

УДК 553.4 : 553.31 (477.63)

Юшин А.А., Мороз В.С., Проскурко Л.И.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ ОРУДЕНЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В УГЛЕРОДИСТЫХ КОМПЛЕКСАХ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ КРИВОРОЖСКОГО БАССЕЙНА

Рассмотрены условия образования и локализации проявлений цветных и благородных металлов в зонах тектонической и метасоматической переработки железистых и вмещающих пород Криворожской структуры.

Изучение условий образования и соответствующих метасоматических процессов в Криворожском бассейне более 100 лет было сосредоточено вначале на железных, частично графитовых рудах, позже – на урановых. Внимание геологов привлекали широко представленные в регионе процессы щелочного метасоматоза, а проявления оруденения и околорудных изменений других типов долгое время оставались вне поля зрения (исключая достаточно узкий вопрос перспектив золотоносности).

Вместе с тем известно, что за последние 40 лет в мире постоянно возрастает количество и экономическая значимость (а отсюда – и интерес) разнотипных рудных месторождений, локализованных в черносланцевых формациях, в том числе – раннедокембрийских.

Именно раннедокембрийские (преимущественно, палеопротерозойские) углеродистые формации широко распространены на территории Украинского щита (УЩ), который является графитоносной провинцией мирового значения – здесь известны сотни крупных рудопроявлений и более 10 месторождений графита. Если оценивать распространенность докембрийских углеродистых комплексов УЩ по локализации наиболее обогащенных угле-

родистым веществом горных пород, то и в этом случае суммарные площади их развития весьма значительны.

Установлено, что в метаморфических комплексах неоархей УЩ рассеянное углеродистое вещество (УВ) присутствует обычно в количестве менее 1 мас.%, в разрезах углеродистых гнейсов и сланцев фиксируются относительно низкие фоновые концентрации металлов платиновой группы (PGE) и Au. Высокоуглеродистые образования раннего протерозоя имеют более значительную мощность и широкое распространение. Содержание УВ в их составе достигает 3-6 мас.%. Отмечаются многочисленные рудопроявления U, Zn, Cu, V, Au, редкоземельных (REE) и других металлов, которые традиционно рассматривались как проявления сингенетического рудообразования.

Проблема рудоносности углеродистых формаций была и остается дискуссионной, что во многом определяется устоявшимися представлениями о сугубо седиментационном первично-биогенном (уже в раннем докембрии) накоплении углеродистого вещества и соответствующих ассоциаций рудных элементов. К сожалению, все типы горных пород углеродистых комплексов раннего докембрия УЩ также традиционно рассматриваются как пер-

вично осадочные графит-содержащие образования [3, 8]. Различия между углеродистым веществом (преимущественно, графит) разных комплексов обычно рассматриваются в рамках вариаций морфологических и рентгеноструктурных параметров, объясняемых особенностями метаморфических преобразований (вплоть до гранитизации) первичных углеродистых пород. Пожалуй, в Украине только геологи ГРЭ-47 КП «Кировгеология» рассматривали пачки высокоуглеродистых сланцев как результат наложенной графитизации (углеродизации), с которой пространственно связаны проявления U, Au, PGE и других металлов.

Но месторождения в «черных сланцах» уже обеспечивают до 8-10% мировой добычи золота, а прогнозные ресурсы золота в рудах этого типа оцениваются как огромные, поэтому объективная геолого-генетическая оценка рудопроявлений Криворожской структуры остается актуальной [4, 7, 9].

Систематическое изучение геохимических особенностей разрезов раннедокембрийских углеродистых комплексов метаморфических формаций Кривбасса и сопряженных с ними разнотипных рудопроявлений позволило выявить несколько иной характер связи УВ и оруденения.

