

Особенности геологического строения и локализации оруденения Морянихо-Меркурихинского рудного поля

Geological structure and localization of mineralization at the Moryanikho-Merkurikhinskoye ore field

Зайцева М. Н.

На примере Морянихо-Меркурихинского рудного поля (Енисейский кряж) рассмотрены литолого-фациальные особенности терригенно-карбонатной (биогермной) рудоносной геологической формации, в пределах которой локализованы стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах. Охарактеризованы рудовмещающие литофации и их палеоструктурная позиция. Автор считает основными благоприятными литолого-фациальными и структурными факторами локализации стратиформного свинцово-цинкового оруденения морянихинского типа: наличие палеовпадин в пределах шельфовой зоны; развитие пород фаций карбонатных пород – доломитов, строматолитовых доломитов и известняков, образующих биогермные постройки на склонах палеоподнятий; наличие примеси туфогенного материала в терригенных разностях пород.

Обозначено влияние тектонических нарушений на формирование рудных залежей и морфологию рудных тел. Рассмотрены основные типы руд, их минеральный состав. Кратко охарактеризованы наиболее крупные и хорошо изученные стратиформные месторождения и рудопроявления свинца и цинка в пределах Морянихо-Меркурихинского рудного поля.

Морянихинское месторождение – типовой объект для поисков стратиформных месторождений свинца и цинка в карбонатных толщах Ангаро-Большепитской минерагенической зоны, что имеет практический интерес при разработке прогнозно-поисковых моделей месторождений и ведёт к повышению эффективности проведения поисковых работ.

Ключевые слова: Енисейский кряж, Ангаро-Большепитская минерагеническая зона, стратиформные полиметаллические месторождения, литолого-фациальный анализ, палеорекострукции, Морянихо-Меркурихинское рудное поле, обстановки формирования месторождений, геолого-промышленные типы.

Zaytseva M. N.

The paper discusses the lithological and facial features of the terrigenous-carbonate (biohermic) ore-bearing geological formation of the Moryanikho-Merkurikhinskoye ore field (Yenisei Ridge), which hosts stratiform lead-zinc deposits in carbonate strata. Ore-hosting lithofacies and their paleostructural position are characterized. Based on the previous studies, as well as the author's own materials obtained as a result of field work, the main favorable lithological, facial and structural factors for hosting Moryanikhinsky-type stratiform lead-zinc mineralization are defined: the presence of paleodepressions within the shelf zone; development of carbonate rocks – dolomites, stromatolite dolomites and limestones, which are biohermic structures on the slopes of paleo-uplifts; the presence of an admixture of tuffaceous material in terrigenous rock varieties.

The influence of tectonic faults on the formation of ore deposits and the morphology of ore bodies is indicated. The main types of ores of the Moryanikho-Merkurikhinsky ore field, as well as their mineral composition are described. The paper discusses the main ore types, as well as their mineral composition typical of the Moryanikho-Merkurikhinskoye ore field. The largest and well-studied lead and zinc stratiform Moryanikhinskoye deposit and Merkurikhinskoye ore occurrence located within the ore field are briefly characterized.

The Moryanikhinskoye deposit is a typical example for searching for stratiform deposits of lead and zinc in the carbonate strata of the Angara-Bolshepitskaya mineragenic zone, which is of practical interest in developing predictive prospecting models of deposits and improving the efficiency of prospecting.

Keywords: Yenisei ridge, Angara-Bolshepitskaya mineragenic zone, stratiform polymetallic deposits, lithological and facial analysis, paleoreconstructions, Moryanikho-Merkurikhinskoye ore field, deposit formation conditions, geological and economic types.

Для цитирования: Зайцева М. Н. Особенности геологического строения и локализации оруденения Морянихо-Меркурихинского рудного поля. Руды и металлы. 2021. № 4. С. 75–84. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10029.

For citation: Zaytseva M. N. Geological structure and localization of mineralization at the Moryanikho-Merkurikhinskoye ore field. Ores and metals, 2021, № 4, pp. 75–84. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10029.

В пределах Енисейского кряжа (Красноярский край) наиболее перспективна на выявление месторождений свинца и цинка Ангаро-Большепитская минерагеническая зона. Наибольший промышленный интерес вызывают месторождения свинцово-цинкового стратиформного типа в карбонатных комплексах рифейского возраста [2, 3].

На территории Ангарского рудного района поисковый интерес представляют породы Тунгусикского формационного комплекса, которые служат основными рудовмещающими для колчеданно-полиметаллического и свинцово-цинкового оруденения. В составе изучаемого формационного комплекса выделяются песчано-глинисто-сланцевая, терригенно-карбонатная (биогермная), вулканогенно-углеродисто-кремнисто-карбонатная и углеродисто-терригенно-карбонатная формации. Каждая из них имеет свой специфический набор литофаций. Ранее нами была дана общая характеристика каждой формации Тунгусикского формационного комплекса [4, 5]. В настоящей работе на примере Морянихо-Меркурихинского рудного поля рассмотрены литолого-фациальные особенности терригенно-карбонатной (биогермной) рудоносной геологической формации, в пределах которой локализованы свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах (рис. 1).

