

УДК 549.332 (234.83)

Канд. геол.-мин. наук ШУМИЛОВ И.Х. (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН), канд. геол. наук ШУБИН Ю.П. (Донбасский государственный технический университет, г.Алчевск)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЛЬФИДНЫХ ПСЕВДОМОРФОЗ ПО ФЛОРЕ В ТИМАНСКИХ И ДОНБАССКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Меденосные руды бассейна р. Цильмы известны издревле – первые документально подтвержденные сведения о наличии медных руд в этом районе относятся к XIII веку. Спустя почти три столетия, 2 марта 1491 года Великий князь Иван III отправил невиданную по тем временам экспедицию (более 300 человек) за государственный счет в Печорский край искать серебряную руду. Это была первая русская правительственная геологоразведочная экспедиция. В 1496 г. при устье Заводского ручья, впадающего в р. Цильму в 8 км выше устья р. Рудянки, был открыт большой по тем временам медеплавильный завод. Это был первый в истории государства завод промышленного производства [1]. Рудой для выплавки меди, судя по всему, являлись скопления углефицированных обломков древесины, псевдоморфно замещенной сульфидами меди. Детальных специализированных исследований рудоносности девонских отложений на Среднем Тимане практически не производилось, производственные организации уделяли этому вопросу внимание лишь при проведении геолого-съёмочных работ в 60-х годах прошлого столетия. Представители научного сообщества также проявляли эпизодический интерес к цилемским медным рудам [2]. Таким образом, меднорудные отложения Среднего Тимана остаются наименее изученными по сравнению с аналогичными объектами Русской платформы [3, 4].

На территории Тиманского кряжа, в основном в средней ее части, широко распространены отложения верхнедевонской пестроцветной формации, протягивающейся широкой полосой (50 км) вдоль восточного склона Тиманской палеосуши более чем на 250 км (от р. Сулы на севере до р. Печорской Пижмы на юге). В пределах развития пород этой формации на площади около 12000 км² в течение нескольких веков обнаружены многочисленные проявления медных руд стратифицированного типа. В составе тиманского горизонта франского яруса выделены объединенные отложения цилемской и устьчиркинской свит, представленные переслаиванием глин, алевролитов и песчаников преимущественно зеленых, серо-зеленых цветов (в настоящее время на Среднем Тимане производится пересмотр границ отложений верхнего и среднего девона в связи с изменением ее положения на Главном девонском поле). Так же широко развиты аргиллиты, туфоалевролиты, туфопесчаники, реже туффиты. Примесь туфового материала основного состава убывает вверх по разрезу. В верхней части разреза находится толща бордовых, бордово-коричневых аргиллитоподобных глин с прослоями и линзами алевролитов и песчаников тех же цветов. В красноцветных породах наблюдаются зоны осветления (нежно-зеленого, голубовато-зеленого цветов) вокруг захороненных углефицированных фрагментов флоры. Размеры таких зон варьируют от миллиметровых пятен около мелкого рассеянного растительного детрита до лентовидных в плане и линзовидных в разрезе (реже пластообразных) в местах древесных свалов или обильных скоплений мелких обломков. Протяженность таких тел достигает десятков метров, мощность – 1.5 м. Сульфидная минерализация приурочена к останкам растительности, которую псевдоморфно замещает. Мощность красноцветной толщи имеет максимальные значения в районе р. Рудянки, где достигает 15 м. Здесь же выявлены наиболее

крупные рудные тела, в которых содержание минерализованного углефицированного растительного детрита может достигать 200 кг/м^3 .

В редких публикациях, посвященных минералогии сульфидных руд рассматриваемой провинции, и в отчетах производственных геологических организаций в качестве основного сульфида меди значится халькозин [2, 5].

На территории восточной части Бахмутской котловины Донбасса добыча богатых сульфидных руд была начата ещё в позднее бронзовое время (XV-XIV вв. до н.э.) на ряде рудопоявлений, известных ныне как Картамышское, Горелый Пень, Кислый Бугор, Медная Руда, Выхрипка и Клиновое [6]. Детальные исследования меднорудных объектов Бахмутской котловины были начаты в 1934 г. По результатам поисковых работ 80-х годов перспективы выявления промышленных меднорудных объектов связывались с рудопоявлениями морских фаций, характеризующихся значительными прогнозными запасами меди, вкрапленным характером оруденения, преимущественно высокомедистых сульфидов.

