

УДК 553.447

Сопоставление Комсомольского рудопроявления с промышленным аналогом стратиформного типа

Купенко В. И.^{*}, Черныш О. Г.

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Поступила в редакцию 17.06.10, принята к печати 01.10.10.

Аннотация

В статье излагаются результаты изучения минеральных парагенезисов руд свинцово-цинковых рудопроявлений и месторождений, залегающих в карбонатных породах (Комсомольское, Благодатское и Екатерино-Благодатское). Рассматриваются данные по вещественному составу полиметаллических руд, текстурно-структурные условия локализации, минералого-геохимические и другие характеристики.

Ключевые слова: стратиформное месторождение, свинцово-цинковая руда, элементы-примеси, минеральная ассоциация.

Стратиформные низко- и среднетемпературные свинцово-цинковые месторождения находятся практически во всех геотектонических сооружениях земной коры. Они широко распространены в чехлах древних платформ, размещаясь на склонах щитов, в перикратонных прогибах, на плитах и авлакогенах, в чехлах молодых платформ, тяготея к остаточным массивам, располагающимся в ядрах антеклиз; в чехлах разнообразных эпи платформенных орогенных поясов, формируясь преимущественно в периферических частях крупных поднятий. Они известны также в складчатых областях в образованиях обращенных предгорных прогибов, внешних миогеосинклинальных и внутренних эвгеосинклинальных частях над древними ядрами или на их склонах, а также в чехлах срединных массивов. Приуроченность провинций к определенным геотектоническим сооружениям земной коры определяет развитие некоторых специфических особенностей магматизма и рудоносности, выступающих на фоне проявления общих закономерностей магматизма и металлогении.

Общей особенностью рассматриваемых месторождений, определяющих их высокую промышленную ценность, является широкое площадное распространение оруденения и в ряде случаев многоярусное его строение. В результате этого характеризуемые месторождения обладают значительными запасами руд, преимущественно залегающими вблизи поверхности и характеризующихся нередко высокими содержаниями металлов. В достаточно разнообразном по составу месторождениях наряду со свинцом и цинком концентрируются крупные запасы меди, серного колчедана, флюорита, барита, а в некоторых случаях также сурьмы, ртути и мышьяка. Руды большинства месторождений обогащены редкими и рассеянными элементами и, в частности, содержат серебро, кадмий, германий, таллий, кобальт, никель, германий, галлий, реже висмут, теллур, золото, иногда уран, находящиеся в извлекаемых количествах. Все это определяет характеризуемые свинцово-цинковые месторождения в качестве важных промышленных объектов.

Галенит-сфалеритовые месторождения, приуроченные к карбонатным породам, выделены в отдельную формацию. Но к ней относятся и месторождения, локализованные в карбонатно-терригенных породах. Рудные тела рассматриваемой формации имеют пластообразную форму и отличаются довольно простым минералогическим составом (основные минералы – галенит и сфалерит, кроме них наиболее часто встречаются пирит, барит, флюорит). Ведущими текстурами являются прожилково-вкрапленная и вкрапленная, реже встречаются полосчатая и массивная. Эти особенности послужили основанием для выделения отдельного промышленно-генетического типа – свинцово-цинковых «стратиформных» месторождений, причем особо подчеркивалась приуроченность к толщам карбонатных пород. Обоснование систематики рудной формации

^{*} Для переписки: geolog@dgtu.donetsk.ua

включает в себя геологическое строение месторождения, его минеральный состав, околорудное изменение, геологические и геохимические условия формирования и т.д. Рассмотрим сопоставление этих данных на примере Комсомольского полиметаллического рудопроявления зоны сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом и хорошо изученной группы подобных месторождений Восточного Зауралья, а именно Благодатского и Екатерино-Благодатского стратиформных месторождений.

Свинцово-цинковое рудопроявление, вскрытое в карьере Комсомольского рудоуправления, расположено в зоне влияния Волновахской зоны разломов, входящих в структуру Южно-Донбасского глубинного разлома.