На территории Криворожской структуры еще в XIX и первой половине XX ст. были выявлены значительные по масштабам проявления жильной и вкрапленной рудной минерализации, среди которых особо выделялись:

– проявления меди по балкам Березниной, Южной Червонной; в участке шахты «ЗОТ»; в 15-километровой зоне кварцевых штокверков с магнетит-халькопиритовой минерализацией вдоль Лихмановского нарушения и «Червонная жильная зона» сульфидно-кварцевых штокверков протяженностью более 25 км;

– мощные зоны сульфидизации пород гданцевской свиты в верховьях балки Северная Червонная; линзовидные жилы пирита и пирротина мощностью до 1-2 м среди сланцев саксаганской свиты в районе бывших рудников им. В.И.Ленина, им. М.В.Фрунзе, им. С.М.Кирова; мощная (до 70 м) зона арсенопиритовой минерализации в участке рудника им.

М.В.Фрунзе; протяженная зона сульфоарсенидной минерализации вдоль Тарапаковского надвига, а также мощные зоны кварцевых штокверков с турмалином вдоль Тарапаковского пласта протяженностью 4 км и «Саксаганская жильная зона» протяженностью до 30 км.

Для углеродистых комплексов Криворожско-Кременчугской зоны типичны также многочисленные геохимические аномалии и рудопроявления V, Cu, Zn, Mo, Ag, Au, U.

Особое место в этой группе рудопроявлений занимает золоторудная минерализация. Наиболее известны ее проявления в зоне несогласного контакта гданцевской и саксаганской свит криворожской серии. Эта зона прослеживается вдоль всей Криворожской структуры и представляет собой сложное стратиграфическое, формационное и тектоническое несогласие, формировавшееся длительно и многоэтапно. Тектонические нарушения, трассирующие зону, в совокупности с серией оперяющих разломов образуют сложно построенную сдвиго-надвиговый шов, прослеживающийся вдоль всей Криворожско-Кременчугской структурно-металлогенической зоны (СМЗ). Важной особенностью процессов, проявленных в зоне контакта свит, является интенсивная тектоническая переработка горных пород, сопровождающаяся их послойным окварцеванием, неоднократным будинированием и брекчированием кварцитовых и высококремнистых прослоев, локальной аргиллизацией, скоплениями сульфидного и углистого вещества (УВ). В результате разрез приобретает характер тектонического меланжа, где разномасштабные пластины (будины) жестких пород облекаются зонами интенсивного рассланцевания, вдоль которых локализуются проявления рудно-метасоматических процессов. На всем протяжении этой зоны эпизодически отмечались точки минерализации с содержанием золота 0,8-4,0 г/т, до 12 г/т; в единичных пробах отмечались также повышенное содержание платины (до 1 г/т), палладия (до 0,5-6 г/т).

Ранее масштабы таких проявлений эндогенной золото-сульфидно-кварцевой минерализации считались незначительными и пер-

спективы промышленной золотоносности Кривбасса большинством исследователей оценивались невысоко, что было обусловлено недостаточной изученностью как известных так и новых для региона типов оруденения. Выявление и изучение на северном продолжении Криворожской структуры промышленного Желтянского месторождения золота существенно изменило представления не только о потенциале золотоносности, но и о процессах формирования руд в регионе.

Золотое оруденение Желтянского месторождения локализовано в узкой крутопадающей зоне северного продолжения несогласного контакта саксаганской и гданцевской свит с проявлениями брекчирования магнетит-силикатных кварцитов и углеродистых сланцев, которые цементируются агрегатами сульфид-кварцевого, сульфид-карбонат-кварцевого состава. Штокверковые рудные зоны характеризуются пласто- и линзообразной формой с отдельными пережимами и вариациями мощности от 2-5 до 25-27 м. Рудные минералы представлены, в основном, пиритом нескольких генераций, иногда отмечается арсенопирит, еще реже – халькопирит, сфалерит, галенит, золото. Распределение золота в рудной зоне весьма неравномерное, в отдельных пробах его содержание достигает 49 г/т. Золото весьма мелкое и тонкое, пластинчатое; по данным микросондовых анализов, проба его от 720 до 900 и более. Рудную зону трассируют контрастные геохимические аномалии серебра, меди, цинка, висмута, мышьяка. Субрудные (до 1 мас.%) концентрации меди и цинка прослеживаются только вдоль экзоконтакта рудной зоны – в тектонизированных углеродистых сланцах висячего бока. Постоянными элементами первичной геохимической зональности являются Ag, As и Bi, реже – Zn [9, 10], еще реже – Sb, Cu.

