

УДК 549.283(477)

© Е.Ф. Шнюков¹, С.Н. Бондаренко², В.А. Кутний¹, А.И. Тищенко³, 2011¹Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев²Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины, Киев³Крымское отделение Украинского геологоразведочного института, Симферополь, АР Крым

ПРОЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НЕОБЫЧНОГО Au–Bi–Hg–Te ГЕОХИМИЧЕСКОГО РЯДА В ГОРНОМ КРЫМУ

Приведены результаты рудно-минералогических исследований Au–Bi–Hg–Te-минерализации, которая развивается в карбонатных жилах среди гидротермально-метасоматически измененных диабаз-порфиритов карьера «Лозовое», северная часть Горного Крыма. В ассоциации с самородным золотом установлен комплекс рудных минералов, которые представлены главным образом сульфидами (пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин), теллуридами, гидроксидами. К паразитному золоту отнесены редкие рудные минералы: висмутин Bi_2S_3 , карролит $\text{Cu}(\text{CoNi})_2\text{S}_4$, тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ впервые для Украины, колорадоит HgTe . Золото в основном высокопробное 820–920‰, ртутьсодержащее. Параллельно изучены рудные минералы в образцах с сурьмяной минерализацией. Золоторудная минерализация с подобным набором рудных минералов характерна для верхних горизонтов золоторудных эпитептермальных месторождений, что позволяет оптимистично оценивать перспективы объекта исследования.

Введение

Щебеночный карьер «Лозовое» (бывший Эски-Орда), в 9–10 км юго-восточнее г. Симферополь, на правобережье р. Салгир, заложен у подножия горы Байраклы. Слагающие ее конгломераты верхней юры – нижнего мела и среднеюрские диабазовые массивы входят в состав Симферопольского юрско-мелового полимиктового вулканогенно-осадочного автокластического меланжа, связанного с мощной зоной брекчирования надвига северного наклона, в котором перемешаны породы разновозрастных (от нижнего карбона до нижнего мела) литодинамических комплексов шельфа и батиаля. С 1908 года карьер разрабатывается как каменоломня. Еще в те времена здесь впервые были найдены такие минералы, как сфалерит, гринокит, пирит, мышьяковистый пирит, доломит.

Начиная с ранних работ А.Е. Ферсмана [1] и к настоящему времени, здесь отмечено и изучено, с различной степенью детальности, более 50 минералов и их разновидностей. Причем именно в Лозовском карьере многие из минералов установлены в Крыму впервые: азурит, андрадит, гармотом, кермесит, миллерит, стибиконит, хоннесит. Ряд минералов карьера являются лучшими образцами минеральных видов Крыма – антимонит, гизин-

герит, киноварь, палыгорскит, пирротин, стибиконит, сфалерит железистый. По результатам многолетних исследований, карьер «Лозовое» претендует на статус минералогического памятника природы Крыма местного значения [2].

Нами были изучены коллекционные образцы с повышенными концентрациями золота, ртути, сурьмы. Образцы находятся в данный момент на хранении в Отделении морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины. Изучение рудных минералов из золотосодержащих пород Лозовского карьера впервые проводилось на современном уровне с применением электронной микроскопии (прибор JSM-6700F) и электронного зондирования (прибор JXA-8200), что позволило изучить строение и химический состав минералов, размер которых составляет всего несколько микронов. Результаты изучения оказались во многом неожиданными и существенно дополнили уже известные данные о минералогии и металлогении этого региона.

Предлагаемая работа является продолжением исследований золотосодержащих пород палеостровной дуги, развитых как в Черном море, так и на прилегающей суше – от Ломоносовского подводного массива на западе до Карадага на востоке.

Результаты работ

Золоторудная (Au – Bi – Hg – Te) минерализация жильного типа была установлена в гидротермально-метасоматически измененных диабаз-порфиритах. Необычная по минеральному составу золотосодержащая ассоциация приурочена к лежащему боку секущей карбонатной жилы, где наиболее интенсивно развивается окварцевание и сульфидная минерализация. Мощность жилы 10 см (рис. 1).

Макроскопически вмещающая порода с мелкозернистой основной массой имеет пятнистую неоднородную бледно-зеленоватую окраску.

Структура: реликтовая субофитовая. Основная масса породы состоит из агрегата серицит+хлорит, карбоната (кальцита) и гнездообразных выделений пирита. Реликты плагиоклаза (около 20 %) испытывают неполное замещение хлоритом и карбонатом. Исходная порода изменяется частично или же нацело.

На контакте карбонатной жилы с породой наблюдаются последовательные тонкие зонки тонкозернистого (0,01 мм) кварца, который переходит в микрозонку гребенчатого кварца (0,1-0,8 мм) (рис. 2, А). Выделения последнего имеют инкрустационный характер. Минерал образует щетки, нарастающие перпендикулярно к поверхности стенки жилы. Кварц – бесцветный, в шли-

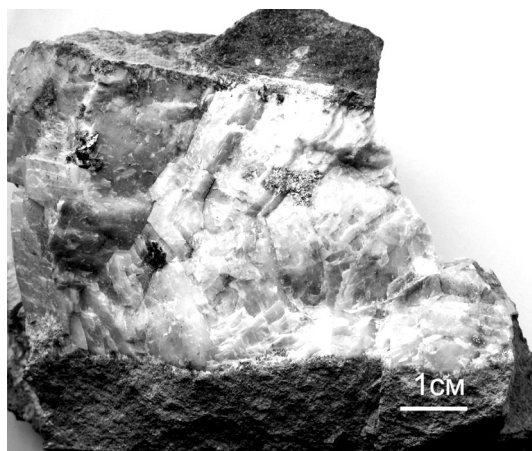


Рис. 1. Карбонатная жила с Au–Bi–Hg–Te-минерализацией в диабазовом порфирите. Лозовской карьер

