699*	1.688	40	-
7	2.75*	2.74	10	410	1	1.659	1.657	10	-
		2.72	60	021					
3	2.68	2.69	20	002	-	-	1.646	5	-
3	2.63	2.58	10	202	-	-	1.609	5	-
6	2.50*	2.48	70	510,2 21	5	1.601*	1.573	20	-
1	2.41	2.394	5	112	3	1.557	1.559	10	-
4	2.33*	2.336 2.301	10 20	511 420	a ₀ =13.59 b ₀ =6.41 c ₀ =5.43 β=92° 14'		a ₀ =13.58 b ₀ =6.28 c ₀ =5.41 β=95° 35'		

Рассматривая взаимоотношения вторичных минералов и характер их расположения в пустотах выщелачивания сульфидов, можно сделать следующие выводы. Замена доломита в кварце приводит к тому, что наиболее ранним минералом, развивающимся по галениту, является церуссит. Низкая растворимость церуссита кислотными растворами и присутствие в растворе ионов Cu^{2+} вызывает широкое развитие среди вторичных минералов основных арсенатов в виде двойных солей Pb и Cu или кислых минералов. Наиболее устойчивым к внешним воздействиям минералом является биндгеймит.

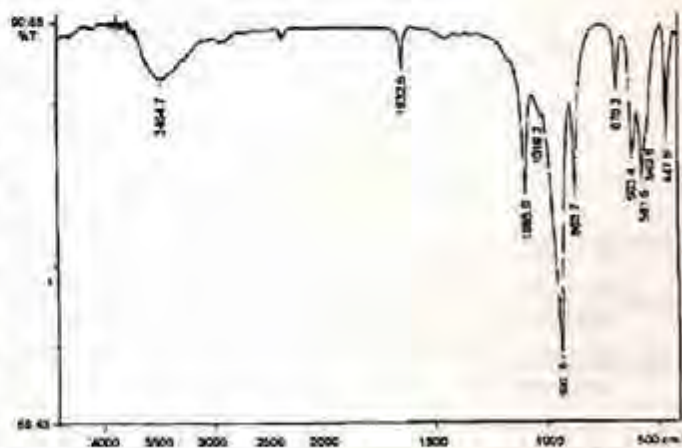


Рис. 2. Инфракрасный спектр гемиморфита

Схему преобразования свинцовых руд можно представить в таком порядке: галенит-церуссит-дуфтит-бедантит-англерит-миметезит-биндгеймит. Высокое содержание на отдельных участках цинкового тетраэдра приводит к обогащению вторичных продуктов малахитом и азурином с неизменным присутствием биндгеймита. В случае преобразования

клеюфана процесс преобразования тормозится на ступеньке образования основных солей и дальше не идет.

Таблица 4

Рентгенограмма гемиморфита

Уткинский рудник		Гемиморфит, ASTM 5-555			Уткинский рудник		Гемиморфит, ASTM 5-555		
1	$d\alpha/n, \text{Å}$	$d, \text{Å}$	I/I_1	hkl	1	$d\alpha/n, \text{Å}$	$d, \text{Å}$	I/I_1	hkl
4	(7.32)	-	-	-	4	2.03	2.020	13	222
9	6.71	6.60	86	110	1	(2.00)	-	-	-
3	(5.96)	-	-	-	1	(1.979)	1.977	2	051
8	5.42	5.36	55	020	-	-	1.857	4	312
2	(5.12)	-	-	-	3	1.862	1.851	7	042
7	4.65	4.62	41	011	6	1.814*	1.808	17	341
6	4.21	4.18	38	200	6	1.792	1.786	16	060,25
4	(3.66)	-	-	-	1	1.709	1.702	6	431
5	(3.42)	-	-	-	-	-	1.699	4	350
9	3.31	3.288	75	130	-	-	1.693	4	242
10	3.12	3.104	100	211	-	-	1.686	3	013
6	2.95	2.929	40	031	4	1.673*	1.668	10	332
2	(2.85)	-	-	-	2	1.655	1.654	6	161
							1.650	8	440
2	2.71	2.698	10	310	-	-	1.644	4	260
2	(2.65)	2.679	7	040	3	1.626	1.620	3	402
6	2.57	2.559	51	002	4	1.598*	1.590	3	123,50 1
6	2.51	2.450	32	301	2	1.567*	1.563	8	213
8	2.41	2.400	54	231	2	1.542	1.540	6	033
1	2.32	2.309	3	022	4	1.528	1.526	4	521
-	-	2.284	2	141	5	1.518*	1.516	14	530
4	2.21	2.229	11	321	+32 линии				
4	2.19	2.198	19	330	$a_0=8.384$ $b_0=10.754$ $c_0=5.129$ $V=462.46\text{Å}$				
-	-	2.183	16	202					
3	2.10	2.092	10	400					
-	-	2.077	1	150					
					$a_0=8.370$ $b_0=10.719$ $c_0=5.120$				