В границах месторождения обнаружены также локально проявленные трубообразные тела низкотемпературных золоторудных метасоматитов формации аргиллизитов-вторичных кварцитов (эпитермальный тип золотого оруденения) [11]. Для золотоносных аргиллизитов характерно развитие глинистых (преимущественно, каолиновых) и глинисто-кремнистых

агрегатов, содержащих переменное количество обломков исходных горных пород (кварцитов, жильного кварца, кремнистых, слюдисто-кремнистых и глиноземистых сланцев, железистых кварцитов) и рассеянную вкрапленность тонко- и мелкозернистого пирита (до 5-7%). Широко проявлены и типичные низкотемпературные вторичные кварциты, в составе которых постоянно присутствует криптозернистый халцедоновидный кварц.

Как для аргиллизитов, так и для вторичных кварцитов характерна изменчивость морфологии кристаллов пирита, преобладают хорошо ограненные индивиды пентагон-додекаэдрического габитуса. Золото аргиллизитов, преимущественно, свободное, легко обогащаемое, образует комковатые, сложной формы агрегаты размером от 20-50 до 200-500 мкм. Среднее значение пробы 700. Иногда отмечается примесь теллура, что типично для руд эпитермального типа. В верхней части разреза (собственно аргиллизитовая подзона) систематически фиксируются аномальные (до 0,1 мас.%) содержания ниобия, циркония, иттрия и незначительно повышенные концентрации платины и палладия (в сумме до 0,1-0,2 г/т).

Локализация тел золоторудных кварцит-аргиллизитовых метасоматитов контролируется, вероятно, узлами сопряжения диагональных разломов с генеральной зоной Криворожско-Кременчугского глубинного разлома, при этом формировались продуктивные рудные столбы с пологим склонением к СЗ.

Впервые в разрезах Желтянского месторождения выявлены околорудные минеральные ассоциации с аномальными изотопно-геохимическими параметрами. Так, в углеродистых породах (кварцитах и сланцах) гданцевской свиты содержание УВ обычно не превышает 2-5 мас.%, но в интенсивно тектонизированных углеродистых сланцах этот показатель достигает 30-60%. Для всех таких участков характерно развитие скоплений чешуйчатого графита вдоль трещин будинажа и сланцеватости. В этих скоплениях различаются два вида графита. Первый проявлен вблизи контактов с аплит-пегматоидными жилами и по изотопному составу углерода ($\delta^{13}\text{C}$ от -18 до

-23‰) аналогичен рассеянному графиту вмещающих горных пород. Второй локализован вне всякой связи с зонами термальных приконтактных изменений и по изотопному составу углерода ($\delta^{13}\text{C}$ от -30 до -35‰) резко отличается от графита вмещающих пород. Именно к участкам локализации изотопно аномальных графитов пространственно приурочены не только залежи богатых графитовых руд, но и контрастные геохимические аномалии и рудопроявления Mo, W, U, V, Zn, Cu, Ag. В этих же участках иногда фиксируются метасоматические карбонатные образования с аномально высоким содержанием хрома и $\delta^{13}\text{C}$ карбоната до +12‰. Такие изотопно-геохимические контрастные ассоциации обычны на флангах зон золоторудной минерализации.