В целом, на территории Донбасса медное оруденение связано с фациями мелководно-морских и лагунных бассейнов с осадками прибрежных зон волнений и течений, баров, пересыпей кос и подводных речных выносов, континентальных отложений. Рудопоявления меди Бахмутской котловины (более 30) приурочены к картамышской свите нижней перми, мощность которой составляет более 1 км. В центре Бахмутской структуры меденосные отложения залегают на глубинах порядка 1-1,5 км, на бортах выходят на дневную поверхность. Медная минерализация в рассматриваемом районе приурочена к трём группам фаций: дельтовым речным (60%), мелководно-морским (35%), болот и сабх (5%) [7-9].

Рудопоявления дельтовых фаций при неравномерном характере распределения оруденения характеризуются наиболее высокими содержаниями меди в рудных телах линзообразной формы. Одним из наиболее представительных объектов этого типа (речных выносов в водоём лагунного типа) является Картамышское рудопоявление, расположенное на восточной окраине Бахмутской котловины, на северном крыле Картамышской мульды. Оруденение связано с "серой" зоной Q_3 , представленной тремя пачками серых косослоистых песчаников мощностью 4-14 м, разделённых аргиллитами и алевролитами. В песчаниках присутствует обильный углефицированный растительный детрит, который часто выступает в роли барьера-осадителя для сульфидных минералов меди. Породы залегают на размывтой поверхности красноцветных глин и алевролитов. Вверх по разрезу песчаники сменяются пестроцветными глинами и алевролитами. На рудопоявлении установлены 4 рудных горизонта мощностью до 1 м и протяжённостью до 2 км, представленные линзовидными телами сплошных и вкрапленных руд. Содержание меди варьирует от 5.7 до 10.82%. До сих пор считалось, что главным рудным минералом на этом рудопоявлении является халькозин [9-11].

Нами проведен сравнительный анализ минералогических особенностей образцов медных руд, представленных псевдоморфозами замещения древесных обломков сульфидами меди и железа, из девонских отложений Среднего Тимана (район р. Рудянки) и из пермских пород Картамышского рудопоявления (отвалы геологоразведочной шахты 1936 г.).

Исследования показали, что состав, морфологические особенности минеральных образований, их взаимоотношения весьма близки для обоих рудопоявлений. Так, по основному минеральному составу псевдоморфозы можно разделить на три группы: пиритовые, джарлеитовые и пирит-джарлеитовые. В совершенно незначительных количествах присутствуют мелкие зерна борнита и халькопирита. В псевдоморфозах, претерпевших современные гипергенные изменения, характерно развитие по

периферийным зонам и трещинам набора вторичных минералов: оксидов железа (по пириту), ковеллина, малахита, азурита, куприта (по джарлеиту).

Мономинеральные пиритовые псевдоморфозы встречаются довольно редко. Для них характерна унаследованная органогенная текстура замещенных зон, выполнение массивным плотным пиритом внутренних каналов растительных волокон, микрокристаллическим (мельниковитом) пиритом или реже марказитом собственно органических стенок этих волокон.

Пирит-джарлеитовые псевдоморфозы встречаются несколько чаще. В них сульфид меди развивается по пириту или самостоятельно замещает органику. В псевдоморфозах из руд Среднего Тимана нами были прослежены все стадии замещения одного сульфида другим: от развития тонкой сети трещинок в пирите, выполненных джарлеитом, до редких изъеденных реликтов пирита в джарлеитовой матрице. В участках с унаследованной органогенной текстурой замещение пирита джарлеитом происходит сначала по бывшим стенкам волокон, а затем замещается плотный пирит каналов.

Наиболее широко распространены в обоих рудопоявлениях псевдоморфозы, выполненные высокомедистым сульфидом – джарлеитом ($Cu_{31}S_{16}$). Ранее нами были опубликованы отдельно результаты исследований псевдоморфоз Тимана [12, 13] и Бахмутской котловины [14], поэтому здесь приведем краткое их описание, больше обращая внимание на те или иные различия.