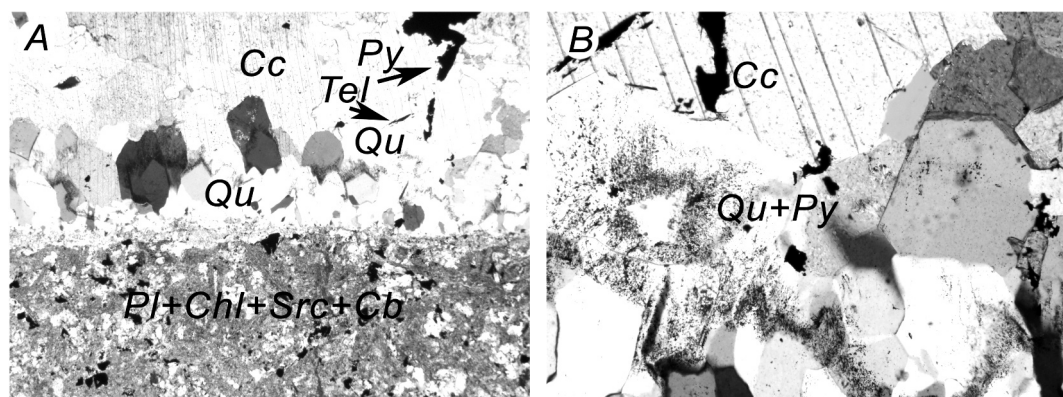


Рис. 2. Фрагменты контакта кальцитовой жилы с вмещающими диабазовыми порфиритами (Pl – плагиоклаз, Chl – хлорит, Src – серицит, Cb – карбонат) в прозрачном шлифе: А – последовательные зонки тонкозернистого и гребенчатого кварца (Qu) в зальбанде кальцитовой жилы (Cc) включениями теллуридов (Te) и пирита, ув. 80; В – гребенчатый кварц насыщенный пылевидным пиритом (Qu + Py), ув. 220

фах отмечаются удлинено-призматические и даже идеальные поперечные разрезы. Кварц насыщен пылевидными включениями рудных минералов (рис. 2, В). Похоже, грани простой кристаллографической формы кварца обладали специфической особенностью адсорбировать вещество из среды, в которой растет кристалл. Особенно хорошо это видно на кристаллических агрегатах пирамидального и зонального строения.

Кальцит образует монокристаллы до 10,0 мм в поперечнике, часто деформирован, что подчеркивается ориентировкой спайности.

По данным спектроскопии, выполненной в отделе оптической спектроскопии и люминесцентных методов ИГМР НАН Украины (аналитик А.А. Таращан), содержание золота во вмещающей породе составило 0,03-0,1 г/т, а в кальцитовой жиле, обогащенной сульфидами – 0,3-1 г/т.

Характеристика рудных минералов и последовательность их образования. Комплекс рудных минералов, которые установлены в ассоциации с самородным золотом, представлен главным образом сульфидами, теллуридами, гидроксидами. Минералы образовывались в несколько стадий. По отношению к золоту, в порядке образования от ранних к более поздним, выделяются три группы рудных минералов. На ранней (дорудной) стадии формировалась пирит-пирротиновая ассоциация.

Пирит – количественно доминирующий рудный минерал, в породе распространен неравномерно. В поле зрения аншлифа часто одновременно наблюдаются участки с более-менее равномерным распределением пирита и с «пятнами» его скопления. Количество минерала может достигать 5-8 % на породу. Сульфид присутствует как в кальцитовой жиле, так и во вмещающей породе. Максимальные концентрации наблюдаются в зальбанде. Формы выделений пирита разнообразны: от субидiomорфных зернистых (5–10 мм в поперечнике) до аллотриоморфных и прожилковых. В целом, сульфид характеризуется сочетанием ксеноморфных неправильных агрегатов с раскристаллизованными в различной степени индивидами.

Таблица 1

Микрозондовые анализы сульфидов железа и меди (масс.%)

№ пп.	Fe	Ni	Co	Cu	Ag	Au	Pb	Zn	S	As	Σ
Пириты											
1	45.21	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	54.98	0.09	100.36
2	45.56	0.02	0.02	0.08	0.01	0.00	0.00	0.04	53.74	0.00	99.47
3	46.34	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	53.55	0.07	100.04
4	45.93	0.04	0.07	0.29	0.00	0.01	0.03	0.01	53.16	0.10	99.64
5	45.12	0.02	0.06	0.34	0.01	0.00	0.00	0.00	52.95	0.08	98.58
Пирротины											
6	60.44	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	39.26		99.73
7	60.13	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	39.59		99.78
Халькопириты											
8	31.73	0.02	0.06	32.21	0.01	0.02	0.04	0.67	35.50	0.00	100.26
9	30.53	0.00	0.05	32.82	0.03	0.00	0.00	0.98	35.26	0.00	99.67
10	30.98	0.03	0.02	33.15	0.01	0.00	0.00	0.43	34.07	0.00	98.69
Карролиты											
11	0.63	1.72	36.45	17.89	0.04	0.00	0.15	0.08	41.99	0.00	98.95
12	1.14	1.94	35.13	16.75	0.01	0.00	0.00	0.03	41.30	0.00	96.30