В зоне окисления Уткинского рудника изменение сульфидов происходит в пять этапов:
 простые соли (церуссит);
 основные соли (малахит, азурит, гемиморфит, гидроцинкит);
 основные двойные и смешанные соли (бедантит, байлдонит, дуфтит);
 кислые соли (миметезит);
 гидроокислы (биндгеймит).

Процессы преобразования сульфидов в зоне окисления, по аналогии с изменением силикатов в коре выветривания, завершаются на стадии образования гидроокислов

Рентгенограмма розазита

Уткинский рудник		Можо, Болгария ASTM, 18-1095			Уткинский рудник		Можо, Болгария ASTM, 18-109,5		
l	$d\alpha/n, \text{Å}$	$d, \text{Å}$	h, l	hkl	l	$d\alpha/n, \text{Å}$	$d, \text{Å}$	h, l	hkl
6	7.42	7.49	20	110	1	1.807	1.797	30	
2	6.44	-	-	-	-	-	1.755	40	
-	-	6.04	80	020	1	1.716	1.706	30	
-	-	5.58	5	hi	1	1.663	1.665	40	
2	5.17	5.14	90	120	-	-	1.594	20	
2	4.56	4.79	20	200	8	1.556	1.584	40	
8	4.13	4.08	5	030	-	-	1.549	1	
3	3.99	-	-	-	-	-	1.524	20	
9	3.75	3.74	100	220,130	1	1.464	1.490	30	
4	3.60	-	-	-	-	-	1.459	5	
1	3.32	-	-	-	3	1.435	1.450	20	
3	3.20	-	-	-	-	-	1.414	10	
2	2.99	3.03	60	040,130	1	1.382	1.394	40	
2	2.89	-	-	-	-	-	1.369	5	
4	2.80	2.78	30	320,201	3	1.327	1.336	10	
2	2.69	2.63	90	031	-	-	1.311	20	
10	2.54	2.56	80	240	-	-	1.307	20	
-	-	2.48	20	050,330	-	-	1.278	10	
5	2.37	2.36	60	400,150	-	-	1.239	5	
1	2.26	2.22	5	141	$a_0=7.79$ $b_0=9.22$ $c_0=5.91$ $\beta=90^\circ$		$a_0=7.81$ $b_0=9.19$ $c_0=6.08$ $\beta=90^\circ$		
5	2.19	2.17	60	250,420					
1	2.02	2.04	50	430,060					
-	-	1.986	30	-					
1	1.911	1.918	30	-					
6	1.833	1.864	40	-					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкий Н.К. Месторождения платины Исковского и Нижне-Тагильского районов на Урале // Тр. Урал. горн. ин-та, 1913, новая сер., вып. 62. - 276 с.
2. Калтовский Г. Серебряные рудники в дачах Нижне-Тагильских заводов // Горн. журнал. -1838. - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.
3. Соловьев Ю.С. Материалы по ревизии свинцовых месторождений Урала. - Екатеринбург. Фонды Урал. горн. ин-та, 1939. - С.61-62.
4. Сустанов С.Г., Канонеров А.А. Бицгеймит из зоны окисления Уткинского серебряно-свинцового месторождения // Известия УГТГА. Сер.: Геология и геофизика. - Вып.8. - 1998. С.58-59.