Органическое вещество растительных фрагментов замещено сульфидом в разной степени: от локальных участков до почти полного замещения (рис. 1). Здесь следует отметить несколько отличий в формах выделений джарлеита в тиманских и донецких псевдоморфозах. Во-первых, в образцах из Картамышского проявления отсутствуют сердцевинные зоны с массивным сульфидом, напротив, широко распространенные в тиманских псевдоморфозах. Это, на наш взгляд, объясняется различием видов минерализованной растительности, принадлежащей к разным эпохам: в девоне преобладали папоротниковидные и хвощевидные пустотелые растения, а в перми более плотные.

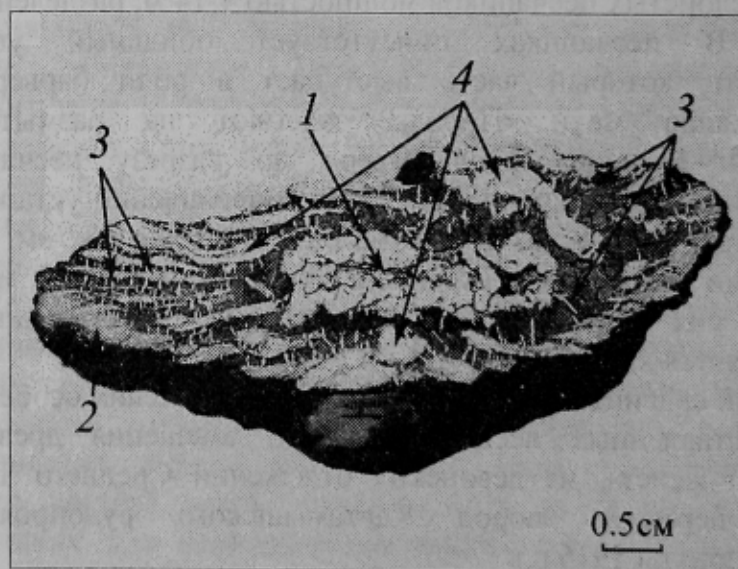


Рис. 1. Поперечный срез тиманской псевдоморфозы, где видны: сердцевинная зона, выполненная массивным сульфидом (1), поверхностная корка-нараст (2), выполненные контракционные трещины (3), псевдоморфно замещенные пучки древесных волокон (4)

Во-вторых, среди донецких образцов меньше псевдоморфоз с участками с унаследованной органогенной текстурой, что может быть объяснено более поздним временем минерализации растительных останков – минерализации разложившейся органики с частично утратившей свою первоначальную структуру. В девонских же образцах унаследованная органогенная текстура присутствует всегда и, есть свидетельства минералообразования на стадии седиментогенеза или раннего диагенеза.

В выделениях джарлеита при исследованиях в отраженном свете различаются две разновидности: светло-серая и голубоватая (рис. 2). Ранее такие агрегаты, начиная с Розебума [15], считались срастаниями джарлеита (голубоватый) и халькозина (светло-серый) [16-19]. Нами было выявлено, что разноокрашенные разновидности могут встречаться и в мономинеральных образованиях джарлеита [12, 13].