Кристаллохимические формулы:

1. $(\text{Fe}_{0.960} \text{Ni}_{0.001})_{0.961} (\text{S}_{2.037} \text{As}_{0.001})_{2.038}$
2. $\text{Fe}_{0.981} \text{S}_{2.019}$
3. $\text{Fe}_{0.994} \text{S}_{2.006}$
4. $(\text{Fe}_{0.992} \text{Ni}_{0.001} \text{Co}_{0.001})_{0.994} (\text{S}_{2.004} \text{As}_{0.002})_{2.006}$
5. $(\text{Fe}_{0.983} \text{Co}_{0.001})_{0.984} (\text{S}_{2.014} \text{As}_{0.001})_{2.015}$
6. $\text{Fe}_{0.938} \text{S}_{1.062}$
7. $\text{Fe}_{0.931} \text{S}_{1.069}$
8. $\text{Cu}_{0.928} (\text{Fe}_{1.040} \text{Co}_{0.002})_{1.042} \text{S}_{2.031}$
9. $\text{Cu}_{0.954} (\text{Fe}_{0.010} \text{Co}_{0.001})_{0.011} \text{S}_{2.035}$
10. $\text{Cu}_{0.974} (\text{Fe}_{1.036} \text{Ni}_{0.001})_{1.037} \text{S}_{1.989}$
11. $\text{Cu}_{0.875} (\text{Co}_{1.922} \text{Ni}_{0.091} \text{Fe}_{0.035})_{2.048} \text{S}_{4.075}$
12. $\text{Cu}_{0.837} (\text{Co}_{1.894} \text{Ni}_{0.105} \text{Fe}_{0.065})_{2.064} \text{S}_{4.099}$

Анализы: 1-4 – отдельные крупные зерна; 5 – сложный агрегат с включениями халькопирита; 6 – мелкое зерно в окружении пирита; 7 – одиночное субидiomорфное выделение; 8 – крупное зерно с включениями теллуридов и самородного золота; 9,10 – аллотриоморфнозернистые агрегаты; 11,12 – тонкозернистые агрегаты на выклинивании халькопиритового микропрожилка. Анализы 1-5, 8-12 выполнены в ТЦ НАН Украины, на приборе JXA-8200, аналитик – В.Б. Соболев; анализы 6, 7 выполнены на приборе JXA-5, аналитик – Л.И. Канунникова.

Микроскопическое изучение показало, что значительная масса пирита образовалась метасоматическим путем за счет железа, входящего в состав породообразующих минералов. Иногда наблюдается замещение пиритом полисинтетически сдвойникового кальцита.

Химические анализы показали, что составы пиритов близки к стехиометрическим значениям. Среди элементов-примесей в минерале фиксируется мышьяк (табл. 1, ан. 1–5).

Пирротин не образует заметных скоплений в карбонатной жиле, отмечается как в виде включений в пирите, так и непосредственно в карбонатной массе. Сульфид встречается в виде неправильных выделений, единичных идиобластов. Относительно более крупные его зерна обычно состоят из нескольких тесно сросшихся индивидов. Имеет место устойчивая ассоциация пирротина с халькопиритом, с которым он находится иногда в тесном срастании. Из примесей, определенных в пирите микрозондовым анализом, наиболее значительны: Co, Ni, As. (см. табл. 1, ан. 6, 7).

На продуктивной (золоторудной стадии) широкое развитие получил халькопирит, в меньшей степени сфалерит и карролит, а также минералы золотоносного парагенезиса.