В ходе проведённых (2017–2020 гг.) поисковых работ на свинцово-цинковое оруденение на Морянихинской площади в Ангарском рудном районе были получены новые данные о геологическом строении и литолого-фациальных особенностях района, в том числе Морянихо-Меркурихинского рудного поля.

Морянихо-Меркурихинское рудное поле расположено на западе Енисейского кряжа в водораздельной части рек Меркуриха-2 и Моряниха – правых притоков р. Татарка. В геологическом строении рудного поля участвуют преимущественно верхнерифейские породы, соответствующие верхней части тунгусикской серии, представленные породами терригенно-карбонатной формации, с которой ассоциирует свинцово-цинковый стратиформный тип месторождений в карбонатных комплексах.

В пределах Морянихо-Меркурихинского рудного поля расположены Морянихинское месторождение и Меркурихинское и Верхне-Пихтовое рудопроявления.

Геологическое строение и литологический состав пород к настоящему времени наиболее изучены в районе Морянихинского месторождения и Меркурихинского рудопроявления – представителей стратиформных свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах терригенно-карбонатной (биогермной) формации.

С учётом информации предшественников и на основе личных исследований автором ниже приведены характеристика рудоносных (рудовмещающих) групп фаций, состав и мощность перекрывающих и подстилающих пород и их фациальная изменчивость, интерпретация палеоструктурной позиции рудовмещающих фаций и рудных залежей, рассмотрены рудоподводящие и рудоконтролирующие тектонические нарушения, наличие рудокластов и сингенетичной минерализации в перекрывающих отложениях, морфология рудных тел, типы руд и главные рудные минералы.

Характеристика рудоносных (рудовмещающих) групп фаций. Рудовмещающая ассоциация литофаций отличается большим разнообразием слагающих пород и их фациальной изменчивостью. В её нижней части выделяются следующие пачки (снизу вверх): гравелитов; хемогенных железистых доломитов и известняков; доломитовых и известняковых интракластов; биогермная водорослевых железистых доломитов. Выше залегает пачка алевритоглинистых, глинистых и алевролитовых сланцев с маломощными отложениями турбидитов, которые являются инъективным элементом разреза рудовмещающей толщи. Они лишь на незначительное время меняли общий характер осадконакопления. Завершает разрез пачка карбонатных седиментационных брекчий, состоящих из обломков доломитов, известняков, глинистого и карбонатно-алевритоглинистого матрикса. В составе матрикса устанавливается наличие изменённого пеплового материала. Анализ распространённости фациальных разновидностей оползневых отложений указывает на то, что оползанию под-