В пределах зоны обнаружены две жилы, содержащие полиметаллическое оруденение. Азимут простирания главной рудной жилы составляет 330° , падение крутое – 85° – 90° к горизонту. Вмещающие жилу известняки серого цвета среднезернистые, катаклазированные, разбитые густой сетью кальцитовых прожилков мощностью от 1-2 мм до 40 см. Для жильного кальцита характерна хорошая раскристаллизованность и розовый оттенок. Рудная минерализация представлена в основном галенитом и сфалеритом и приурочена к интенсивно измененным, брекчированным, кальцитизированным известнякам. Соотношение галенита и сфалерита в рудной жиле меняется по простиранию. Кроме этих главных рудных минералов в жиле в небольших количествах отмечается пирит и другие сульфиды (меди, мышьяка). Основная жила прослежена по простиранию на 36 м, мощность рудной части с богатым галенит-сфалеритовым оруденением изменяется от 2 см до 45 см. В 5 м к западу от основной рудной жилы выявлена вторая жила с аналогичными параметрами и характером рудной минерализации. Вторая жила прослежена по простиранию на 12 м.

В 20 м от главной жилы в СВ направлении выявлена кварц-пиритовая жилка мощностью до 2 см. В этой жилке наблюдается видимая медная минерализация, представленная малахитом. Жилка срезает более мощную кальцитовую жилу системы главной рудной жилы. Такие взаимоотношения рудных жил указывают на многоэтапность формирования оруденения. О многоэтапном формировании рудной жилы свидетельствует и анализ борозд и штрихов на плоскостях тектонических трещин. Результаты такого анализа показали, что на одних и тех же зеркалах скольжения отмечаются разнонаправленные подвижки. При этом штрихи, фиксирующие отдельные направления, имеют различную сохранность, что указывает на различный возраст деформаций. В главной рудной жиле зафиксированы сдвиговые деформации, которые можно отнести к пострудному этапу. Доказательством этого служит мелкий разрыв субширотного простирания, вскрытый в одной из разведочных канав. Нарушение смещает северо-восточный зальбанд главной рудной жилы по правостороннему типу на 10 см. К юго-востоку от описанного проявления на протяжении нескольких сотен метров установлены новые мелкие жилы с полиметаллическим оруденением. Для этих жил характерны некоторые особенности. Во-первых, новые жилы располагаются кулисообразно и имеют простирание, близкое к главной рудной зоне, описанной выше. Во-вторых, в составе нерудных минералов резко увеличивается доля кварца. Первая особенность указывает на формирование полиметаллического оруденения при сдвиговых деформациях. Этот факт находит подтверждение и в результатах поисково-разведочных работ на площади, прилегающей к проявлению. По данным этих работ на площади установлен крупный разлом запад-северо-западного простирания, имеющий падение в южном направлении под углом 50° – 60° – Комсомольский сброс. Полиметаллические жилы локализованы висячем борту этого разлома. Анализ пространственных взаимоотношений основного шва Комсомольского разлома с рудоносными жилами, содержащими полиметаллическое оруденение, позволяет сделать заключение, что формирование полиметаллических жил в данном районе происходило при правом сбросо-сдвиге по системе сколов Комсомольского разлома [1]. Установлено, что рудная жила приурочена к тектонической зоне запад-северо-западного простирания, в пределах которой известняки интенсивно изменены и брекчированы. При прослеживании рудоносной тектонической структуры в северо-западном направлении на горизонте +40 м среди известняков выявлена мощная (до 12 м) зона брекчирования с убогой сульфидной минерализацией, представленной пиритом, марказитом и другими минералами. На юго-восточном продолжении рудоносной структуры на горизонте +20 м выявлены глыбы известняка размером 2×2 м с галенит-сфалеритовым оруденением. Здесь сфалерит преобладает над галенитом.

Палеозойские породы, развитые на аналогичных полях Благодатского и Екатерино-Благодатского полиметаллических месторождений, образуют синклинальную складку. Она диагонально пересекается Центральным разломом, выполненным дайкой кварцевых порфиров. Крупными нарушениями в пределах месторождений являются Благодатский, Екатерино-Благодатский и Средний разломы. Одной из морфологических особенностей последнего являются его изгибы по простиранию, к которым и приурочены рудные тела Благодатских месторождений. В местах изгиба разлом сопровождается многочисленными оперяющими трещинами,

контролирующими ту или иную зону оруденения. Эти тектонические нарушения, определившие развитие в пределах месторождений трещин субмеридионального и северо-западного простираний, имели большое значение для структурного контроля оруденения и сыграли важную роль в локализации рудных тел [2].