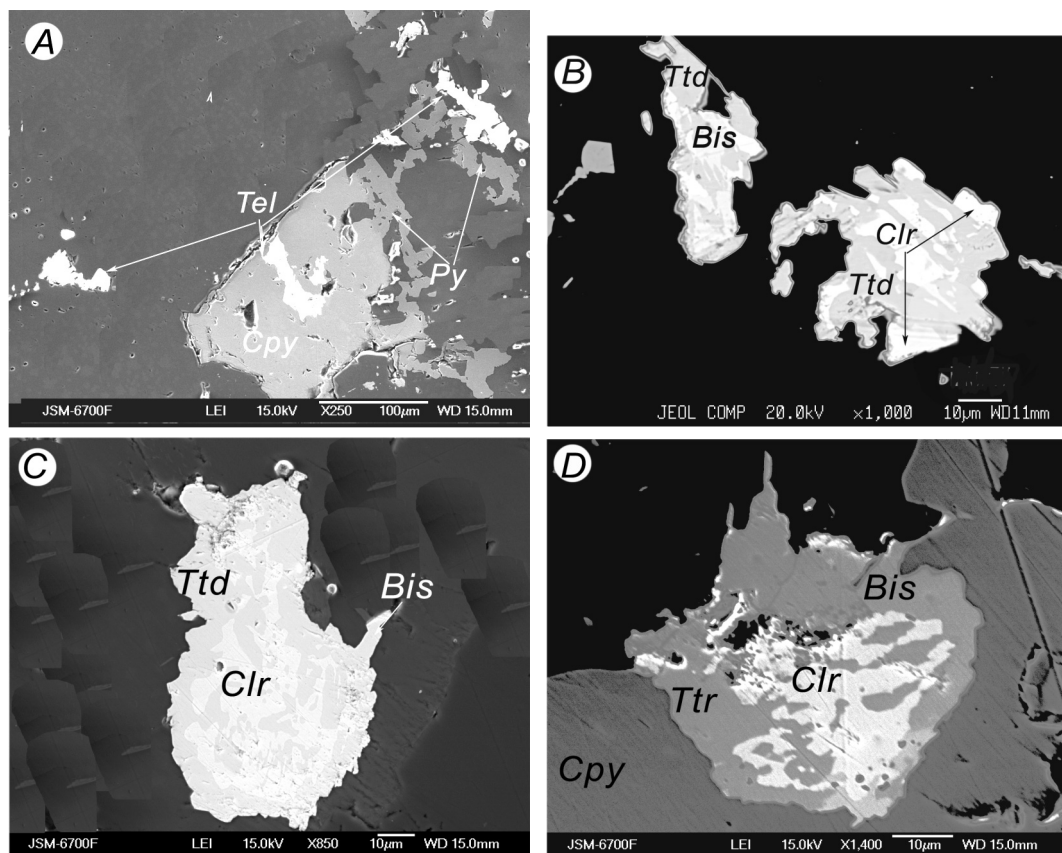


Рис. 3. Фотографии теллуридно – сульфидных сростков в отраженных электронах. А – взаимоотношения теллуридов с сульфидами; В, С, D – типичные минеральные сростки-агрегаты, состоящие из тетрадимита (Ttd), колорадоита (Clr) висмутина (Bis) среди сульфидов (пирит (Py) и халькопирит (Cpy))

Халькопирит по своей распространенности в значительной мере уступает пириту. В большинстве случаев выделения сульфида пространственно тяготеют к зальбанду карбонатной жилы. Характерны выделения неправильной формы, реже скопления нескольких единичные мелких зерен. Взаимоотношения, наблюдаемые в аншлифах, указывают на то, что халькопирит образовался одновременно со сфалеритом и позже пирита.

Халькопирит вместе с висмутином и теллуридами часто определяет состав продуктивной ассоциации. Его роль значительна и как матрицы для микровключений самородного золота и теллуридов (рис. 3, C, D). По результатам рентгеноспектрального зондирования установлено, что в халькопирите концентрируется серебро, висмут, золото, теллур, никель и кобальт (табл. 1, ан. 7-10).

Сфалерит встречается довольно редко. Сульфид цинка образует единичные относительно мелкие зерна (0,08 мм в поперечнике) изометрической формы. Взаимоотношения, наблюдаемые в аншлифах, указывают на то, что сфалерит образовался позже пирита и совместно с халькопиритом.

Карролит $Cu(Ni,Co)_2S_4$ образует мелкие (0,008-0,01 мм в поперечнике) единичные прожилкообразные выделения неправильных агрегатов на

выклинивании халькопиритовых прожилков (рис. 3, D). Часто находится в сростаниях с халькопиритом, от которого в отраженном свете отличается по более бледно-голубоватому оттенку.

По результатам микронзондового исследования минерала было установлено, что он представлен разновидностью, которая содержит в своем составе в значительных количествах железо и никель (табл. 1, ан. 11, 12).

В состав золотоносного минерального парагенезиса по результатам минералогических исследований входят следующие минералы: висмутин, тетрадимит, колорадоит.

Висмутин Bi_2S_3 наблюдается в виде сростаний с минералами теллура и сульфидами (Рис. 3. В, С, D). В составе полиминеральных агрегатов минерал, как правило, количественно преобладает, иногда уступая тетрадимиту. Местами минерал находится обособленно. Размеры отдельных зерен не превышают 0,05-0,1мм в поперечнике. В отраженном свете минерал имеет голубоватый оттенок. Микронзондовые анализы сульфида приведены в табл. 2, ан. 1-3.

Pb-Cu-висмутин – это химическая минеральная разновидность висмутина с существенным количеством изоморфного Pb и Cu (табл. 2, ан. 4). Эта фаза хорошо прослеживается в режиме отраженных электронов, образуя каймы вокруг висмутина с обычным составом.

Колорадоит HgTe отмечается довольно редко, но достаточно часто находится в ассоциации с самородным золотом. Цвет минерала в отраженном свете по сравнению с цветом окружающих висмутина и тетрадимита – белый со слабым коричневатым оттенком. По прошествии некоторого времени наблюдается потемнение в коричневых тонах. Из числа установленных элементов с некоторой достоверностью к изоморфным примесям в колорадоите могут быть отнесены Sb, Ag. Остальные элементы, вероятно, связаны

Таблица 2

Микронзондовые анализы теллуридов и сульфидов висмута и ртути (масс. %)