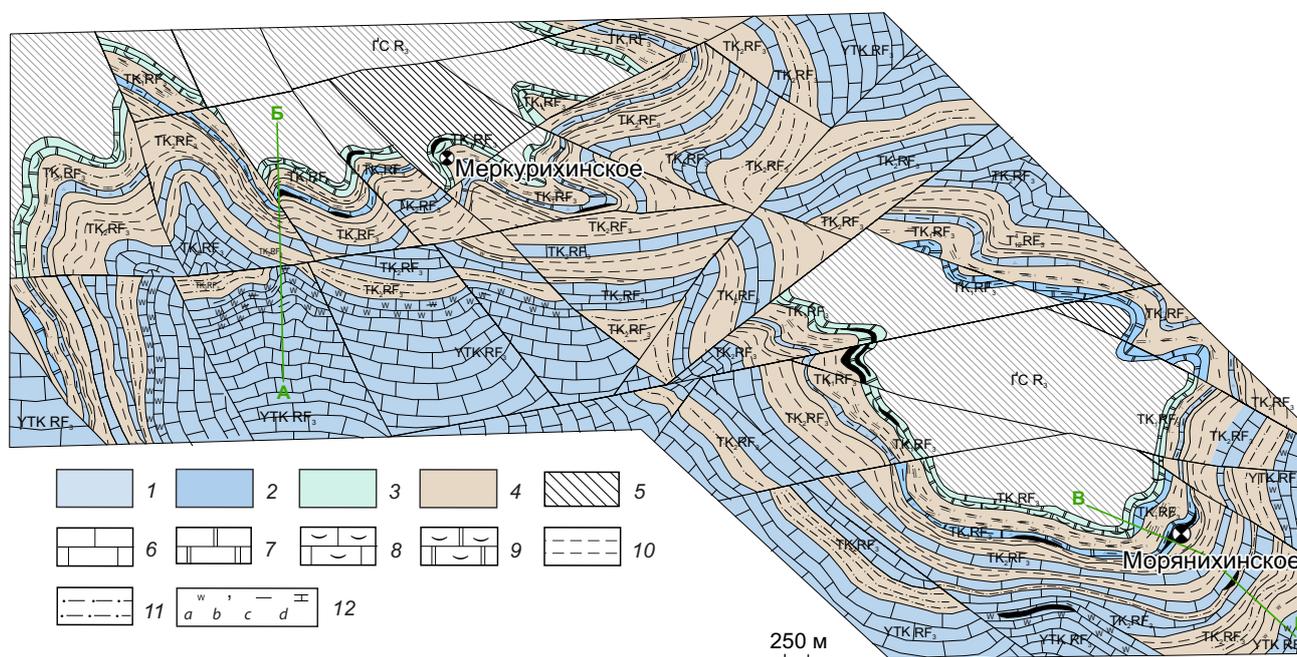


Рис. 1. Литолого-фациальная карта Морянихо-Меркурихинского рудного поля с предполагаемыми рудными телами. Составлена по материалам отчёта М. М. Лапшина, 1990 г.:

фации карбонатных пород шельфа: 1 – доломиты, доломитистые известняки, кремнистые доломиты, сидериты, 2 – известняки, доломитистые известняки, глинистые известняки, углеродистые известняки, кремнистые известняки, 3 – органогенные известняки и доломиты; терригенные отложения шельфа: 4 – конгломераты, песчаники, алевролиты, кремнистые алевролиты, карбонатистые алевролиты, кремнисто-карбонатные алевролиты, углеродисто-кремнистые алевролиты, углеродистые алевролиты, глинистые алевролиты с прослоями турбидитов, аргиллиты, туфы и туфопесчаники; 5 – подрудная песчано-глинисто-сланцевая формация; 6 – известняки; 7 – доломиты; 8 – известняки органогенные; 9 – доломиты органогенные; 10 – алевролиты; 11 – аргиллиты; 12 – дополнительные литологические знаки: a – углеродистость, b – кремнистость, c – глинистость, d – карбонатность

Fig. 1. Lithologic facial map of Moryanikho-Mercurikhinskoye ore field showing inferred orebodies. Based on M. M. Lapshin report materials, 1990:

carbonate shelf rock facies: 1 – dolomite, dolomitic limestone, siliceous dolomite, siderite, 2 – limestone, dolomitic limestone, clayey limestone, carbonaceous limestone, siliceous limestone, 3 – organogenic limestone and dolomite; terrigenous shelf deposits: 4 – conglomerates, sandstone, siltstones, siliceous siltstones, clayey siltstones with turbidite bands, argillite, tuffs and tuff sandstone; 5 – sub-ore sand-clay-schist sequence; 6 – limestone; 7 – dolomite; 8 – organogenic limestone; 9 – organogenic dolomite; 10 – siltstones; 11 – argillite; 12 – additional lithologic marks: a – carbon content, b – Si content, c – clay content, d – carbonate content

верглись отложения со склонов локальных подводных поднятий.

В пределах Морянихинского месторождения разрез рудовмещающей пачки отличается преобладанием в нижней её части тёмно-серых и серых доломитов, неяснослоистых крупных оползневых блоков тех же доломитов размером от первых метров до 10 м. В верхней части разреза отмечаются оползневые брекчии с обломками мелких и средних размеров («конгломератовидные известняки») (рис. 2). Мощность рудовмещающей пачки в центральной части месторождения 80–130 м.

По латерали по направлению к флангам мощность рудовмещающей пачки постепенно снижается до 22–35 м. Также снижается мощность доломитовой составляющей разреза. В настоящее время возможно говорить о прямой коррелятивной зависимости мощности рудных тел от мощности рудовмещающей пачки в целом и доломитовой её части. На юго-западном фланге месторождения явно просматривается тенденция к повышению роли примеси мелкообломочного материала в разрезе рудовмещающей пачки, а на северо-восточном – значительное снижение мощности доломитов, а также уменьшение содержания железа и марганца.

Контакт рудовмещающей пачки с вышележащими породами постепенный и проводится, как правило, по исчезновению последних скоплений карбонатных обломков и появлению ясной параллельной слоистости.

Вышележащие надрудные отложения представлены карбонатно-терригенными (карбонатно-глинистыми сланцами) и терригенными (глинистыми, известняковыми брекчиями с прослоями известково-доломитовых тефроидов, алевроито-глинистыми сланцами, как правило, яснопараллельно-слоистыми) породами. По минеральному составу выделяются сланцы кварц-хлорит-серицитовые, хлорит-серицитовые, кварц-хлорит-хлоритоид-серицитовые.

На Меркурихинском рудопроявлении надрудные отложения характеризуются наличием обломковидных обособлений, рудокластов, выполненных пиритом, размером от нескольких миллиметров до нескольких сантимет-

ров, нарушающих слоистость во вмещающих породах (рис. 3). Мощность рудовмещающей пачки в пределах месторождения изменяется от 25 до 80–100 м. Закономерности в изменении состава и мощности пачки в центральной и фланговых частях рудопроявления не выявлены, хотя наблюдается тенденция к снижению мощности на флангах, особенно в северо-восточном направлении.