В отличие от рассеянного графита горных пород и трещинных скоплений в зонах динамометаморфизма ($\delta^{13}\text{C}$ от -14 до -22‰), углерод графита скоплений в экзоконтакте рудной зоны существенно обогащен изотопом ^{12}C (от -30 до -35‰). Углерод высокохромистых карбонатных метасоматитов заметно обогащен изотопом ^{13}C ($\delta^{13}\text{C}$ от +6 до +12,6‰) по сравнению с известняками и доломитами гданцевской свиты ($\delta^{13}\text{C}$ от 1 до -6‰) и другими осадочными карбонатными образованиями.

Следовательно, в разрезах раннедокембрийских толщ Желтянского месторождения можно выделить два вида углеродистых минеральных образований:

– первичные (осадочные) карбонатные породы с $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб.}}$ от -6,6 до +1,2‰; углеродистые сланцы с $\delta^{13}\text{C}_{\text{граф.}}$ от -12,6 до -18,8‰ и связанные с ними метаморфогенные графитовые руды ($\delta^{13}\text{C}_{\text{граф.}}$ до -22‰);

– метасоматические карбонатные образования с $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб.}}$ от +6 до +12,6‰ и агрегативными скоплениями графита с $\delta^{13}\text{C}_{\text{граф.}}$ от -30 до -35,6‰ в экзоконтактах золоторудных зон.

Таким образом, на общем фоне первично углеродистых толщ гданцевской свиты удалось выявить и проследить зоны развития нового для Криворожского бассейна типа эндогенных метасоматических образований – существенно графитовых (содержание графита 25% и более) высокоуглеродистых околорудных

метасоматитов, локализующихся в зонах смятия и проявления оруденения цветных и благородных металлов.

В собственно Криворожской структуре следует отметить многочисленность и разнообразие разномасштабных рудопоявлений и геохимических аномалий Cu, Zn, V, Bi, Ag, Au, U, As с набором характерных околорудных метасоматитов. Такими рудоносными метасоматитами представлены линейные зоны интенсивной тектонической переработки (от брекчирования до пластического течения), субсогласные или кососекущие по отношению к основным разломным зонам Криворожской структуры.

Наиболее ярко и контрастно тектоно-метасоматические процессы выражены именно в зоне упомянутого выше несогласного контакта саксаганской и гданцевской свит. В этой долговременно и многостадийно развивавшейся зоне локализованы (разрозненно и/или телескопированно) практически все типы минерализации цветных и благородных металлов.

Состав минеральных ассоциаций, особенно присутствие новообразованного пирита, достаточно определенно указывает на их гипогенную природу. В ряде случаев (особенно в гематитовых (т.н. окисленных) железных рудах Южного железорудного района Кривбасса) такие метасоматиты подвергались выветриванию, в результате чего пирит полностью замещался агрегатом гетита и дисперсного гетита, но их первичная метасоматическая природа фиксируется присутствием реликтов ванадиевой слюды (роскоэлита, по Я.Н.Белевцеву, 1955). Примером являются окисленные железные руды Рахмановского, Советского, Тарапако-Лихмановского участков. Я.Н.Белевцев и др. (1955, 1962) отмечали проявление на флангах рудных полей некоторых месторождений богатых железных руд (особенно в мартит-дисперсногематитовых («красковых») рудах бывшего рудника им. Ф.Э.Дзержинского) процессов каолинизации с алунитом, баритом, иногда пиритом, ильменитом. Обилие ильменита в составе некоторых видов железных руд ждет своего объяснения.

Золото разных рудопоявлений, связанных с углеродистыми комплексами, обычно характеризуется максимальным диапазоном значений пробы (584-972), низким содержанием меди и незначительно повышенным содержанием висмута.