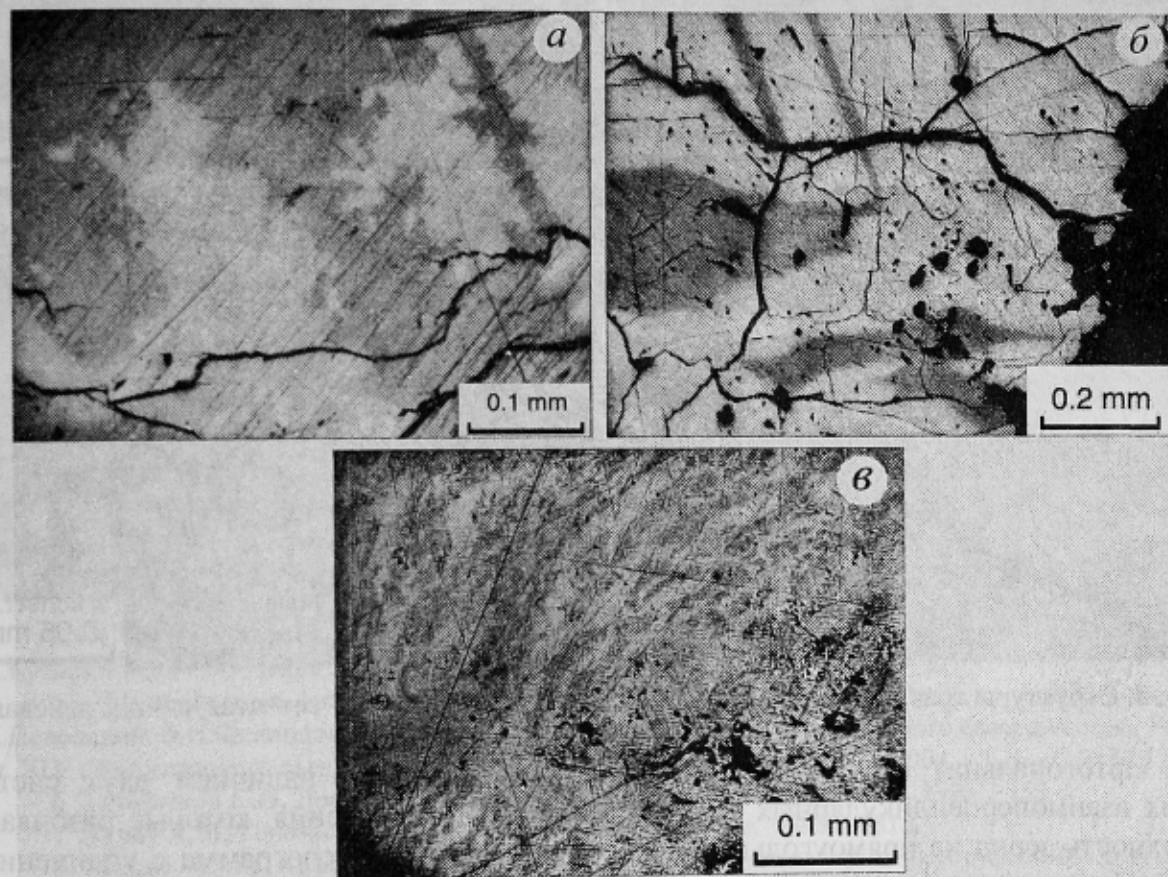


Рис. 2. Взаимоотношения разноокрашенных разновидностей джарлеита: пятна (а), линзовидные и пластинчатые тела (б), пламеневидные выделения (в) голубоватого в белом; а и б – тиманские образцы, в – донбасский образец

В этом плане образцы рассматриваемых рудопроявлений мало отличаются друг от друга. Разве что, в донбасских псевдоморфозах голубоватая разновидность джарлеита развита несколько шире.

При изучении особенностей полировки было установлено, что голубоватая разновидность обладает более высоким рельефом, чем светло-серая, что указывает на различие их твердости.

Исследования образцов, обработанных азотной кислотой, позволили определить, что выделения джарлеита имеют блочное строение с размером блоков до 150 мкм в картамышских псевдоморфозах и до 10 мм – в цилемских. Такое различие в размерах блоков проистекает от того, что крупноблочное строение в тиманских образцах присуще массивным выделениям сульфида меди в сердцевинных зонах, которых нет в донбасских.

Выявленные структуры травления во всех образцах идентичны – встречаются блоки с ортогональной, плитчатой, сетчатой и шагреновой структурами травления (рис. 3).