№ пп.	Au	Ag	Fe	Cu	Bi	Pb	Hg	Te	Sb	Se	As	S	Σ
Висмутины													
1	0,00	0,00	0,13	0,47	80,15	1,21	0,03	0,01	0,00	0,30	0,00	18,26	100,56
2	0,00	0,02	0,00	0,14	82,85	0,58	0,00	0,06	0,00	0,13	0,04	18,81	102,63
3	0,20	0,00	0,00	0,23	81,63	0,80	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	18,82	101,24
4	0,00	0,00	0,00	0,37	79,56	1,00	1,09	0,59	0,00	0,53	0,00	17,69	100,83
Cu-Pb-висмутины													
5	0,00	0,42	1,09	12,72	64,05	1,18	0,09	0,07	0,00	0,27	0,00	18,98	99,87
6	0,00	0,63	1,43	10,35	63,40	1,02	0,00	0,00	0,00	0,22	0,01	17,69	94,75
Тетрадимиты													
7	0,00	0,02	0,08	0,00	59,38	0,00	0,00	34,89	0,21	0,64	0,00	4,29	98,87
8	0,00	0,00	0,01	0,00	59,05	0,00	0,00	35,68	0,07	0,38	0,00	4,75	99,94
Колорадоиты													
9	0,02	0,00	0,05	0,00	0,35	0,07	61,43	38,25	0,26	0,34	0,00	0,09	100,86
10	0,00	0,07	0,15	0,05	0,12	0,00	61,10	39,82	0,30	0,01	0,00	0,10	101,72
11	0,00	0,01	0,04	0,03	0,09	0,00	61,56	38,31	0,47	0,00	0,00	0,03	100,50
12	0,00	0,14	0,00	0,03	0,00	0,00	62,07	36,06	4,01	0,08	0,00	0,11	102,50
13	0,00	0,13	0,02	0,00	0,00	0,02	62,00	39,72	0,33	0,10	0,00	0,12	102,44

Анализы 1-6, 8, 10-13 выполнены в ТЦ НАН Украины, на приборе - JXA-8200, аналитик В.Б. Соболев. Анализы 7-9 выполнены на приборе JXA-5, аналитик: Л.И. Кануникова.

с механической примесью сопутствующих минералов (тетрадимита, золота, висмутина). По данным микронзондового анализа состав минерала близок к теоретическим значениям табл. 2, ан. 9-13.

Тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ встречается в закономерных сростках с висмутином и колорадоитом (рис. 3, В, С, D). В ассоциации с сульфотеллуридом висмута часто находится самородное золото. Химический состав минерала приведен в табл. 2, ан. 7,8.

Самородное золото фиксируется главным образом в зальбандах кальцитової жилы, где концентрируются главные сульфидно-теллуридные ассоциации и кварц. Выделение главной массы золота прошло на заключительном этапе кристаллизации рудных минералов в халькопирит-висмутин-теллуридной стадии минералообразования. Наблюдаются различные структурно-текстурные взаимоотношения золота с рудными минералами: а) выделения первого в матрице висмутина (рис.4, А, В) б) скопления, заключенные среди сложных полиминеральных теллуридо-сульфидных сростков; в) выделения на границе халькопирита и пирита (рис.4, С, D); г) единичные зерна, которые располагаются в кальците и кварце, выполняя мик-

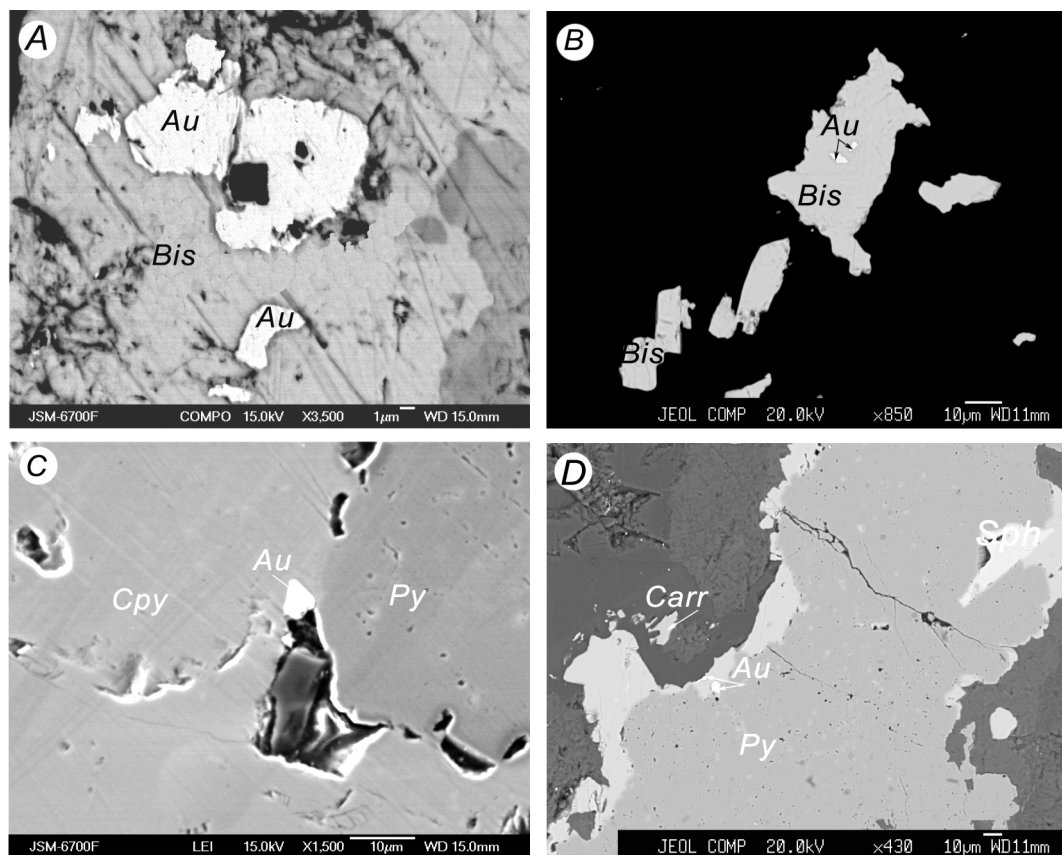


Рис. 4. Фотографии в отраженных электронах. А – скопление мелких золотин (Au) в висмутин-тетрадимитовых агрегатах (Bis); В – включения самородного золота (Au) в висмутине (Bis); С – выполнение самородным золотом микропустот среди пирит (Py) - халькопиритовых (Сру) зерен; D – золото (Au) на контакте зерен пирита (Py) и халькопирита (Сру) в ассоциации с карролитом (Carr) и сфалеритом (Sph)