В менее тектонически выраженных и более локальных (частью, возможно, оперяющих) зонах межпластовых смятий и срывов состав рудной минерализации более однообразен. Выделяются зоны с существенно молибденовой, медной, серебро-висмутовой, пирит-арсенопиритовой минерализацией. Весьма интересны, хотя и очень слабо изучены, зоны медно-цинкового оруденения, прослеживающиеся вдоль тектонизированных контактов карбонатных и углеродисто-сланцевых горизонтов гданцевской свиты. В целом, неизменные карбонатные породы гданцевской свиты характеризуются субкларковыми концентрациями всех рудных элементов, в графит-карбонатных сланцах отмечаются незначительно повышенные содержания ванадия, молибдена, серебра, ниобия, иттрия. Для карбонатных пород большинства разрезов гданцевской свиты установленные ранее вариации изотопного состава углерода карбонатов ($\delta^{13}\text{C}$ от -1 до -6‰) соответствуют параметрам осадочных карбонатов.

Характерная для последних минерализация меди и цинка рудного уровня (содержание, соответственно, 0,1-3 мас.% и 0,02-2 мас.%), сопровождающаяся контрастными геохимическими аномалиями свинца, молибдена, серебра, иногда золота и тория, обогащением углерода карбонатов изотопом ^{13}C и углерода графита – изотопом ^{12}C , максимально проявлена только вдоль тектонизированного и окремненного контакта пачки доломитов и графит-карбонатных сланцев.

Изотопно тяжелые ($\delta^{13}\text{C}$ до +8‰) карбонаты отмечаются в карбонатных породах некоторых других разрезов гданцевской свиты, но максимальное обогащение углерода изотопом ^{13}C установлено в ряде образцов метасоматических карбонат-магнетитовых руд ($\delta^{13}\text{C}$ до +11‰), чем подтверждается предположение о значительно более широком чем предполагалось ранее развитии низкотемпературных руд-

но-метасоматических процессов в Криворожском бассейне.

Контрастные рудно-геохимические аномалии пространственно приурочены именно к участкам локализации скоплений изотопно легкого графита. Именно в зонах развития интенсивной эндогенной графитизации фиксируются не только повышенные концентрации меди и цинка, но и линзовидные прослои, импрегнированные (до 15-25 объемн.%) тонкозернистой вкрапленностью таблитчатого ильменита.

Подобные рудно-метасоматические зоны в целом субсогласны с общим залеганием основных породных комплексов Кривбасса, что долгое время рассматривалось как признак их первично-седиментационного залегания. Вместе с тем, детальное сопоставление разрезов гданцевской свиты в Саксаганском блоке, вскрытых многими скважинами, однозначно фиксирует прерывистость таких рудно-метасоматических зон: чередование 4-6-километровых участков с их проявлением, разделенных участками «стерильных» разрезов. Кстати, подобная же дискретность характерна и для расположения серий рудных тел богатых железных руд, что позволяет предполагать определенную синхронность эволюции структур и гидротермально-метасоматических процессов. Тем более, что для некоторых месторождений богатых гематитовых руд издавна отмечалось присутствие золота и продуктов гипогенной аргиллизации. А наиболее значительное обогащение углерода карбонатов изотопом ^{13}C фиксируется для некоторых тел карбонатно-магнетитовых руд ($\delta^{13}\text{C}$ до +11‰), которые Я.Н.Белевцев (1955) относил к метасоматическим.

Не отвлекаясь пока на обсуждение достаточно спорного вопроса механизмов формирования контрастных изотопных аномалий углерода карбонатов и графита, отметим, что изотопно-аномальные образования не приурочены к определенным горным породам или стратиграфическим уровням, а фиксируются только в границах локальных участков вдоль протяженных зон тектонических деформаций и локализованного в них оруденения.

Периодичность размещения таких локальных рудных участков вдоль общего простирания Криворожской структуры имеет значительное сходство с периодичностью рудных полей богатых железных руд. Пространственная сопряженность этих образований со штокверками массивного метасоматического графита позволяет предполагать их общее метасоматическое происхождение – аналогично с графит-ильменитовыми метасоматитами российского Приморья («науглероживание» по П.Ф.Иванкину и др. [1, 4, 5-7, 10]).