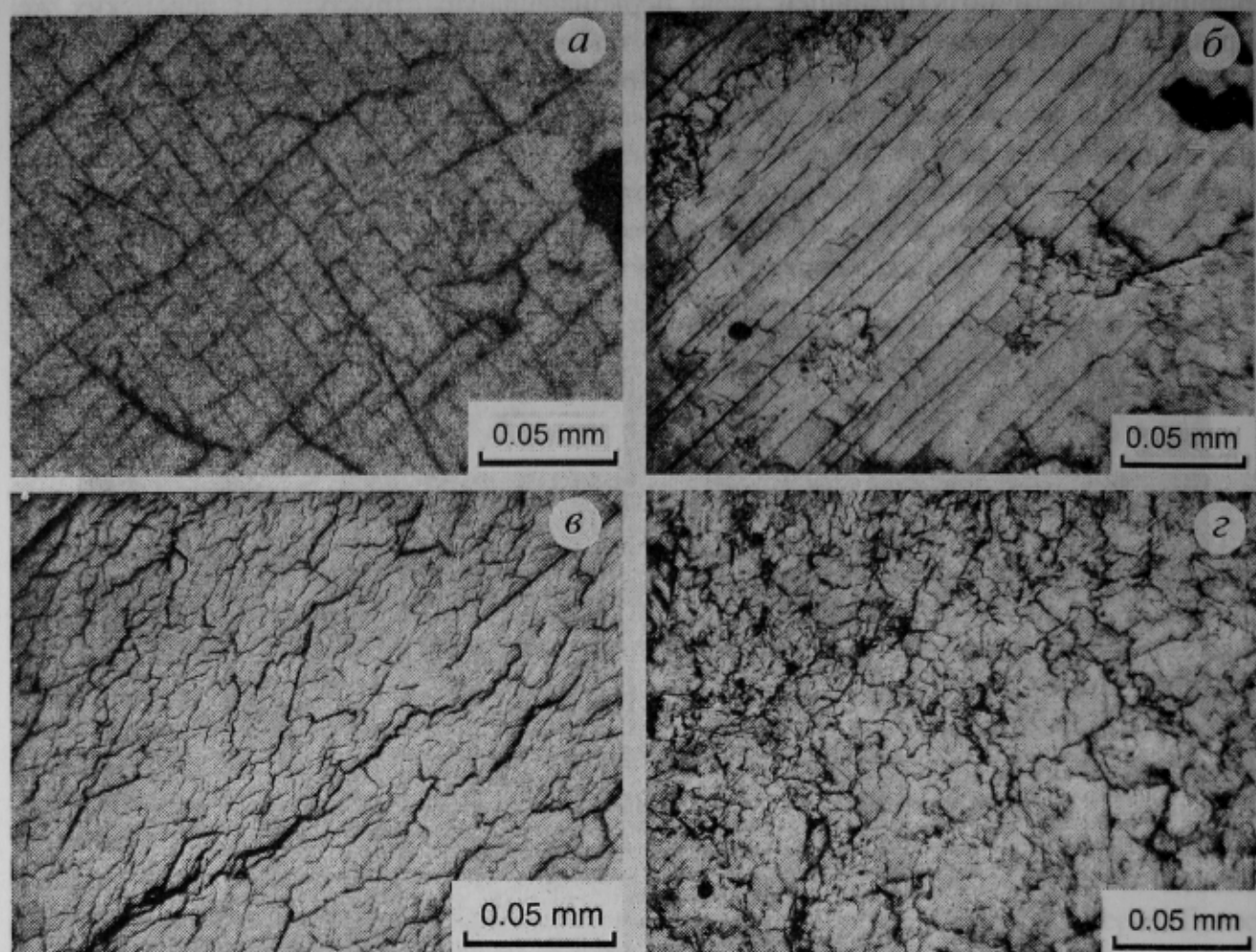


Рис. 3. Структуры травления: *а* – ортогональная, *б* – плитчатая, *в* – сетчатая, *г* – шагреновая

Ортогональная структура травления характеризуется наличием двух систем тонких взаимоперпендикулярных трещинок спайности травления, которые разбивают поверхность зерна на прямоугольники от квадрата до параллелограмма с удлинением до 5-7. При этом одна из систем выражена четче, а вторая более прерывиста, трещины извилистее. Замечено, что чем вытянутее многогранники, ограниченные системами трещин, тем извилистее и прерывистее становятся трещины второй системы. Если последняя исчезает, то формируется плитчатая структура травления с одной системой параллельных трещинок спайности травления. Для сетчатой структуры травления присущи три слабовыраженные системы трещин спайности с общей тенденцией образования ромбической сети. Шагреновая структура травления характеризуется микрозернистостью (размер зерен до 20 мкм), неровной и шероховатой (шагреновой) поверхностью, индивиды имеют изометричные очертания, а границы между ними извилистые, зубчатые.