Таблица 3

Микрозондовые анализы самородного золота (масс.%)

№ пп.	Au	Ag	Fe	Cu	Bi	Hg	Te	Sb	S	Σ
1	89,20	6,93	1,63	1,36	0,24	2,64	0,00	0,09	0,20	102,29
2	79,83	12,82	0,04	0,00	2,42	2,49	0,00	0,00	0,33	97,93
3	81,75	14,38	0,08	0,00	0,76	2,83	0,00	0,00	0,19	99,99

Анализы выполнены в ТЦ НАН Украины, на приборе - JXA-8200, аналитик В.Б. Соболев.

ротрещинки и пустоты. Все теллуриды и висмутин, по всей вероятности, образовались почти одновременно, что свидетельствует об их генетической связи. Наиболее мелкое золото (до 4-8 мкм в поперечнике) находится в висмутине. При исследовании на растровом электронном микроскопе было обнаружено, что вокруг золота, заключенного в висмутине, имеется обогащенная серебром оторочка. Изучение отдельных зерен методом площадного сканирования в обратно-рассеянных электронах не выявило существования внутренней неоднородности в пределах отдельных золотин. В золоте присутствуют значительные концентрации ртути от 2,49 до 2,83 масс. %.

На пострудной стадии минералообразования отмечаются лишь гидроксиды железа.

Антимонитовая минерализация была изучена в образце, отобранном в старой заброшенной каменоломне западнее основного (действующего ныне) карьера. Минерализация приурочена к окварцованным экзоконтактам интрузивных тел диабаз-порфиров, секущих флишевые толщи. Существенно антимонитовая минерализация получила развитие в кварц-карбонатных прожилковых выполнениях. Особенностью структурно-текстурного рисунка вмещающей минерализацию породы являются псевдоморфозы карбоната по плагиоклазу, которые подчеркивают реликтовую диабазовую структуру. Кроме антимонита в прожилках было установлен арсенопирит, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит и гидроксиды железа.

Антимонит – наиболее распространенный рудный минерал в кварцевом прожилке – образует густую рассеянную вкрапленность. Количество может достигать 30%. Встречается в виде шестоватых и игольчатых кристаллов размером до 10-30 мм (рис. 5, А, В). Минерал характеризуется сильным двуотражением, что выражается в изменении яркости зерен при вращении столика микроскопа от белого, светло-серого до серого тона.

По данным микрозондового анализа состав минерала характеризуется некоторым избытком в катионной части и дефицитом в анионной. Фиксируются лишь незначительные примеси меди и мышьяка (табл. 4, ан. 11, 12).

Арсенопирит встречается довольно редко. Обычно он развивается в виде мелких (до 0,05 мм в поперечнике) призматических, ромбических метакристалликов и их сростков (рис.5, С), а также в виде звездчатых агрегатов. Выделения во многих сечениях отвечают ромбам с разными по величине углами между сторонами и иногда корродированы пиритом.

Минерал на фоне антимонита надежно диагностируется по высокому отражению, отчетливой анизотропии и формам выделений. Непосредственно в аншлифах взаимоотношения с другими рудными минералами устано-



Рис. 5. Рудные минералы сурьмяной минерализации в отраженном свете: А – игольчатые кристаллы антимонита; В – сростки пирротина, халькопирита с игольчатыми агрегатами антимонита; С – скопление мелких кристаллических агрегатов арсенопирита и их сростков

вить нам не удалось, ввиду их пространственной разрозненности и идиоморфности выделений последних.

Микрозондовые анализы показали, что состав минерала близок к

теоретическим значениям (табл. 4, ан. 9, 10).

Пирротин отмечается в виде округлых зерен, часто нарастающих на поверхности граней антимонита. Центральную часть подобных агрегатов часто выполняют включения халькопирита (рис.1, В). Микрозондовые анализы минералов представлены в табл. 4, ан. 4-8.

Пирит тяготеет главным образом к существенно карбонатной по составу приальбандовой части кварцевого прожилка. Минерал образует густую вкрапленность мелких субидiomорфных зерен, аллотриоморфнозернистые и прожилковые агрегаты. В ассоциации с пиритом встречаются отдельные выделения сфалерита. По данным микрозондового анализа состав минерала характеризуется наличием микропримесей кобальта и никеля (табл.4, ан.1-3).

В зоне окисления здесь отмечены гётит, кермезит и стибиконит [2].