Сходные данные известны для докембрийских углеродистых формаций Карело-Кольского региона: на фоне метаморфических горных пород – сланцев и гнейсов со значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{граф.}}$ от -22,0 до -24,9‰ здесь отмечается широкое распространение графита с $\delta^{13}\text{C}$ от -29,4 до -35‰. Это (Мележик и др., 1988) отражает, вероятно, приуроченность рудно-геохимических аномалий к вулканическим центрам. Значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{граф.}}$ УВ шунгитов Карелии достигают -42‰ (Галдобина, 1987).

Полученные результаты позволяют связывать формирование комплексных содержащих благородные металлы рудопоявлений в углеродистых комплексах шовных зон УЩ с эволюцией центров эндогенной активности, обусловивших формирование рудных ассоциаций и специфических углеродистых метасоматитов, сходных с шунгитами и шунгитоподобными породами Карело-Кольского региона и/или зонами «науглероживания» российского Приморья, других регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Валяев Б.М.** Изотопное обоснование глубинного генезиса углеводородов / Дегазация Земли и геотектоника. Тезисы докладов II Всесоюзного совещания. Москва, февраль 1985 г. // Москва: Наука, 1985.– С. 83-88.
2. **Вески Р.** Содержание терминов «черные», «углеродистые» и «горючие» сланцы / Геохимия, минералогия и литология черных сланцев. Сборник научных трудов Института геологии Коми филиала АН СССР // Сыктывкар: Изд. КФ АН СССР, 1987.– С. 5-6.
3. **Галецкий Л.С., Польской Ф.Р., Тарасюк М.Ф.** Углеродсодержащие формации Украинского щита и их рудоносность // Геологический журнал.– 1986.– № 1.– С. 21-26.
4. **Захаревич К.В., Котов Н.В., Ваганов Н.А. и др.** Золото-сереборудные метасоматиты в черносланцевых толщах // Ленинград. Изд. Ленинградского государственного университета, 1987.
5. **Иванкин П.Ф., Назарова Н.И.** Проблема углеродистого метасоматоза и рассеянной металлоносности осадочно-метаморфических пород // Советская геология.– 1984.– №2.– С. 90-99.
6. **Лобзова Р.В., Лицарев М.А.** Роль гидротермальных процессов в формировании графитовых залежей / Тезисы докладов 27-го Международного геологического конгресса // Москва: Наука, 1984.– Т. VII.– С. 284.
7. **Томсон И.Н., Полякова О.П., Полохов В.П.** Условия локализации углеродистых метасоматитов в Приморье и распределение в них благородных металлов // Доклады РАН.– 1985.– Т. 340, №1.– С. 89-91.
8. **Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В.** Геохимия и рудообразование золота в черных сланцах // Сыктывкар: Геонаука, 1990.– 62 с.
9. **Юшин А.А.** Благородные металлы в докембрийских метаморфических формациях / Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов. Материалы Всероссийского симпозиума // Москва: Связь-принт.– 2002.– С. 247-251.
10. **Юшин А.А., Снежко А.М., Яценко В.Г.** Геохимия благородных металлов в высокоуглеродистых формациях докембрия Украинского щита // Сборник научных трудов ИГОС НАН и МЧС Украины.– 2003.– Вып. 7/8.– С. 86-102.
11. **Юшин А.А., Бутырин В.К.** Эпитермальный тип золотого оруденения в раннем докембрии Украинского щита – в аргиллизитах и вторичных кварцитах Желтянского месторождения Криворожсъя / Проблемы геологии рудных месторождений, минералогии, петрологии и геохимии // Москва: Изд. ИГЕМ РАН.– 2008.– С. 232-235.

ЮШИН О.О., МОРОЗ В.С., ПРОСКУРКО Л.И. Генетичні особливості проявів зруденіння благородних і кольорових металів у вуглецевистих комплексах раннього докембрію Криворізького басейну.