Было выяснено, что, во-первых, блоки с плитчатой структурой травления характерны для продольных (относительно растительных волокон) срезов псевдоморфоз, с ортогональной – для поперечных, с сетчатой – для диагональных, с шагреновой – для всех. Во-вторых, первым трем типам структур травления соответствуют блоки светло-серой разновидности жарлеита, а голубоватая приурочена к участкам с шагреновой структурой травления.

Сравнение результатов исследований псевдоморфоз из донбасских и тиманских руд показало идентичность их минерализации с незначительными вариациями второстепенных признаков.

В начале статьи мы упоминали, что на обоих объектах принято называть основной сульфид меди халькозином. Здесь следует отметить, что довольно часто наиболее высокомедистый сульфид в стратиформных объектах называют халькозином «по инерции», т.е. исключительно в силу исторически сложившейся традиции. Хотя, при этом может подразумеваться как собственно халькозин, так и джарлеит. Мы считаем такую «традицию» недопустимой, хотя бы по той причине, что халькозиновая и джарлеитовая минерализации образуются при различных условиях. Так, джарлеит является типоморфным минералом для первичных экзогенных руд, образовавшихся при температурах ниже $93 \pm 2^\circ\text{C}$ [20], а его ассоциация с пиритом (неравновесная система) указывает на отсутствие, например, метаморфизма пород. Преобладание же в рудах халькозина говорит либо о более высоких температурах рудогенерирующих процессов, либо о наложенных более поздних воздействиях.

Также следует заметить, что еще в 1983 г. И.Ф.Габлина [20] отметила в донбасских рудах обилие джарлеита, тем не менее, в «Минералогии Донбасса» [10] джарлеит не упоминается, а в «Минералах Украины» [11] упоминается, как недостоверно диагностированный минерал и поэтому не описывается.

Библиографический список

1. Шумилов И.Х. Первенец горнорудного промысла России // Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных регионов (Республика Коми): Мат. научно-практической конференции, Сыктывкар, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2007. – С.125–127.
2. Производственные силы Коми АССР / Под ред. А.А.Чернова. - Москва: Изд-во АН СССР, 1953. - Т.1. - 464 с.
3. Справочное пособие по стратиформным месторождениям / У.А.Асаналиев, Л.Ф.Наркелон, В.В.Попов и др. - М.: Недра, 1990. - 391 с.
4. Стратифицированные месторождения меди СССР / Ю.В.Богданов, Е.З.Бурьянова, Э.И.Кутырев и др. - Л.: Недра, 1973. - 312 с.
5. Минералогия меденосных формаций Тимана / О.С.Кочетков, Е.В.Колониченко, В.И.Повонский, В.Н.Филиппов // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: Мат. XIV Геологического съезда Республики Коми. - Сыктывкар: Геопринт, 2004. - Т.II. - С.211–212.
6. Татаринцов С.И. Древний металл Восточной Украины. - Артёмовск, 1993. - 153 с.
7. Лурье А.М. Генезис медистых песчаников. - М.: Наука, 1988. - 181 с.
8. Лурье А.М., Краснопевцев Г.Н. Меденосность нижнепермских отложений Донбасса. - М.: Наука, 1969. - 116 с.
9. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна. - Киев: Наук. думка, 1975. - Ч.2. - 500 с.
10. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Груба В.И. Минералогия Донецкого бассейна. - Киев: Наук. думка, 1975. - Ч.1. - 255 с.
11. Минералы Украины: краткий справочник / Н.П.Щербак, В.И.Павлишин, А.Л.Литвин и др. - Киев: Наук. думка, 1990. - 408 с.
12. Шумилов И.Х., Каблос Г.Н. Особенности минерального состава сульфидов меди Среднего Тимана // ДАН. - 2008. - Т.418, №5. - С. 686–688.
13. Шумилов И.Х. Сульфиды меди псевдоморфоз в девонских отложениях Среднего Тимана // Зап. РМО. - 2007. - Ч.136, вып.6. - С. 64–76.
14. Шумилов И.Х., Шубин Ю.П., Каблос Г.Н. Сульфиды меди псевдоморфоз в пермских отложениях восточной оконечности Бахмутской котловины // Мінералогічний журнал. - 2007. - Т.29, №4. - С. 38–46.
15. Roseboom E.H. An investigation of the system Cu-S and some natural sulfides between 25 and 700°C . // Econ. Geol. - 1966. - Vol.61, №4. - P. 641–672.
16. Габлина И.Ф. Сульфиды халькозинового ряда из месторождений медистых песчаников // ЗВМО. - 1984. - Ч. СХІІІ, вып. 4. - С. 430–443.
17. Лурье А.М. Изменение руд при эпигенезе и метаморфизме на месторождениях меди красноцветных формаций // Сов. геол. - 1977. - №2. - С. 46–58.