Минеральный состав руд, их типы и закономерности распределения в рассматриваемых месторождениях и рудопроявлениях во многом сходны, как и условия формирования. Поэтому текстуры и структуры руд этих объектов тоже заслуживают внимания.

В карьере «Северный» Комсомольского рудопроявления рудная минерализация представлена двумя основными минералами – галенитом и сфалеритом и приурочена к участкам брекчирования. В целом галенит преобладает над сфалеритом. Первичные рудные минералы – сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, марказит, полибазит, самородное серебро, акантит, тетраэдрит, теннантит. Вторичные минералы представлены смитсонитом, англезитом, церусситом, малахитом и гидроокислами железа.

Согласно изученным аншлифам для вторичных минералов характерны коррозионные структуры, структуры пересечения и решетчатые. Следует отметить, что вторичные минералы развиваются, прежде всего по трещинам спайности галенита и др. Распространенные текстуры данного рудопроявления – жильная (кварц-галенитовая жилка сечет карбонатную), прожилковая (пирит-сфалеритовые и пирит-галенитовые агрегаты), плейчатые (галенитовые и пирит-сфалеритовые руды). По имеющимся микроскопическим данным устанавливается следующий порядок кристаллизации рудных минералов: сфалерит¹ – сфалерит² – галенит – халькопирит, пирит, марказит, блеклая руда, акантит, полибазит, самородное серебро – ковеллин, халькозин, малахит, смитсонит, англезит.

Описанные структурно-текстурные особенности руд указывают на низкотемпературные условия образований с преобладанием процессов замещения и перекристаллизации.

Сплошные руды полей Благодатских полиметаллических месторождений, залегающих в карбонатных породах, характеризуются массивными текстурами, образовавшимися вследствие интенсивного замещения вмещающих пород. Они сложены различными по составу сульфидами – пиритом, сфалеритом, галенитом, сульфосолями свинца и др. Руды с полосчатыми текстурами встречаются во всех рудных телах. В жилообразных рудных телах полосчатые текстуры наблюдаются в приконтактовых участках и состоят из чередующихся полос буланжерита и сфалерита. В трубообразных залежах полосчатые руды различны по составу и строению. Наиболее распространены руды, сложенные чередующимися полосами сфалерита и пирита. Иногда в строении этих руд участвует кварц и доломит. В рудах со сложно-полосчатыми текстурами проявляется сочетание тонкополосчатых текстур пирит-сфалеритовых агрегатов – следствие замещения доломитов – и грубополосчатых пирит-галенитовых – результат наложения и замещения ранних минералов более поздними. На участках развития тектонических нарушений, послерудного дробления или в зонах сопряжения трещин наблюдаются различные метаморфические текстуры: брекчиевидные, разлинзования, течения (струйчатая) [2].

Прожилковые текстуры возникли вследствие пересечения пирит-сфалеритовых, чаще сфалеритовых руд тонкими неровными метасоматическими пирит-арсенопиритовыми и более выдержанными по простиранию галенит-буланжеритовыми прожилками. Встречаются также прожилковые текстуры, образовавшиеся в результате заполнения серии мелких субпараллельных трещин галенитом или сульфоантимонидами свинца.

На участках развития тектонических нарушений, послерудного дробления или в зонах сопряжения трещин наблюдаются различные метаморфические текстуры: брекчиевидные, обломочные, разлинзования, течения. Разновидностью последней является "струйчатая" текстура.

Брекчиевые текстуры руд наблюдаются в зонах нарушения. Здесь сульфиды подвергаются брекчированию с образованием остроугольных обломков, представленных мелкозернистой массой пирита, арсенопирита, сфалерита, галенита и буланжерита, сцементированных либо карбонатом либо тонкоперетертым сульфидным материалом.

Метаморфические текстуры руд и Комсомольского рудопроявления и Благодатских месторождений свидетельствуют об интенсивных послерудных и внутрирудных подвижках, которые способствовали возникновению хрупких и пластических деформаций в сульфидах, сопровождавшихся перекристаллизацией и перегруппировкой вещества.