Подстилающие рудовмещающую пачку отложения на площади Морянихинского месторождения представлены тёмно-серыми неяснослоистыми глинистыми сланцами. Этот тип подстилающих отложений в пределах Морянихинско-Меркурихинского рудного поля более характерен для участков площади, содержащих полиметаллическое оруденение и сульфидную минерализацию. На безрудных участках преобладающая разновидность подстилающих пород – переслаивание алевроитовых и глинистых сланцев с градационной слоистостью.

Перечисленные породы рассматриваются в качестве единого обобщённого литотипа, отвечающего обстановкам накопления сублитеральной (неритовой) зоны. Формирование осадков происходило выше базиса волнения.

Интерпретация палеоструктурной позиции рудовмещающих фаций и рудных залежей. В палеоструктурном плане площадь Морянихинско-Меркурихинского рудного поля во время накопления пород рудовмещающей ассоциации литофаций представляла собой нижнюю часть шельфового склона и область непосредственного подножия [6, 7]. Месторождение Морянихинское и рудопроявление Меркурихинское находятся в районе подножия склона на границе мелко- и крупнообломочных фаций оползневых доломитов и доломитовых известняков. Значительное повышение мощности пород рудовмещающей пачки в районе Морянихинского месторождения (в 1,5–2 раза) позволяет предполагать здесь наличие локальной палеовпадины. Это предположение подтверждается также наличием неслоистых карбонатно-глинистых пород застойно-иловых фаций. Во впадине среди крупнообломочных оползневых брекчий доломитов и сосредоточено орудене-

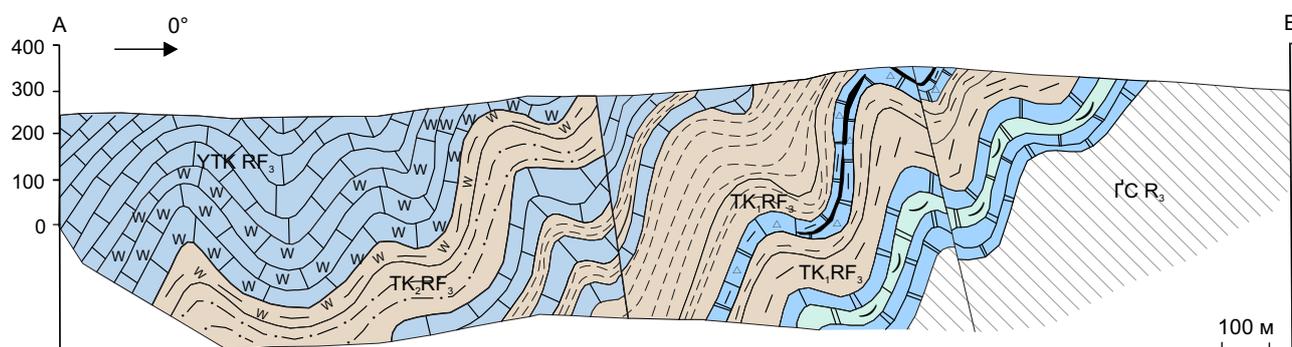


Рис. 2. Литолого-фациальный разрез по линии А–Б в районе Морянихинского месторождения:

усл. обозн. см. рис. 1

Fig. 2. Lithologic facies section along A–B line in the area of Moryanikhinskoye deposit:

see Fig. 1 for legend

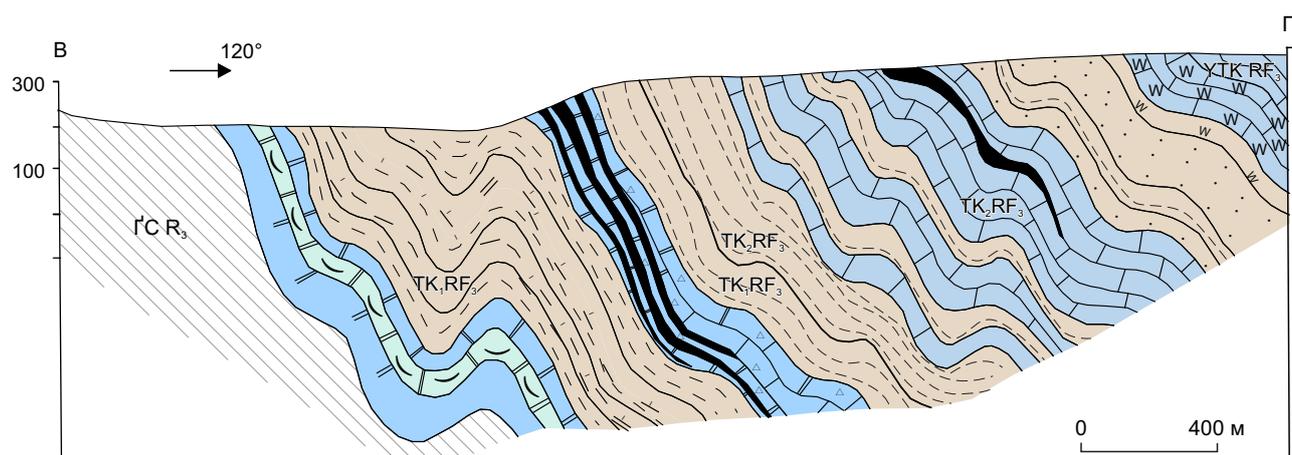


Рис. 3. Литолого-фациальный разрез по линии В–Г в районе Морянихинского месторождения:

усл. обозн. см. рис. 1

Fig. 3. Lithologic facies section along B–Г line in the area of Moryanikhinskoye deposit:

see Fig. 1 for legend

ние главной залежи Морянихинского месторождения. За пределами впадины оруденение, как правило, либо отсутствует, либо представлено убогой галенит-сфалеритовой минерализацией. Значения модуля Страхова ($Fe + Mn$) / Ti для пород рудовмещающей пачки находятся в диапазоне от 20 до 30, что характерно

для шельфовых и прибрежно-морских фаций, удалённых от центра вулканизма [8]. Это говорит о периодическом поступлении эксгальционных растворов и участии их в формировании химического состава осадка. Поступление рудоносных растворов, очевидно, происходило с восточного фланга месторождения, о

чём свидетельствует геохимическая зональность рудоносной части разреза и рудных тел (М. М. Лапшин, Ю. А. Забириков, 1986). Максимум рудоотложения приходится на восточную и центральную части палеовпадины, в других её частях встречена лишь убогая вкрапленность сульфидов свинца и цинка.

Рудоподводящие и рудоконтролирующие тектонические нарушения. Разрывные нарушения не играют значительной роли в геологическом строении Морянихо-Меркурихинского рудного поля. Разрывная тектоника в данном случае носит пострудный характер и лишь незначительно влияет на морфологию рудных тел. Наиболее крупные разрывные нарушения имеют северо-западное простирание и формируют горстообразное поднятие на участке собственно периклинального замыкания Морянихинской антиклинали, ограничивая блок, в котором и расположены рудные тела. Амплитуда смещения по ним не превышает первых десятков метров. Оперяющие трещины в некоторой степени влияют на морфологию рудных тел. К ним приурочены переотложенные бедные вкрапленные и послойно-вкрапленные руды в рудовмещающей пачке. Зоны разломов выделяются кварцевыми жилами и прожилками, а также узкой (2–10 м) зоной хлоритовых метасоматитов. Как прожилки, так и метасоматиты не несут свинцово-цинковой минерализации. Оперяющие трещины, пересекая рудные тела, образуют регенерированную жильную фазу оруденения, не превышающую в общем балансе рудного вещества 1–5 %. Руды и вмещающие их породы метаморфизованы в пределах зеленосланцевой фации.

Рудовмещающие отложения характеризуются общим ритмично-волнообразным типом распределения элементов с повышением в рудной зоне содержания CaO , MgO , MnO и большинства рудогенных элементов (В. В. Кузнецов и др., 1989).

Морфология рудных тел. Как правило, это линзо-, плито- и пластообразные тела, залегающие согласно и субсогласно со слоистостью и общим структурном плане строения рудовмещающих горизонтов.

Типы руд и главные рудные минералы. Минеральный состав руд достаточно простой. Главные рудные минералы – галенит и сфалерит. Пирит в рудовмещающей пачке и рудных телах встречается повсеместно в количестве 1–3 %. Второстепенные рудные минералы – пирротин, халькопирит, блёклая руда, бурнонит. Фиксируются также единичные вкрапления пентландита, миллерита, алтаита, борнита, герсдорфита [1]. Нерудные минералы – кварц, анкерит (главные), доломит, редко барит, арагонит. Преобладающая структура руд аллотриоморфнозернистая. Текстуры редко- и густовкрапленные брекчиевые, полосчатые, послойно-вкрапленные, иногда массивные. Незначительная часть оруденения представлена прожилковыми рудами.

Названные минералы образуют несколько парагенетических минеральных ассоциаций. Наиболее ранняя и распространённая – пирит-сфалерит-галенит-кварц-анкеритовая, отвечающая синхронному с осадконакоплением этапу рудообразования. Слагающие её сульфиды образуют скрытокристаллические и неравнозернистые агрегаты, среди которых отмечаются выделения галенита, сфалерита, пирита глобулярного строения, при этом отсутствуют какие-либо признаки замещения пород. Метаморфическому этапу соответствуют жильная кварц-карбонат-сульфидная ассоциация, для которой характерны крупно- и неравнозернистое строение минеральных агрегатов, возникших в процессе перекристаллизации первичных рудных концентраций, и ассоциация сульфидов с жильными минералами зеленосланцевой фации метаморфизма. Жильная ассоциация, кроме сфалерита, галенита и пирита, в значительном количестве может содержать халькопирит и блёклые руды.

Промышленное оруденение характеризуется в целом преобладанием свинца над цинком и низкой степенью колчеданности. В пределах рудных залежей чётко выделяются несколько типов руд: 1) существенно галенитовые с примесью сфалерита до 15–20 % от всей рудной массы; 2) существенно сфалеритовые; 3) галенит-сфалеритовые, содержащие главные рудные минералы в разных количествах.