Резюме. Металогенічний вигляд Криворізько-Кременчуцької зони 130 років визначався крупними родовищами графіту, заліза й урану (з останнім часто пов'язані V і Sc). Відомі також дрібні прояви Mo, Au, Zr, P, V, Sc в зонах дроблення й гідротермальної переробки гірських порід. Протягом останніх років були виявлені нові особливості структури зони, гірських порід, що її складають, більш широкий спектр рудних формацій. Чітко проявлену серію потужних тектонічних порушень загального (NNW) простягання трасують зони прояву вторинних кварцитів, аргілізитів, карбонатних і графітових метасоматитів з високим вмістом Cu, Zn, Ag, Bi, Mo, Au, V, As. Максимальний вміст благородних і кольорових металів характерний для зон з тектонічним і метасоматичним перетворенням графіт-вмісних порід, з формуванням шунгітоподібних порід ($\delta^{13}\text{C}$ до -35%) і для тіл метасоматичних доломітів ($\delta^{13}\text{C}$ до $+12,6\%$).

Ключові слова: залізисто-кремниста формація, Криворізький залізорудний басейн, металогенія, вуглець-вмісні гірські породи, дорогоцінні метали, кольорові метали.

ЮШИН А.А., МОРОЗ В.С., ПРОСКУРКО Л.И. Генетические особенности проявления оруденения благородных и цветных металлов в углеродистых комплексах раннего докембрия Криворожского бассейна.

Резюме. Металлогенический облик Криворожско-Кременчугской зоны 130 лет определялся крупными месторождениями графита, железа и урана (с последним часто связаны V и Sc). Известны также мелкие проявления Mo, Au, Zr, P, V, Sc в зонах дробления и гидротермальной переработки горных пород. На протяжении последних лет были выявлены новые особенности структуры зоны, слагающих ее горных пород, более широкий спектр рудных формацій. Четко выраженную серию мощных тектонических нарушений общего (NNW) простирания трассируют зоны проявления вторичных кварцитов, аргиллизитов, карбонатных и графитовых метасоматитов с высоким содержанием Cu, Zn, Ag, Bi, Mo, Au, V, As. Максимальное содержание благородных и цветных металлов характерно для зон с тектоническим и метасоматическим преобразованием графит-содержащих пород, с формированием шунгитоподобных пород ($\delta^{13}\text{C}$ до -35%) и для тел метасоматических доломитов ($\delta^{13}\text{C}$ до $+12,6\%$).

Ключевые слова: железисто-кремнистая формація, Криворожский железорудный бассейн, металлогения, углерод-содержащие горные породы, драгоценные металлы, цветные металлы.

YUSHYN O.O., MOROZ V.S., PROSKURKO L.I. Genetic peculiarities of manifestations of precious and non-ferrous metals mineralization in carboniferous complexes of the Early Pre-Cambrian at the Kryvyi Rih basin.

Summary. Metallogenic outlook of the Kryvyi Rih-Kremenchuh zone has been determined for 130 years by large deposits of graphite, iron and uranium (the last one is often associated with V, Sc). Small manifestations of Mo, Au, Zr, P, V, Sc are known in zones of shuttering and hydrothermal processing of rocks. The studies of the latest years have revealed new features of the zone structure, in rocks building it up and much more diverse spectrum of ore formations. Clearly manifested series of big tectonic faults of general strike (NNW) are traced by zones of manifestations of secondary quartzites, argillized rocks, carbonate and graphitic metasomatites having high content in Cu, Zn, Ag, Bi, Mo, Au, V, As. Precious and non-ferrous metal maximum concentration is characteristic for the zones of tectonic and

metasomatic transformations of graphite-containing rocks with formation of shungite-like rocks ($\delta^{13}C$ is up to -35‰), and for metasomatic dolomite bodies ($\delta^{13}C$ is up to $+12,6\text{‰}$).

Key words: banded iron formation, the Kryvyi Rih iron ore basin, metallogeny, carbon-containing rocks, precious metals, non-ferrous metals.

*Надійшла до редакції 11 квітня 2012 р.
Представив до публікації професор А.І.Каталенець.*