Спектральными и химическими анализами среди мономинеральных проб сфалерита карьера «Северный» обнаружены десятые и сотые доли процента меди, кадмия, стронция и сурьмы, а также тысячные доли процента олова, германия и серебра (табл. 1). По микроскопическим и микрозондовым данным в сфалерите обнаружен минерал акантит (Ag_2S) – низкотемпературная ($<179^\circ\text{C}$) моноклинная модификация сульфида серебра каркасного строения, содержащая обычно 87,06 % серебра и 12,94 % серы. Акантит обычно образует в сфалерите зерна неправильной формы размером до 0,3–0,5 мм. Этот же минерал встречен также в виде мелких

включений в галените, особенно в структурах распада твердых растворов типа акантит-галенит-халькопирит и акантит-тетраэдрит [3].

Изучение вещественного состава рудной жилы показало, что богатое полиметаллическое оруденение формировалось в несколько этапов и носит комплексный характер. Кроме минералов свинца и цинка наблюдается медная и серебряная минерализация. Медная минерализация представлена малахитом. Серебряное оруденение, видимо, формировалось в конце рудного процесса после отложения медных минералов.

Табл. 1. Химический состав сульфидов полиметаллического рудопроявления (карьер «Северный»)

Минерал	Pb	Zn	Cu	Fe	Sb	As	Ag	Se	Te	Mn	S
Галенит	86,59	0,91	0,17	0,05	0,21	0,00	<0,01	0,50	0,00	0,13	12,45
"-"	86,61	0,00	0,26	0,01	0,07	0,00	<0,01	0,20	0,00	0,14	13,02
Блеклые руды	0,37	7,34	30,46	0,96	27,83	0,46	6,61	не опр.	0,00	0,00	25,63
"-"	0,43	7,06	28,41	1,07	28,09	0,45	8,96	не опр.	0,05	0,00	25,29
"-"	0,40	7,54	30,91	0,58	28,48	0,78	5,70	не опр.	0,00	0,00	25,19
"-"	0,30	8,41	30,73	не опр.	28,42	0,17	5,58	0,62	0,00	0,01	25,55
Полибазит	0,43	0,07	18,83	0,00	11,60	0,00	50,47	0,00	0,00	0,00	17,63
"-"	5,56	0,00	24,51	0,00	12,08	0,00	38,09	0,00	0,00	0,00	19,82

Состав минералов по данным химических и спектральных анализов Благодатских месторождений характеризуется следующим. Сфалерит обладает наибольшими количествами меди и олова. Их содержание выдерживается в десятых долях процента. Отмечено резкое колебание индия в случае увеличения окисной формы олова (включая касситерит). Постоянство содержаний и корреляций меди и олова в благодатских сфалеритах указывают на то, что эти элементы могли быть первоначально изоморфными, а затем выделились в форме станнина, наблюдавшегося микроскопически во всех образцах. Закономерное повышение количества железа и индия отмечается с увеличением содержания серебра в сфалеритах. 56 спектральных анализов проб благодатских сфалеритов и 57 проб галенитов отмечают повышение количества серебра в тех пробах, где сфалерит больше загрязнен галенитом или сульфоантимонидами свинца. Также в составе сфалерита установлен галлий в тысячных и десятитысячных долях процента. А вот кобальт не характерен для месторождений Восточного Забайкалья, залегающих в карбонатных породах. Имеется молибден в тысячных долях процента, присутствует ртуть. Постоянно обнаруживаются в сфалерите десятые доли марганца, неравномерно распределено железо – от 3 до 12 молекулярных процентов и относительно постоянные количества марганца и кадмия, соответственно CdS и MnS 0,3 и 0,2 молекулярных процентов.

Кристаллизация галенита происходила позже сфалерита в Благодатском рудном поле. Типичные примеси в галените – серебро, сурьма, кадмий, медь. Примесь олова составляет в галените 0,1–0,3 %. Также отмечен индий. Резкие колебания в содержании серебра и сурьмы составляют соответственно 0,1–0,65 % и 0,12–0,63 %. Единичные резкие отклонения (до 3 % Sb) обусловлены загрязнением проб галенита сульфоантимонидами свинца, в частности буланжеритом.

Целыми и реже десятыми процентами отмечено содержание мышьяка в пиритах. Обусловлено это, по-видимому, сростанием пирита с арсенопиритом. Присутствует серебро. Сурьма и олово установлены во всех пробах пирита – от нуля до десятых долей процента. Очень редко установлено золото. Таллий характерен для буланжерита и геокронита. Содержание его – сотые и тысячные доли процента.