Перечисленные текстуры руд проявлены во всех трёх минеральных типах. В рудной залежи обнаруживается чёткая зональность в распределении типов руд. Первые локализуются преимущественно в верхних и средних частях крутопадающих рудных тел, уходя на глубину на юго-западном фланге, вторые – в средних и нижних частях и тяготеют к северо-восточному флангу. Галенит-сфалеритовые руды занимают центральную часть залежи, образуя наиболее богатые блоки рудных тел. Установлено, что по падению рудных тел отчётливо наблюдается смена свинцовых руд цинковыми. Такая же тенденция прослеживается и по мощности рудных тел от всячего блока к лежащему.

Меркурихинское рудопроявление расположено в юго-восточной части Морянихинской антиклинали. Оруденение приурочено к вулканогенно-терригенной субформации терригенно-карбонатной формации. В тектоническом отношении Морянихо-Меркурихинское рудное поле относится к Большепитскому синклинию. Тектонические нарушения преимущественно имеют сбросо-сдвиговый характер. Вулканогенно-осадочные породы представлены туффитами. В пределах рудного поля в виде даек силлов встречаются интрузии метаморфизованных долеритов мощностью от десятков сантиметров до нескольких метров.

В основании разреза – тонкое переслаивание тёмно-серых, глинистых и алеврито-глинистых сланцев и серых кварцитоидных алевролитов. В результате метаморфизма породы серицитизированы, хлоритизированы. В незначительных количествах в прослоях отмечается доломит. Порфиробласты пирита распространены повсеместно. Залегание пород преимущественно наклонное, реже субвертикальное.

Выше по разрезу для пород характерно чередование интервалов терригенных пород и доломитовых разностей. Доломиты слоистые, массивные, в меньшей степени строматолитовые, с брекчиевидными и подводно-оползевыми текстурами, местами перекристаллизованные до средне- и крупнокристаллических мраморов, с примесью алевритового и песчаного материала по прослоям.

Терригенные породы – глинистые и алеврито-глинистые сланцы (по алевролитам) с прослоями кремнисто-доломитистых алевролитов. Контакт между интервалами терригенных и доломитовых разностей постепенный и часто визуально не различим, устанавливается по выявлению доломитов. Породы перекристаллизованы, в терригенных разностях прослеживается градиционное распределение обломочного материала.

Все породы претерпели метаморфизм зеленосланцевой фации с разной интенсивностью проявления изменений. Строение осложнено складчатостью нескольких порядков.

Рудовмещающие литофации в районе рудопроявления представлены глинистыми известняками, строматолитовыми доломитами и карбонатно-кремнистыми алевролитами. В целом разрез характеризуется чередованием терригенных (кремнистых алевролитов и пелитов, алевропесчаников, которые нередко сильно метаморфизированы до хлоритоидных сланцев) с пачками карбонатных пород (доломитов, кремнистых доломитов, строматолитовых доломитов, кремнистых и глинистых известняков). Оруденение тяготеет к брекчиевидным известнякам и доломитам, в том числе строматолитовым, которые, по всей видимости, брекчированы в результате подводно-оползневых процессов, подвержены перекристаллизации вследствие регионального метаморфизма.

Текстура руд вкрапленная, прожилково-вкрапленная, часто брекчиевидная, в прожилках сложных руд массивная. Структура обычно гипидиоморфнозернистая. Кроме галенита и сфалерита, иногда развит халькопирит, образующий вроски в галените, реже самостоятельные скопления. Пирит равномерно рассеян в породе или ассоциирует с галенитом и сфалеритом.

В палеоструктурном плане *Морянихинское месторождение* представляет собой палеовпадину у подножия склонов палеоподнятия. Данное утверждение основано на трёх фактах: наличии в разрезе карбонатных оползневых брекчий; резком увеличении мощности карбонатных отложений в центральной части палео-

впадины; наличии подстилающих карбонатно-глинистых пород застойно-иловых фаций.

В пределах Морянихинского месторождения выявлены пять линзо-плитообразных рудных залежей, согласно залегающих с вмещающими их породами. Контакты рудных тел нечёткие и выделяются в основном по данным опробования.

Размеры рудных тел, оконтуренных с заданными бортовыми содержаниями свинца и цинка, по простиранию и падению составляют от 200–300 до 850 м при мощности не более 30 м. Отношение мощности к простиранию и падению в среднем составляет 1 : 50 : 80 (по падению залежь не оконтурена, но наблюдается тенденция к выклиниванию). Рудные тела имеют отчётливое юго-западное склонение. Их дугообразная в плане форма подчёркивает структурный рисунок рудовмещающей пачки, с которой они участвуют во всех складчатых и разрывных деформациях.