Генезис и источники рудного вещества

Информация о золотоносности коренных пород Горного Крыма, слагающих фрагменты палеоостровной дуги, весьма ограничена. Известно, что в Горном Крыму телетермальное и эндогенное ртутно-полиметаллическое оруденение распространено как в триас-нижнеюрской флишевой толще, нижнемеловых терригенных образованиях, так и в изверженных породах триаса-юры. Здесь установлены коренные рудопроявления ртути, свинца, цинка, меди; геохимические ореолы золота, висмута [7, 8]. Среди них наи-

Таблица 4

Микрозондовые анализы рудных минералов из сурьмяной минерализации (мас.%)

№ пп.	Fe	Ni	Co	Cu	Ag	Au	Sb	S	As	Σ
Пириты										
1	46,42	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	53,40	0,00	99,90
2	46,59	0,04	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	53,04	0,00	99,73
3	45,93	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	53,87	0,00	99,89
Пирротины										
4	59,29	0,07	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	40,25	0,00	99,70
5	60,08	0,06	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	39,76	0,00	99,98
Халькопириты										
6	33,56	0,02	0,01	31,94	0,85	0,01	0,00	33,63	0,00	100,02
7	32,07	0,03	0,01	33,01	0,46	0,01	0,00	32,84	0,00	98,43
8	32,15	0,01	0,01	33,46	0,82	0,01	0,01	33,90	0,00	100,36
Арсенопириты										
9	35,07	0,12	0,24	0,00	0,00	0,00	0,75	19,94	42,77	98,89
10	34,88	0,08	0,19	0,00	0,01	0,00	0,36	19,38	43,50	98,41
Антимониты										
11	0,34	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	72,56	26,53	0,04	99,53
12	0,29	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	72,89	26,92	0,01	100,12

Кристаллохимические формулы:

1. $Fe_{0,999}S_{2,001}$
2. $(Fe_{1,005}Co_{0,001}Ni_{0,001})_{1,007}S_{1,993}$
3. $(Fe_{0,985}Co_{0,001}Ni_{0,001})_{0,987}S_{2,013}$
4. $(Fe_{0,915}Co_{0,001}Ni_{0,001})_{0,917}S_{1,083}$
5. $(Fe_{0,928}Co_{0,001}Ni_{0,001})_{0,930}S_{1,071}$
6. $Cu_{0,930}(Fe_{1,112}Ag_{0,015})_{1,127}S_{1,943}$
7. $Cu_{0,978}(Fe_{1,082}Ag_{0,008}Ni_{0,001})_{1,091}S_{1,931}$
8. $Cu_{0,971}(Fe_{1,062}Ag_{0,014})_{1,076}S_{1,953}$
9. $(Fe_{1,028}Sb_{0,010}Co_{0,007}Ni_{0,003})_{1,043}As_{0,934}S_{1,019}$
10. $(Fe_{1,031}Sb_{0,005}Co_{0,005}Ni_{0,002})_{1,043}As_{0,958}S_{0,999}$
11. $(Sb_{2,081}Fe_{0,021}Cu_{0,003})_{2,105}S_{2,895}$
12. $(Sb_{2,071}Fe_{0,018})_{2,089}S_{2,911}$

более известны Альминское, Лозовское, Малосалгирское (Южное и Северное), Приветненское, Веселовское и Перевальненское, которые приурочены, как правило, к зонам разрывных нарушений и локализируются как в вулканогенных, так и в терригенных породах [3]. Возраст оруденения определяется главным образом процессами тектонических преобразований блоково-складчатого характера и проявлениями интрузивного и эффузивного магматизма. Проявления золото-серебряной минерализации установлены среди вулканитов и магматитов на Ломоносовском подводном массиве, на Гераклеийском плато [4], на западе Горного Крыма, на горе Хыр, близ Судак, на Карадаге [5].

Особенности пространственно-временных соотношений золоторудной и сурьмяной минерализаций с вмещающими породами в Лозовском карьере позволяют нам сделать вывод о связи оруденения с дайками диабаз-порфиритов киммерийской эпохи. Такое предположение базируется на том, что большая часть известных к настоящему времени рудопроявлений располагается в метасоматически измененных экзоконтактовых зонах интрузивных тел. Говоря об источниках рудных элементов, следует отметить исследования Н.А.Озеровой, посвященные геохимии ртути [6]. Этим исследователем достаточно убедительно показано, что ртуть имеет мантийное происхождение и проявляется на земной поверхности в связи с процессами дегазации глубинных зон. Наличие ртути в золоте, не испытавшем существенного метаморфизма и перекристаллизации, свидетельствует о его ювенильности [6]. Это подтверждается и изотопными исследованиями кислорода и углерода

жильного кальцита. Изотопный состав кислорода ^{18}O – 20,1...20,5 ‰ сопоставим с изотопными характеристиками андезито-базальтов [4]. Углерод соответственно варьирует в пределах ^{13}C – 3,2...3,5 ‰.

Результаты предварительного изучения газовой-жидких включений в кальците, проведенного в отделе региональной и генетической минералогии ИГМР НАН Украины, позволяют предполагать, что температура консервации первичных включений была ниже 200°C, а вторичных – не ниже 120–150°C.

Выводы. Результаты изучения вещественного состава руд Лозовского проявления золота показали, что главной продуктивной минеральной ассоциацией является золото-висмутин-тетрадимит-колорадоитовая (Au–Bi–Te–Hg). Для золотоносных парагенезисов характерна приуроченность к железо-медным сульфидам, которые распространены в зальбандах карбонатных жил. Золото представлено ртутистой разновидностью. При этом такие минералы как тетрадимит, карролит в регионе обнаружены были впервые, а колорадоит является первой находкой в Украине.

Комплекс рудных минералов, что характеризуют эту минерализацию, не является продуктом случайного совмещения разных рудных процессов, а обусловлен общностью физико-химических условий формирования и, соответственно, и источниками рудного вещества, общими путями и способами их миграции и откладывания. Подобная минерализация ранее уже встречалась в нескольких небольших сульфидных проявлениях на Гераклеийском полуострове. На участке горы Хыр фиксировалось самородное золото в кальците из хлорит-кальцит-кварцевых аподиабазовых метасоматитов [4], что свидетельствует об устойчивом характере проявления золотой минерализации данного типа в Крыму. Лозовское рудопроявление пространственно и возможно генетически связано с дифференцированными в разной степени вулканическими сериями мезозойского времени.