Итак, особенностью сульфосолей свинца Благодатских месторождений является обогащенность оловом, серебром и таллием. Индий, молибден и висмут – элементы-примеси, не типичные для них.

Имеющиеся фактические данные позволили подтвердить единство рассматриваемых комплексов свинцово-цинковых оруденений и высказать некоторые новые представления о том, что, несмотря на некоторые различия в деталях, рассматриваемые месторождения и рудопроявления относятся к единой генетической группе (табл. 2). На это указывает общность минерального состава, поведение элементов-примесей, типичных для всех месторождений, последовательность образования минеральных ассоциаций.

Табл. 2. Сопоставление Комсомольского рудопоявления с аналогичными месторождениями Восточного Зауралья

Критерий	Рудопоявление (месторождение)	
	Комсомольское	Восточное Зауралье (Благодатское, Екатерино-Благодатское)
Форма рудных тел	Жильная	Гнездообразные, линзообразные, жилообразные, трубообразные
Геотектоническая позиция	Волновихская зона разломов (Комсомольский сброс)	Центральный разлом (Благодатский, Екатерино-Благодатский и Средний разломы) с оперяющими трещинами
Текстура	Жильная, прожилковая, плейчатая	Сплошная, массивная, полосчатая, брекчиевидная, разлинзования, прожилковая струйчатая, пятнистая
Элементы-примеси	Cu, Cd, Sr, Sb, Sn, Ge, Ag	Cu, Sn, Ga, Hg, Mo, Mn, Fe, Cd, Ag, Sb, In, As, Au, Tl
Структура	Пересечения, решетчатая, коррозионная, аллотриоморфнозернистая	Коррозионная
Вмещающие породы	Известняки C ₁ tc – C ₁ td	Доломиты

Таким образом, совокупность данных по вещественному составу полиметаллических руд, текстурно-структурных условий их локализации, минералого-геохимических и других характеристик указывает на многоэтапность формирования полиметаллических оруденений и их комплексный характер. Сложность, многоэтапность формирования, полиминеральный состав эндогенных оруденений – все это характерные признаки крупных рудных объектов, которые могут быть обнаружены. Отмечено влияние внутрирудного метаморфизма и стадийности минералообразования. Локализация рудопоявлений и месторождений в карбонатных отложениях и сравнение с подобными известными дает возможность говорить о перспективности других идентичных площадей на комплексное полиметаллическое оруденение.

Библиографический список

1. Корчемагин, В. А. О связи полей тектонических деформаций и напряжений с рудоносностью в Донбассе / В. А. Корчемагин, В. А. Дудник, Б. С. Панов, В. И. Алехин // Геофизический журнал – 2005. – Т. 27. – С. 97-109.
2. Добровольская, М. Г. Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд / М. Г. Добровольская, Т. Н. Шадлун - М. : Наука, 1974. – 274 с.
3. Панов, Б. С. Структурно-текстурные особенности и минеральный состав нового полиметаллического проявления зоны Южно-Донбасского глубинного разлома / Б. С. Панов, В. И. Алехин // Наук. вісник Національного гірничого університету. Геологія. – 2005. - №6. – С. 12-15.

© Купенко В. И., Черныш О. Г., 2011.

Анотація

У статті викладаються результати вивчення мінеральних парагенезисів руд свинцево-цинкових рудопоявів і родовищ, що залягають в карбонатних породах (Комсомольське, Благодатське і Єкатерино-Благодатське). Розглядаються дані щодо речового складу поліметалічних руд, текстурно-структурні умови локалізації, мінералого-геохімічні та інші характеристики

Ключові слова: стратиформне родовище, свинцево-цинкова руда, елементи-домішки, мінеральна асоціація.

Abstract

The results of mineral parageneses research of Pb-Zn ore and deposits occurring in carbonaceous rocks (Komsomolskoe, Blagodatskoe and Ekaterino-Blagodatskoe) are stated. Polimetallic ore material constitution, localization geotectonic conditions, mineralogical and geochemical parameters are considered.

Keywords: stratiform deposit, Pb-Zn ore, admixture elements, mineral association