Отметим, что рассеянная галенит-сфалеритовая минерализация с содержаниями ниже промышленных концентраций прослеживается и за пределами контура на расстоянии до первых метров. Рудные тела характеризуются полосчатой прожилково-вкрапленной текстурой, с отчётливо выраженной приуроченностью к стратифицированным литофациям с преобладанием карбонатной составляющей.

Общее количество сульфидов в рудах составляет около 15 %. Преобладает сфалерит (клеюфан – 10 %), в значительно меньшем количестве находится пирит (4,5 %), галенит присутствует в виде примеси (0,5 %). Сульфиды находятся в виде отдельных обломочных зёрен. В ассоциации с галенитом отмечена блёклая руда. Свинцово-цинковые руды Морянихинского месторождения сложены существенно карбонатными породами с прожилково-вкрапленной пирит-галенит-сфалеритовой минерализацией.

Месторождения данного типа, как показал многолетний опыт работ, являются неблагоприятными объектами для изучения геофизическими методами из-за слабой дифференциации по физическим свойствам между рудами и вмещающими породами. В связи с

этим имеющиеся материалы не позволяют составить полное представление о геолого-геофизической модели Морянихинского месторождения.

Рудовмещающие породы – доломиты, оползневые доломитовые брекчии. В разрезе также имеются кварц-хлорит-серицитовые сланцы. Мощность рудовмещающих пачек в центральной части достигает 230 м. По флангам наблюдается снижение мощности, а также доломитовой составляющей в разрезе. Перекрывающие отложения – хлоритоидные сланцы, подстилающие – тёмно-серые неяснослоистые глинистые сланцы по пелитам.

Выводы. Итак, для Морянихинско-Меркурихинского рудного поля с одноимёнными месторождениями характерно широкое распространение рудоносных карбонатных фаций с преобладанием известняков над доломитами и доломитовыми известняками. Наиболее перспективны на выявление свинцово-цинковой минерализации биогермные постройки и продукты их разрушения (брекчиевые строматолитовые доломиты). Морянихинское месторождение является типовым объектом для поисков стратиформных месторождений свинца и цинка в карбонатных толщах Ангаро-Большепитской минерагенической зоны.

Основными благоприятными литолого-фациальными и структурными факторами для локализации стратиформного свинцово-цинкового оруденения морянихинского типа являются: наличие палеовпадин в пределах шельфовой зоны; развитие пород фаций карбонатных пород – доломитов, строматолитовых доломитов и известняков, представляющих собой биогермные постройки на склонах палеоподнятий; наличие примеси туфогенного материала в терригенных разностях пород, что свидетельствует об относительной близости палеовулканической постройки.

Генетические представления о данном типе месторождений сформированы на основании вышеизложенного материала и ранее опубликованных работ. Образование этого типа месторождений связано с поступлением рудоносных растворов в рудоконтролирующую палеовпадину и отложением рудного вещества

в нелигитированном осадке известково-доломитового состава по схеме придонного метасоматического замещения. Выход растворов в придонную часть палеобассейна указывает на то, что источник находился в непосредственной близости от впадины, при этом отсутствие рудных концентраций за пределами впадины может объясняться достаточно быстрым движением рудообразующих растворов по склону в придонную часть. Зона вы-

водящего канала, по-видимому, была расположена в восточной части палеовпадины и контролировалась долгоживущими разрывными нарушениями.

В процессе диагенеза и последующего метаморфизма рудная минерализация приобрела современные формы, причём часть рудного вещества переотложена в жилах в период активизации деятельности разрывных нарушений.

Список литературы

1. Бранднер Н. Х., Забиров Ю. А., Пономарёв В. Г., Хохлов А. П. Стратиформное Pb-Zn оруденение в карбонатных толщах Енисейского кряжа (Моряника) // Геология и геофизика. – 1985. – № 2.
2. Донец А. И., Конкин В. Д. Геолого-промышленные типы и региональные геологические особенности стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных толщах // Отечественная геология. – 2017. – № 6. – С. 31–39.
3. Зайцева М. Н., Инякин А. В. Типы месторождений свинца и цинка Енисейского кряжа и основы их прогноза и поисков // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов: Сборник тезисов докладов IX Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 167–168.
4. Зайцева М. Н., Инякин А. В., Кузнецов В. В., Конкина А. А. Прогнозно-поисковые модели полиметаллических месторождений Енисейского кряжа // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов: Сборник тезисов докладов VIII Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 128–129.
5. Зайцева М. Н., Кузнецов В. В., Конкин В. Д., Саравина Т. В., Инякин А. В., Богославец Н. Н., Хачатуров М. М. Обстановки формирования месторождений свинца и цинка Ангаро-Большепитской минерагенической зоны, Енисейский кряж // Руды и металлы. – 2020. – № 3. – С. 52–67.
6. Пономарёв В. Г., Забиров Ю. А. Поисковые признаки и оценочные критерии свинцово-цинкового оруденения Енисейского кряжа. – Новосибирск : ИГиГ СО АН СССР, 1988. – 141 с.
7. Пономарёв В. Г., Акимцев В. А., Забиров Ю. А., Саравин С. В. Методологические принципы моделирования стратиформных свинцово-цинковых проявлений в терригенно-карбонатных толщах. Генетические модели стратиформных месторождений свинца и цинка // Труды института геологии и геофизики им. 60-летия Союза ССР. – 1991. – Вып. 784. – С. 13–41.
8. Саравин С. В. Литология, геохимия и фациальный анализ рифейских отложений Морянихо-Меркурихинского рудного поля (Енисейский кряж) // Бассейновый литогенез и минерагения. – Новосибирск : ИГиГ СО АН СССР, 1989. – С. 62–104.