В настоящее время трудно сказать, насколько широкое распространение может иметь Au–Bi–Hg–Te-минерализация в геологических структурах региона. Во всяком случае, на открытие подобной минерализации необходимо обратить должное внимание региональным геологическим организациям. Ведь золоторудная минерализация с подобным набором рудных минералов является типоморфным признаком верхних горизонтов многих золоторудных эпitherмальных месторождений (штат Колорадо, Трансильвания [9], Урал [10], Богемский массив [11], что позволяет оптимистично оценивать перспективы объекта исследования.

1. Ферман А.Е. К минералогии Симферопольского уезда // Известия Императорской Академии наук. – М: 1907. – Серия 6. – № 9. – С. 247-260.
2. Тищенко А.И. Замечательные местонахождения минералов Крыма. 1. Щебеночный карьер «Лозовое» // (статья в печати).
3. Мельничук В.А., Булкин Г.А. Рудопроявления ртути и перспективы поисков ее месторождений в Крыму. – В кн.: Закономерности размещения месторождений в платформенных чехлах. Киев: Изд-во АН УССР, 1960, – ч. 2. – С. 157-162.
4. Шнюков Е.Ф., Лысенко В.И., Кутний В.А., Шнюкова Е.Е. Золото-серебряная и сульфидная минерализация в породах Гераклеийского плато (Крым) // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2008. – №2. – С. 68-86.

5. Шнюков Е.Ф., Гаврилюк И.В., Маслаков Н.А. и др. Золото в недрах Крыма // – К.: Логос, 2010. – 187 с.
6. Озерова Н.А. Некоторые вопросы геохимии ртути и проблема источников рудного вещества. – В кн.: Металлогения ртути. М.: Недра, 1976. – С. 28-41.
7. Артеменко В.М., Артеменко О.В., Лысенко В.И., Хмиляр В.Ю. Проявление новой золото-сурьмяной рудной формации в нижнемеловом терригенном комплексе Горного Крыма // Наукові основи прогнозування та оцінки родовищ золота: Матеріали міжнар. наук. конф. (Львів, 27-30 вересня 1999 р.). – Львів, 1999. – С. 12-13.
8. Яценко Н.Л., Артеменко В.М., Шехоткін В.В. Золотоносність Криму, перспективні формаційно-генетичні типи // Мін. ресурси України.- 1997. – № 4 – С. 12-14.
9. Ciobanu C.L., Cook N.J., Damian Ch., Damian F., Buia G. Telluride and sulphosalt associations at Srcromb // International Field Workshop of IGCP project 486, Alba Iulia, Romania, 31st August – 7th September 2004 – IAGOD Guidebook Series . – P. 145-186.
10. Vikentyev I.V. Tellurium and precious metal mineralogy in large VMS deposits of the Southern Urals // International Field Workshop of IGCP project 486, Alba Iulia, Romania, 31st August – 7th September 2004. – Abstr. vol. – P. 255-256.
11. Vymazalovb A., Litochleb J. Tellurides from Jnlovй, Bohemian Massif, Czech Republic // International Field Workshop of IGCP project 486, Alba Iulia, Romania, 31st August – 7th September 2004. – Abstr. vol. – P. 259-261.

Наведено результати рудно-мінералогічних досліджень Au–Bi–Hg–Te-мінералізації, яка розвивається в карбонатних жилах серед гідротермально-метасоматично змінених діабаз-порфіритів кар'єру «Лозове», північна частина Гірського Криму. В асоціації з самородним золотом встановлено комплекс рудних мінералів, які представлені головним чином сульфідами, телуридами, гідроксидами. До парagenних золоту віднесені рідкісні рудні мінерали вісмутин Bi_2S_3 , кароліт $\text{Cu}(\text{Co},\text{Ni})_2\text{S}_4$, тетрадіміт $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ вперше для України, колорадоїт HgTe . Золото в основному високопробне 820–20‰, ртутьвміщуюче. Паралельно вивчені рудні мінерали в зразках з сурьмяною мінералізацією. Золоторудна мінералізація з подібним набором рудних мінералів є характерною для верхніх горизонтів золоторудних епітермальних родовищ, що дозволяє оптимістично оцінювати перспективи об'єкту дослідження.

Results of ore-mineralogical investigations of Au - Bi - Hg - Te mineralizations which occur in carbonate veins among hydrothermal-metasomatically altered diabase-porphyrites in Lozovsky open pit (northern part of Mountain Crimea) are represented. Complex of ore minerals, represented mainly by sulphide, telluride, and hydroxide is established in association with native gold. Rare ore minerals such as bismuthine Bi_2S_3 , carrollite Co_2CuS_4 , tetradyrite $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$, coloradoite HgTe are established as being paragenetic to gold. For the first time mercury telluride is established in the Ukraine. Gold is mainly of high-rank 820–920‰ and mercury bearing (2-3 wt. %). Ore minerals with antimonite mineralization are studied in samples. Gold mineralization with a similar set of ore minerals is characteristic of the upper horizons of gold epithermal deposits which allows us the prospects of object of investigation optimistically.

Поступила 26.04.2011 г.