18. Сатпаева М.К., Полякова Т.П., Слюсарев А.П. Разноокрашенные халькозины из вкрапленных борнит-халькозиновых руд Джекказганского месторождения // Изв. АН КазССР, Сер геол. - 1971. - №2. - С. 19-27.

19. Трубачев А.И., Наркелюн Л.Ф. О природе халькозина Удоканского месторождения медистых песчаников / Геология некоторых рудных месторождений Забайкалья. - Чита, 1968. - С. 90-107.

20. Габлина И.Ф. Условия меденакопления в красноцветных континентальных формациях. - М.: Наука, 1983. - 111 с.

© Шумилов И.Х., Шубин Ю.П., 2008

УДК 553.06.462

Канд. геол.-мин. наук ЮШИН А.А. (ИГМР НАН Украины), инж. БУТЫРИН В.К., инж. ГАЛЬЧАНСКИЙ Л.В., инж. СТАДНИШИНА Н.В. (Криворожская КГП КП «Южукргеология»), инж. БОНДАРЕНКО И.Н. (ИГМР НАН Украины)

НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ВОСТОЧНО- АННОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КРИВОРОЖЬЯ

Известно, что во второй половине XX века роль основного сырьевого источника молибдена постепенно перешла от жильных вольфрам-молибденовых к крупнообъемным молибден-меднопорфировым месторождениям. Это не значит, что горнодобывающие предприятия отказываются от разработки локальных зон с богатым монометальным оруденением, но огромные запасы металлов, комплексный характер оруденения (медь, молибден, часто – благородные металлы) в крупнообъемных месторождениях порфирикового типа и, зачастую, возможность дешевой открытой разработки определяют решающее экономическое преимущество именно этого типа месторождений [1].

Известно также, что оруденение практически всех крупных и суперкрупных порфировых месторождений формировалось в несколько этапов и телескопирование всех последующих этапов рудообразования сопровождается переотложением значительной части исходного рудного вещества с формированием зон локального обогащения.

В разных районах Украинского щита (УЩ) давно были известны многочисленные рудопроявления молибдена [2], из которых отдельные рассматриваются в ранге месторождений. Однако, в большинстве случаев потенциальные ресурсы этих объектов оценивались только по содержаниям главных компонентов. Потенциал золота и платиновых металлов, характерных для руд многих молибден-меднопорфировых месторождений, как правило, не учитывался.

Поисковые и оценочные работы в Анновской зоне развития молибденового оруденения заставляют отнестись к этой проблеме внимательнее.

В Криворожской структуре издавна были известны многочисленные мелкие проявления минерализации молибденита в отдельных зонах развития гидротермалитов, не привлекавшие обычно ранее внимания геологов. В 60-70-х годах было установлено систематическое присутствие молибденитовой минерализации среди амфиболитов новокриворожской свиты криворожской серии в разрезах Восточно-Анновской структуры (Северное Криворожье). Эти проявления трассировались вдоль восточного борта структуры линейной зоной развития среди амфиболитов кварцевых штокверков, грейзенизированных пород и пространственно сопряженных с ними тел розовых микроклиновых аплит-пегматоидных гранитов. В границах зоны, прослеженной по простиранию почти на 600 м при мощности до 50 м и оконтуренной ореолом