References

1. Brandner N. Kh., Zabirov Yu. A., Ponomarev V. G., Khokhlov A. P. Stratiformnoe Pb-Zn orudnenie v karbonatnykh tolshchakh Eniseiskogo kryazha (Moryanikha) [Stratiform Pb-Zn mineralization in carbonate strata of the Yenisei Ridge (Moryanikha)], *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 1985, No 2. (In Russ.).
2. Donetsk A. I., Konkin V. D. Geologo-promyshlennye tipy i regional'nye geologicheskie osobennosti stratiformnykh svintsovo-tsinkovykh mestorozhdenii v karbonatnykh tolshchakh [Geological and industrial types and regional geological features of stratiform lead-zinc deposits in carbonate strata], *Otechestvennaya geologiya* [National Geology], 2017, No 6, pp. 31–39. (In Russ.).

3. Zaitseva M. N., Inyakin A. V. Tipy mestorozhdenii svintsya i tsinka Eniseiskogo kryazha i osnovy ikh prognoza i poiskov [Types of lead and zinc deposits of the Yenisei ridge and the basics of their prediction and prospecting], *Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, otsenki mestorozhdenii almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov: Sbornik tezisev dokladov IKh Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Scientific and methodological foundations of forecasting, prospecting, evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals: Collection of abstracts of the IX International Scientific and Practical Conference], 2019, pp. 167–168.
4. Zaitseva M. N., Inyakin A. V., Kuznetsov V. V., Konkina A. A. Prognozno-poiskovye modeli polimetallicheskikh mestorozhdenii Eniseiskogo kryazha [Predictive prospecting models of polymetallic deposits of the Yenisei ridge], *Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, otsenki mestorozhdenii almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov: Sbornik tezisev dokladov VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Scientific and methodological foundations of forecasting, prospecting, evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals: Collection of abstracts of the VIII International Scientific and Practical Conference], 2018, 128–129.
5. Zaitseva M. N., Kuznetsov V. V., Konkin V. D., Seravina T. V., Inyakin A. V., Bogoslavets N. N., Khachaturov M. M. Obstanovki formirovaniya mestorozhdenii svintsya i tsinka Angaro-Bol'shepitskoi mineragenicheskoi zony, Eniseiskii kryazh [Scientific and methodological foundations of forecasting, exploration, evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals: Collection of abstracts of the VIII International Scientific and Practical Conference], *Rudy i metally* [Ores and Metals], 2020, No 3, pp. 52–67. (In Russ.).
6. Ponomarev V. G., Zabirov Yu. A. Poiskovye priznaki i otsenochnye kriterii svintsovo-tsinkovogo orudneniya Eniseiskogo kryazha [Search signs and evaluation criteria of lead-zinc mineralization of the Yenisei ridge], Novosibirsk, IGI SO AN SSSR Publ., 1988, 141 p.
7. Ponomarev V. G., Akimtsev V. A., Zabirov Yu. A., Saraev S. V. Metodologicheskie printsipy modelirovaniya stratiformnykh svintsovo-tsinkovykh proyavlenii v terrigenno-karbonatnykh tolshchakh. Geneticheskie modeli stratiformnykh mestorozhdenii svintsya i tsinka [Methodological principles of modeling stratiform lead-zinc manifestations in terrigenous-carbonate strata. Genetic models of stratiform deposits of lead and zinc], *Trudy instituta geologii i geofiziki im. 60-letiya Soyuzo SSR* [Proceedings of the Institute of Geology and Geophysics named after the 60th anniversary of the USSR], 1991, Vyp. 784, pp. 13–41. (In Russ.).
8. Saraev S. V. Litologiya, geokhimiya i fatsial'nyi analiz rifeiskikh otlozhenii Moryanikho-Merkurikhinskogo rudnogo polya (Eniseiskii kryazh) [Lithology, geochemistry and facies analysis of Riphean deposits of the Moryanicho-Merkurikhinsky ore field (Yenisei Ridge)], *Basseinovy litogenez i minerageniya* [Basin lithogenesis and minerageny], Novosibirsk, IGI SO AN SSSR Publ., 1989, pp. 62–104. (In Russ.).

Автор

Зайцева Мария Николаевна

научный сотрудник
zaytseva@tsnigri.ru

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов», г. Москва

Author

Maria N. Zaitseva

Researcher
zaytseva@tsnigri.ru

FSBI Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, Moscow, Russia